

Latvijas Valsts Universitāte

V. Ozols.

KARŠU ZINĀTNE

II

**Kartografisko projekciju
teorija**

(Ģeogrāfiskās kartes matemātiskie
elementi)

Pielikums:

139 zīmējumi un shēmas

Rīgā, 1948. gads

Latvijas Valsts Universitāte.

V. O Z O L S.

K A R Š U Z I N Ā T N E

II

K A R T O G R A F I S K O P R O J E K C I J U

T E O R I J A

(GEOGRAFISKĀS KARTES MATEMATISKIE ELEMENTI)



Pielikumā:

139 zīmējumi un schemas.

Rīga, 1948 gads.

98-3021

IEVADS	. . . . .	1
	1. Fiziskā un matemātiskā Zemes virsa, 1-5;	
	2. Zemes forma un izmēri, 6-7;	
	3. Ģeogrāfiskās koordinātas un to elementu aplēšana, 8-12;	
	4. Svērteņa līniju novirzes un anomalijas, 12-13;	
	5. Zemes virsas attēlojums uz globa, 13-15;	
	6. Zemes sferoīda virsas attēlošana uz plaknes, 15-17;	
	7. Attēlu mērogs kartogrāfiskās projekcijās, 17-22;	
	8. Jēdziens par grādu mērījumiem, 22-23;	
	9. Jēdziens par triangulāciju, 23-23 ^a ;	
	10. Triangulāciju klasifikācijas jēdziens, 23 ^a -23 ^b ;	
I NODAĻA	. . . . .	24
	1. Projekciju klasifikācija pēc to deformācijas rakstura, 24-25;	
	2. Projekciju klasifikācija pēc to konstruēšanas paņēmieniem, 25-29.	
II NODAĻA	. . . . .	30
	1. Azimutālās perspektīvās projekcijas. Vispārējais jēdziens, 30-31;	
	2. Ortogrāfiskās projekcijas, 31-33;	
	3. Stereogrāfiskās projekcijas, 33-37;	
	4. Centralās jeb gnomoniskās projekcijas, 37-39;	
	5. Ārējās projekcijas, 39-40.	
III NODAĻA	. . . . .	40
	1. Azimutālās neperspektīvās projekcijas. Vispārējais jēdziens, 40-41;	
	2. Vienādatstarpotā Posteļa projekcija, 41-42;	
	3. Lamberta vienādlīelā projekcija, 42.	
IV NODAĻA	. . . . .	43
	1. Cilindriskās projekcijas. Vispārējais jēdziens, 43-44;	
	2. Vienādatstarpotās cilindriskās projekcijas: kvadrātā un taisnleņķotā, 44-46;	
	3. Merkatora projekcija, 46-50;	
	4. Lamberta vienādlīelā cilindriskā projekcija, 51-52;	
	5. Bernāni vienādlīelā cilindriskā projekcija, 53-54;	
	6. Stereogrāfiskā cilindriskā Golla projekcija, 55-56;	
	7. Gausa-Krīgera projekcija, 56-63.	
V NODAĻA	. . . . .	64
	1. Koniskās projekcijas. Vispārējie norādījumi, 64-67;	
	2. Vienādatstarpotā Ptolomeja, jeb vienkāršā koniskā projekcija, 67-68;	
	3. Vienādleņķainā, jeb konforma Lamberta-Gausa koniskā projekcija, 69-72.	
VI NODAĻA	. . . . .	72
	1. Polikoniskās un daudzplakņu projekcijas. Polikoniskās projekcijas, 72;	
	2. Vienkāršā polikoniskā (Gasslera, jeb amerikāņu) projekcija, 72-74;	
	3. Daudzplakņu projekcijas, 74-75;	
	4. Starptautiskās miljonkartes projekcija, 75-79;	
	5. Mišlinga projekcija, 79-81.	

VII. NODAĻA.	81
1. Pseudo-cilindrisko projekciju būtība, 81;	
2. Sansona vienādlielā projekcija, 81-82;	
3. Molveides vienādlielā projekcija, 83-84;	
4. Ekkerta projekcija, 84-86;	
5. Guda projekcija, 86;	
6. Ekkerta sarautā projekcija, 87;	
7. Bonna pseudokoniskā vienādlielā projekcija, 88-89.	
VIII NODAĻA. Atvasinātās projekcijas	90
1. Aitova projekcija, 90?	
2. Globulārā projekcija, 90-92;	
3. Grintena patvaļīgā projekcija, 92-93;	
IX NODAĻA	94
1. Projekciju izvēle un pielietošana, 94-97;	
2. Projekciju izvēle geografiskās kartes darināšanā, 97-98;	
3. Piezīmes pie Lielā Padomju Vispasaules atlanta projekcijām, 98-100;	
4. Sineptisko karšu projekcijas izvēles pamatojuma piemērs, 100-101.	
X NODAĻA	102
1. Projekciju noteicējs, 102-103;	
2. Tabula I. Projekciju grupu noteikšana, 103-104;	
3. Tabula II. Cilindriskās projekcijas, 104;	
4. Tabula III. Pseudocilindriskās projekcijas, 104;	
5. Tabula IV. Koniskās projekcijas, 105;	
6. Tabula V. Polārās projekcijas, 105;	
7. Tabula VI. Horizontās projekcijas, 105-106;	
8. Tabula VII. Ekvatoriālās projekcijas, 106;	
9. Tabula VIII. Patvaļīgās un atvasinātās projekcijas, 106.	
XI NODAĻA	107
1. Kartografiskie uzdevumi. Kā noteikt globa mērogu (ar tiešu mērīšanu)?, 107;	
2. Kā noteikt globa mērogu (pēc meridiānu un paralēļu garuma)?, 108;	
3. Kā noteikt vidējo meridiaņa garumu, 108;	
4. Kā noteikt globa laukumiskos lielumus, 108;	
5. Paletes lietošana, 109;	
6. Punktu geografisko koordinātu noteikšana, 109;	
7. Deformāciju aprēķini, 110-111.	

1. Fiziskā un matemātiskā Zemes virsas.

Galvenais priekšmets, ko mēs tēlojam uz kartes, ir fiziskā Zemes virsa. Reiz uznesta uz kartes vai globa pēc noteiktiem kartografijas likumiem, par kuriem mums šeit būs runa, viņa noder par pamatu visu citu to daudzveidīgo dabas un sabiedrisko parādību kompleksu attēlei, kas interesē ģeogrāfiju, ekonomiku, stratēģiju un citas zinātnes.

Par fizisko Zemes virsu mēs saucam sauszemes, kā arī okeanu, jūru un ezeru dibenu dabīgo reljefu, kas lielākā vai mazākā mērā pacēlies vai iegrimis attiecībā pret tā saucamo, matemātisko Zemes virsu.

Ar jēdzienu - matemātiskā Zemes virsa - mēs saprotam izliekto (konvekso), nolīdzināto, līmenisko Zemes virsu, kas sakrīt ar ūdens virsu viņas okeanos un jūrās, ~~kiem~~ atrodoties mierīgā stāvoklī.

Matemātisko Zemes virsu mēs iedomājamies ~~ar~~ turpinātu: 1) zem sauszemes (kontinenta), kas ir augstāka par Zemes matemātisko virsu un 2) virs okeana un jūru iegrimēm (dibeniem).

Pie Zemes fiziskās virsas pieder arī kurš katrs okeana, jūras, ezera vai upes reālais līmenis, vienalga vai tas sakrīt vai nesakrīt ar Zemes matemātisko virsu.

Kas attiecās uz matemātisko Zemes virsu, tad jāievēro, ka īstenībā okeanu un jūru līmenis, galvenā kārtā zem paļsuma (flux) un bēguma (reflux) ietekmes, nekad neatrodas absolūti mierīgā stāvoklī. Tāpēc kartografi un hidrografi rēķinas ar trim tipiskiem līmeņiem: maksimālo, vidējo un minimālo. Šo līmeņu augstums atzīmē dabā ar specialu repēru (futštoku) palīdzību. Visās valstīs vidējo jūras līmeni, pēc kura uznes uz kartēm, tā saucamās, augstumu un dziļumu atzīmes, konstatē uz ilggadīgu novērojumu un mērījumu pamata. Pēc pirmā acu uzmetiena varētu likties, ka vidējais jūras līmenis ir kopējs, ja ne visu, tad ikkuras atsevišķas zemes vai valsts kartēm. Patiesībā tas tā nav. Praksē šis jautājums vēl nav nokārtots. Mēs atrodamies pārejas stadijā. Vidējie jūras līmeņi, spriežot pēc to repērām, ir dažādi pat viena un tā paša okeana vai jūras dažādās daļās, vienā un tanī pat valstī. Tā Baltijas jūras līmenis, pēc Kronštates futštoka, ir par 0,704 m. augstāks par Melnās jūras vidējā līmeņa futštoku. Tas pats Baltijas jūras vidējais līmenis (futštoks) ir par 1,873 m. augstāks par Klusā okeana (Vladivostokas) vidējā līmeņa futštoku un zemāks par 0,234 m. par Baltās jūras futštoku. Tā patāina novērojama arī ar Anglijas, Francijas, USA un ar citu valstu futštokiem.

Kā redzams, uztvert un pareizi attēlot uz kartes Zemes virsu nemaz nav tik viegla lieta. Pie šīs problēmas atrisināšanas zinātne pūlās jau tukstošiem gadiem. Grūti bija noteikt Zemes lielumu un tās virsas formu. Sākot ar Pitagora un Anaksimandra laikiem (VI gadsimts pirms m.e.), mēs sākam saprast, ka Zeme ir bumbveidīgs ķermenis. Tās apmērus pirmo reiz aplēz Eratostens (dzimis 276.g. p.m.e.). Tagad par savu Zemi mēs jau daudz ko zinām. Mēs zinām, starp citu, ka tās līmeniskais virsas izliektība nav pilnīgi kartneja; nav tāda, kādu esam parādūši saukt par matemātisku. Viņa nav pilnīgi nedz sferiska, nedz eliptiska. Viņa ir īpatnejas nekārtnējas formas: viņa ir geoīdiska. Zeme ir Geoīds, t.i. bumbveidīgs ķermenis ar savdabīgi, tikai viņam piemītošu, izliektu virsas formu.

Tas izskaidrojas ar mūsu planētas tapšanas, tās vēsturiskās izveidošanās, griešanās, lidojuma un citiem tās mehāniskā, fiziskā un ķīmiskā režīma apstākļiem.

Tomēr raksturīgs ir tas fakts, ka okeanu, jūru un ezeru līmeņi, mierīgā stāvoklī, ir vienmēr (un ikkura Zemes virsas punktā) normali, (stāteniski) pret savu svērteņu (aukļa ar atsvarīņu) līniju virzieniem. Svērteņu

virzienus noteic divi spēki: 1) smagums, t.i. Zemes pievilkšanas spēks - Newtona (1642.-1727) gravitācijas likums un 2) Centrītīecošais un centribē-
cošais spēks - Huigensa (1629.-1695.) likums.

Perpendikularie viens pret otru svērtumu un ūdens līmeņa virzieni, kuri samērā viegli konstatējami dabā pat ar visai primitīvu instrumentu palīdzību, ir viens no mūsu karšu zinātnes galveniem izejas punktiem. Ta, piemēram, ja mūsu rīcībā ir svērtenis vai līmenrādis (kuri viens otru papildina), mēs varam noteikt jebkura Zemes punkta horizontu un līmenisko virsu, kas paralēla matemātiskai virsai, vai sakrīt ar to.

Ne mazāk raksturīgs ir arī tas fakts, ka šo svērtumu līniju virzieniem dažos Zemes virsas punktos ir savas novirzes un anomālijas (mulsuri).

Tas nozīmē, ka Zemes iekšienē milzīgi vielu smagumi nav vienmērīgi novēlušies. Novērojumi rāda, ka šie smagumi vēl orvien pārvietojušies pēc to sastādošo vielu specifiskā svara, vai zem radošos Zemes iekšienē gāzu un šķidrumu spiedienu. Šinī jautājumā pastāv un rodas orvien vēl jaunas teorijas un hipotēzes, kas mūs pakāpeniski tuvinā īstenībai.

Šinī sakarībā mūs interesē parādības, kas noris Zemes vertikālā griezumā virzienā, sākot no tās ārējā apvalka - atmosfēras - un beidzot ar Zemes kodolu, par cik tās iedarbojās Zemes virsas aprēru un formas veidošanā.

Atmofēras augstumu pašreiz noteic ap 500-800 km; bet pēdējā laikā zinātnieki orvien biežāk izsaka to domu, ka atmosfēra, ļoti izretinātā veidā, pilda visu starpplanētu telpu. Katra ziņa tā atmosfēras masa, kas aptver mūsu Zemi un ar kuras vidūtajību nonāk pie mums no pasaules izplatījuma milzīgie enerģijas kvantumi, veido vienas atmosfēras spiedienu uz Zemes virsas. Visa šī gaisa masa sver 5,2 triljonu kg un sastāda aprēru, vienu miljondaļu no Zemes lodes masas. Bet nevien šis gaisa spiediens, ar gravitācijas spēka funkcija, krīt sverā pie Zemes virsas formā veidošātais. Viņam piemīt arī savs ievērojams dinamika. Atmosfēras smagākajā apakšējā daļā - troposfērā - kas sniedzis augstumā līdz 8-17 km, norit svarīgas temperatūras maiņas un no tām izsuktās, tā saucamās, vispārējās cirkulācijas (gaisa un ūdens) un citas debas parādības un procesi, kas saistīti ar elektrību, zemes magnetismu, vielu radioaktivitāti u.t.t.

Augstākie atmosfēras slāņi, kas ietilpst stratosfērā (līdz 80 km) un vēl augstākie noved mūs tiešā saskarē ar plašo zvaigžņu telpu. Pārbaudot karšu zinātnē rūpējas, lai šīs zvaigžņu debess kartes būtu orvien pilnīgāki izveidotas un ciešāki saistītas ar Zemes kartēm. Sakarā ar mūsu lidmašīnu aeronautikas apžilbinošo progresu, tas prasa arī jaunas, viņi pierētotas, kartes, jaunas šo karšu projekcijas, jaunas pieņemtās zīmes, orientierus u.t.t. kā virszemes tā arī debess sferā.

Otrs Zemes apvalks ir ūdens - hidrosfēra, varēnu ūdens masa, kas pilda mūsu Zemes okeanus, jūras un kas veido mūsu ezerus, upes un ledājus. Tas ir viens no raksturīgākajiem geografiskās ainavas elementiem, kas, kopā ar gaisa kustības parādībām, par efektīvu dalību pie fiziskās Zemes virsas pārvērtībām.

Trešais Zemes apvalks - litosfēra - kuru rāda divas lielas iežu grupas: masīvie (kristālie) un nogulzņū (slāņu) ieži. Masīvie, kā mēs zinām, ir veidojušies iekšusētā, ununīgā šķidrā vielā atdziestot (graniti, balti, lavas). Šie ieži, acīmredzami, ir cēlušies no tām vieglākām vielām, kas Zemei šķidrāi esot, ir peldējušies pā virsu. Tuvāk gravitācijas centrā tie ir sargrupējušies smagākās, dažādi rotāli.

No saules, ūdens, gaisa, organismu un ķīmisku, radioaktivitātes u.t.t. procesu iedarbes rodas irdenie nogulzņū ieži (nāls, smilts, grants un oļi), kas ir viens no galveniem Zemes fiziskās virsas formētājiem.

Mūsu tiešiem pētījumiem pieejams tikai no vissi dziļē litosfēras

siltumu. Centralā zemes kodola temperatūru tagad vērtē tikai uz 4000° . Neraugoties, ka arī šī temperatūra ir visai augsta, kodola virsma var būt tikai cietā veidā, tā saucamā, elastiskā stāvoklī, jo tā atrodas zem ļoti liela spiediena (ap 3 milj. atmosfēru). Piemēram, ka zemes kodola ķermenis ir 2 $1/2$ reizes cietāks par tēraudu. Protams arī viņu saietādošā ~~stāvoklī~~ vielu specifiskam svaram ir jābūt augstam. Uz to norāda, starp citu, tas apstākļi, ka iežu milzīgās masas, kas sastāda zemes virsu (garozu), specifiskais svars ir ap 2, bet visas zemes lodes specifiskais svars ir ap 5. No tā izriet, ka tikai magma un tie šķidrums un gāzes, kas atrodas vai nonāk tuvāk pie zemes virsas, kur spiediens mazāks, var pieņemt šķidru vai gāzveida stāvokli. Tomēr arī tie var ievērojami ietekmēt un ietekmēt zemes matemātiskās virsas formas svārstības.

Radioaktivitātes parādību atklāšana (1902.g.) ir atvērusi veselu jaunu laikmetu zinātnē un nākotnes tehnikā. Viņai nevar pāriet garām arī modernā karšu zinātnē, par cik to interesē zemes virsas formas izveidošanās procesi. Kā zināms, vielu radioaktivitātes būtība ir tāda, ka dažiem ķīmiskiem elementiem atomi atrodas nestabilā stāvoklī un sabrūk, pārejot citu elementu atomos, kuriem vairs nepiemīt radioaktivitātes īpašības. Tā, urāns pāriet helijā un svinā, kuri tālāk vairs nepārveidojas, t.i. nav vairs radioaktīvi.

Urāna pārvēršanās process svinā un helijā notiek ļoti lēni. Tas - pirmkārt. Bet - otrkārt - sevišķi svarā krīt tas apstākļi, ka šis sabrukšanas process norit vienmērīgā ātrumā. Treškārt - šis ātrums nav atkarīgs no apstākļiem, kādos atrodas sabrūkošā viela. To neietekmē ne temperatūras vairāku desmitūkstošu grādu augstums, nedz arī spiediens, kas var būt desmitūkstošu atmosfērās. Atoma sabrukšanas process norit vienādi ātri, kā zemes virsū, tā tās kodola slāņos un uz visiem ķermeņiem lielajā pasaules izplatījumā. Ja ņemsim kilogramu urāna, tad pēc 66 milj. gadu viens procents (10 gramu) urāna būs pārvērties par 8,65 gr. svinā un 1,35 gr. helija. Nākošos 66 milj. gados notiek tas pats u.t.t.

No tā redzams, ka radioaktīvo vielu sabrukšanas process mums var nodotēt, kā lielisks pulkstens, kāda līdz šim mūsu zinātnēi trūka, pagājušo lielo laiku mērīšanai.

Tā, par piemēru, šis pulkstens mums jau tagad vāstīt, ka mūsu zemes garozas izveidošanās sākums ir atbaidāms uz trim miljardiem, t.i., 3000 miljoniem gadu atpakaļ no mūsu dienām. Šī pate vielu radioaktivitāte tagad mūs pārlicina, ka pa šo garo laiku, saules gaismas un siltuma raidījumi nemaz nav jūtami mainījušies. No otras puses - visdāzādākā veida geoloģiskie un citi pētījumi mūs pārlicina, ka dzīvība uz zemes radusies, apmēram, pirms 300 miljoniem gadu. Pārejot no visvecākiem zemes garozas slāņiem, kur sastopamas pirmās vienkāršāko dzīvnieku un augu atliekas, uz jaunākiem, mēs redzam, kā attīstījusies dzīvība, ka parādījušās sākumā mazas gliemežnīcas, pēc tam milzīgi vēži, zivis, rāpuļi, putni, zīdītāji. Beidzot, zemes slāņos, kuru vecumu novērtē ap 300 tūkstoš gadu, pirmo reizi sastopamas cilvēka eksistences pēdas. Tā tad, bija nepieciešami tikai 300.000 gadu vai, citiem vārdiem, tikai 10.000 paaudzēm, bija jānomaina citai cita, lai pirmatnējais pērtikim līdzīgs cilvēks pārvērstos mūsai laiku cilvēkā.

Salīdzinot ar mūsu parastajiem mēriem - saka prof. M.F. Subotins (Prof. M.F. Subotins: "Zemes izcelšanās") - tāds laika starpbrīdis liekas būt ļoti liels - jo visai cilvēces vēsturiskā dzīve aptver tikai nedaudzus tūkstošus gadu. Bet zemes dzīve, cilvēku eksistences laiks, tas laiks, kurā cilvēki nodarbojušies ar zinātni, ir tikai īss mirklis."

Lai mums atvieglotu gūt ērtāku priekšstatu par šiem astronomiskiem laika jēdzieniem, prof. Subotins lieto šādu interesantu paņēmieni.

"Trīs miljardus gadu - saka prof. Subotins - kurus pieņemam par zemes vecumu, nosauksim par "lielo gadu". Sadalīsim šo "lielo gadu", kā to darām ar parasto gadu, "dienās", "stundās", "minutēs" un "sekundās". Tādā gadījumā dzīvības pastāvēšanas ilgums, kā to viegli izrēķināt, ir $36 \frac{1}{2}$ "dienas", bet cilvēka eksistences laiks - pavisam 52 "minutes" un 36 "sekundes".

Pirmos zinātnes dīgļus mēs atrodam apmēram pirms trīs tūkstoš gadiem. Tas nozīmē, ka zinātne pastāv tikai 31 "sekundi".!

Teleskopu pirmo reizi vērsa pret debesīm 7. janvārī 1610. gadā un tikai no šīs dienas bija iespējams sākt tiešām sekmīgus apkārtējās pasaules pētījumus. Bet no šī brīža ir pagājušas ...tikai trīs "sekundes"! Teleskopam seko viens pēc otra optiskie instrumenti, bez kuriem arī mūsu modernā karšu zinātne nemaz nav domājama.

Vērsīsim tagad skatu uz nākotnes pusi.

Mums ir pilnīgs pamats domāt, ka tie apstākļi, kādos pašlaik atrodas zemes lode un kas dara iespējamu dzīvību uz zemes, nemainīsies kaut cik jūtami vairāku miljardu gadu laikā. Jūtami nemainīsies ne gaismas, ne siltuma daudzums, ko izstaro saule, ne arī attālums no zemes līdz saulei.

Tādā kārtā cilvēcei, kas ar zinātni tā īsti ir nodarbojusies līdz šim tikai nedaudzas "sekundes" stāv priekšā veseli "gadi" tālākai zinātnes attīstībai.

Visas mūsu atziņas, visi modernās zinātnes sasniegumi ir tīrais nieks, salīdzinot ar to, ko cilvēki sasniegs tik milzīgā laika sprīdī, jo viens gads satur $31 \frac{1}{2}$ miljonus "sekunžu". Bet tādu "gadu" cilvēcei stāv priekšā jādama vēl ļoti daudz.

Tā runā mūsu Padomju zinātne, kas ir modernākā pasaulē!

Atgriežoties pie vielu radioaktivitātes, tas pats prof. Subotins saka, "Radioaktivitātes parādību pētījumi tagad tikai sākās. Taču mēs jau zinām, kāda svarīga loma tām ir dabā. Vienu ķīmisku elementu pārvēršanās citos, kam seko milzīga enerģijas izdalīšanās, ir viens no pasaules pamata procesiem. Šis process dod to milzīgo gaismas un siltuma daudzumu, kuru izstaro saule un zvaigznes daudzu miljardu gadu laikā."

Mēs zinām, ka mūsu zemes apstākļos, no saules un citiem stariem dzimst visdažādākie spēki, kas nepārtraukti pārveido zemes virsu. Šos spēkus mēs šķirojam zemes iekšējos un ārējos spēkos. Ārējie spēki, kuru pamatā ir saules siltums; 1) sasilda zemes virsu, ūdeni, gaisu; 2) liek iztvaikot un kustēties ūdenim un gaisam, radot vējus, vilņus un jūras straumes. Ūdens tvaikus iznēsā vēji. Nokrišņi rada ūdeņus, upes, ezerus un šļūdoņus. Tūkstošiem upju un strautu nepārtraukti ieplūst atpakaļ jūrā. Ūdens un vēja cirkulācijas rezultātā tūkstošiem strautu pāršķel kalnus, tūkstošiem upju noskalo augstienes, tūkstošiem šļūdoņu nogludina kalnus! Milzu upes dod elektrisku enerģiju, nes kugus, apaugļo ielejas un druvas. Saules siltums un gaismas kuru pamatā ir radioaktivitāte, dod dzīvību augiem un dzīvniekiem, kam arī sava ietekme zemes virsas veidošanā.

Viss tas, visi šie faktori, parādības un elementi, ir milzīgs komplekss, milzīgs zinātnisks materials, kura konstatēšanā, sakopošanā, sistematizācijā, vispusīgā ilustrācijā un pētīšanā kartei pieder sava spilgti izteikta loma.

Kartes pamatā ir zemes virsas attēls. Mums ir jāzin, kā šī virsa ir tapusi, veidojusies un kādā stāvoklī savas formas un izmēru ziņā tā pašreiz atrodas.

Citiem vārdiem viens no mūsu zinātnes uzdevumiem ir pētīt tos likumus un iemeslus, kas maina un veido šo virsu.

2. Zemes forma un izmēri.

Zemes sferoida elementi.

No visām pazīstamajām matematisķajām virsām geoida virsai visvairāk tuvinās elipsoīda vai sferoīda virsa.

Zem sferoīda virsas mēs saprotam tādu virsu, kas veidojas no elipses PP_1E (zīm.I) griešanās ap vienas mazo asi PP_1 .

Zemes sferoida matematisķos elementus pieņemts apzīmēt šādiem burtiem:

a... sferoida liela (ekvatoriāla) pusass (CQ) un (CE).

b... sferoida maza (polārā) pusass (CP) un (CP_1).

$p = \frac{a-b}{2}$ zemes sferoida saspiedums (polu virzienos) un $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$

meridiāna elipses ekscentritāte ekvatoriāla virzienā, vai, vienkārši, Zemes ekscentritāte.

Zemes sferoida apmērus dažādos laikos ir aprēķinājuši daudzi zinātnieki, secinot tos no grādu mērījumu rezultātiem.

Krievijā līdz XIX g.s. 80. gadiem, apstrādājot triangulācijas, pieņēma zemes sferoida apmērus pēc šo astronomu, Abo observatorijas direktora, Valbeka datiem. Pēc 80. gadiem daži geodezisti pieņēma vācu astronoma Besseļa 1841. gadā aprēķinātos datus, bet daži pēc angļu geodezista Klarka 1880. gadā iegūtiem datiem.

Tu kā dažādu sferoidu datu pielietošana triangulācijas apvienošanā radīja lielas neērtības, tad bija jāķeras pie pētījumiem, lai noskaidrotu, kādi dati Krievijas teritorijai ir vispiemērotākie. Pētījumi pierādīja, ka Krievijai vispiemērotākais ir Besseļa sferoīds, kas sākot ar XX g.s. arī izskauž šeit visus citus sferoīdus.

Besseļa sferoida izmēri ir šādi:

$$a = 6.377.397 \text{ m.}$$

$$b = 6.356.079 \text{ m.}$$

tā tad:

$$p = \frac{a-b}{2} = \frac{1}{299,15} \approx \frac{1}{300},$$

bet

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = 0,0066744.$$

Geodēzisku darbu koordinācijai dažādās valstīs ārkārtīgi svarīgi ir viena kopēja sferoida nodibināšana visām valstīm. Šo domu pirmais izteicis prūšu geodezists Baiers (1861.-1863.).

Ši jautājuma apspriešanās noturētas vairākas starptautiskas geodēziskas konferences, bet vienprātīgus lēmumus to dalībnieki nav pieņēmuši.

1924. gadā Starptautiskā kongresā Malride vairums dalībnieku izteicās par amerikāņu geodezista Heiforda (Hayford) sferoida apmēru pieņemšanu, kas aprēķināts 1910. gadā un kura dati ir sekojoši:

$$a = 6.378.388 \text{ m.}$$

$$b = 6.356.909 \text{ m.} \quad \text{tā tad}$$

$$p = \frac{a - b}{a} = \frac{1}{297,0}$$

Zemāk, tabulā, pievedam Zemes sferoīda elementus, kurus dažādos laikos ir aplēsuši zinātnieki, pamatojoties uz dotībām, kas iegūtas triangulāciju mērījumu ceļā dažādos zemes ločes apgabalos.

	Liela pusass a metros	Mazā pusass b	Saspiede $\frac{a - b}{a}$	Meridiana ceturtdaļas garums metros
Delambers 1800.g. (Francijā)	6375653	6356564	$\frac{1}{334,0}$	10.000.000
Bessels 1841.g. (Vācijā)	6377397	6356079	$\frac{1}{299,15}$	10.000.856
Klarks 1880.g. (Amerikā)	6378249	6356515	$\frac{1}{293,0}$	10.001.868
Heifords 1909.g. (Amerika)	6378388	6356912	$\frac{1}{297,0}$	10.002.288
Krasovskis 1936.g. (PSRS)	6378245	-	$\frac{1}{298,3}$	

Heiforda sferoīds pieņemts USA, Francijā, Spānijā, Beļģijā, Egiptē, Norvegijā, Čveicē, Čehoslovākijā.

Padomju Savienība šini kongresā nepiedalījās.

L: "1926.gadā notika otrā konference Helsīnkos, kurā piedalījās: Latvija, Igaunija, Lietuva, Somija, Zviedrija, Dānija, Dancigas brīvpilsēta, Polija un Vācija. Arī šini konferencē pieņēma Bessela sferoīda datus. Bet 1936.g. Baltijas valstu geodēzijas konferencē Helsīnkos ir pieņemti Heiforda elementi.

1926.gadā Padomju Savienības geodēzisti savā geodēzistu apspriedē Maskavā, kuru sasauca Gosplana geodēzistu komiteja, nāca pie slēdziena, ka pašlaik vēl nebūtu vēlams pieņemt Heiforda sferoīdu kā starptautiski atzītu un, ka Padomju Savienībai pieņemams Bessela sferoīds.

Pašlaidis pie mums Savienībā, saskaņā ar PSRS 7.aprīļa 1946.g.dekretu ir spēkā prof.Krasovska elementi:

$$a = 6.373.245 \text{ m,}$$

$$p = \frac{1}{298,3}$$

uz kuriem mums jāpāriet nākošās piegādes laikā.

3. Ģeografiskās koordinātes un to elementu aplēšana.

Mēs jau teicām, ka sferoīds ir ķermenis, kuru dabonam griežot elipsi ap tā mazo asi PP_1 (zīm.1).

Mazās ases PP_1 gali šinī gadījumā, saucas par poliem: viens - ziemeļu, otrs - dienvidu. Katrs elipses punkts griežties dod aploci, kas saucas par paralēli; lielākā no paralelēm - ir ekvators. Paraleļu un ekvatora apli ir plaknes perpendikulāras sferoīda griešanās asi. Ekvatora plakne šķērso Zemes sferoīda centru un ir vienādā attālumā no abiem poliem.

Ja šķēlam Zemes sferoīdu ar plakni, kas šķērso griešanās asi PP_1 - mēs dabonam elipsi, kura saucas par meridiānu.

Vienu no meridiāniem pieņem par sākuma, par pirmo, vai par nulles meridiānu. Pārējo meridiānu stāvokli noteic divplakņu lenķis, kuru veido dotā punkta A meridiāna plakne - no vienas puses - un sākuma meridiāna plakne - no otras. Šo divplakņu lenķi mēs saucam par punkta A ģeografisko garumu un apzīmējam ar grieķu burtu λ (lambda) - ja viņš izteikts grādos - un ar latīņu burtu L, ja tas izteikts ar paralēles loka BA garumu, kas ietverts starp minēta lenķa malām.

1884. gadā, Vašingtonas starptautiskā konferencē, par sākuma meridiānu pieņēma Grinvičas meridiānu, kas iet caur Grinvičas (Londonas tuvumā) observatorijas centru. Ģeografiskais garums skaitās uz abām pusēm no sākuma meridiāna, t. i. austrumu un rietumu virzienos no 0° līdz 180° . Garumus austrumu virzienā apzīmē ar zīmi (+) jeb ar burtu E (Est = austrumi), bet rietumu virzienā - ar zīmi (-) jeb ar burtu O (Ouest = rietumi).

Katrai valstij, kā zināms, ir savs meridiāns. Tāpēc nebūs lieki, ja šeit pievedīsim dažu ievērojamāko meridiānu ģeografisko garumu starpību tabulu.

T a b u l a

Nosaukums	G r i n v i č a		P a r ī z e	
Grinviča	$0^\circ 01' 0''$,00	$0^h 0^m 0^s$,00	$2^\circ 20' 13''$,95	$0^h 9^m 20^s$,93
Parīze	$2^\circ 20' 13$,95	$0 9 20$,93	$0 0' 0$,00	$0, 0 0$,00
Pulkova	$30 19' 38$,55	$2 1 18$,57	$27 59' 24$,60	$1 51 57$,64
Ferro	$17 39' 46$,05	$1 10 39$,07	$20 0' 0$,00	$1 20 0$,00

Nosaukums	P u l k o v a		F e r r o	
Grinviča	$30^\circ 19' 38''$,55	$2^h 1^m 18^s$,57	$17^\circ 39' 46''$,05	$1^h 10^m 39^s$,02
Parīze	$27 59 24$,60	$1 51 57$,64	$20 0 0$,00	$1 20 0$,00
Pulkova	$0 0 0$,00	$0 0 0$,00	$47 59 24$,60	$3 11 57$,64
Ferro	$47 59 24$,60	$3 11 57$,64	$0, 0 0$,00	$0 0 0$,00

Perpendikulu N (svērtena virziens) punktā A pret plakni MK skarošu sferoīda virsu tanī pat punktā A - saucam par punkta A normāli attiecībā pret sferoīda virsu šinī punktā.

Ja šo statenisko līniju turpināsim uz abām pusēm - tā šķērsos debess līniju divos punktos. Punktu virs horizonta saucam par Zenitu, bet zem horizonta - par Nadiru (pretūji novietotais).

Plakni MK, kas perpendikula svērtena līnijai, saucam par horizontālo (horizonta) plakni jeb par dotā punkta horizontu.

Leņķi, kuru veido svērtena līnija (N) ar ekvatora plakni, saucam par punkta A (zīm. 1. un 2.) geografisko platumu un apzīmējam ar grieķu burtu φ , ja leņķis izteikts grādos, vai ar burtu φ (ja leņķis izteikts lineāri, t.i., ar punkta A meridiāna loka garumu, kas slēdz leņķi).

Paralēles skaita sākot no ekvatora uz abām pusēm: uz ziemeļiem un uz dienvidiem no 0° līdz 90° , pie kam ziemeļu platumas apzīmē ar (+) jeb ar burtu N (NOrd), bet dienvidu ar zīmi (-), jeb ar burtu S (Sud).

Geografiskais platums un garums sastāda dotā punkta geografiskās koordinātas un noder šī punkta stāvokļa noteikšanai uz sferoīda, bet ne uz patiesās Zemes virsas, jo uz fiziskās virsas esošā punkta stāvokļa noteikšanai ir nepieciešama vēl trešā koordināta - augstums.

Mēs varam šķēlēt Zemes sferoīdu ar bezgalīgu skaitu plakņu, kuras sakrīt ar normāli N. Viņas visas būs itkā uzvārtas uz šīs normāles. Normāle N ir visu kopējais diametrs. Šādi šķēlumi saucās par normāliem šķēlumiem, jeb par dotā punkta vertikalām plaknēm, vai vienkārši - par vertikālām. Visi pārējie šķēlumi, kas iet caur dotu punktu A, bet neiet pa normāli N ir gāzeniskie vai slīpie.

Starp visiem punkta A normāliem šķēlumiem sevišķa nozīme piekrīt tiem, kas ir savstarpēji perpendikulāriem, kurus sauc par galveniem normāliem šķēlumiem.

Viens no šiem galveniem normāliem šķēlumiem ir PAQP, E, jeb, tā saucamais, punkta A meridiāns. Otrs punkta A galvenais normālais šķēlums ir P, Q, kas ir perpendikulārs tikko minētam meridiānam un saucas par pirmā vertikāla plakni (apli) jeb vienkārši par pirmo vertikālu.

Ja Zeme būtu sfera (ideāla bumba, kuras visi rādijs - vienādieli), tad visu Zemes virsas punktu izliektības rādijs būtu viens un tas pats. Bet Zemes sferoīda virsas izliektība mainās ne tikai pārejot no punkta uz punktu, bet arī tanī pat punktā pārejot no virziena uz virzienu. Tā piemēram, punktā A mēs šķēlēs ar normālu šķēlumu palīdzību Zemes sferoīda virsu ar šo šķēlumu plaknes griezīs sferoīda virsu pa līknēm, kuru izliektības rādijs būs dažādi, atkarībā no šo griezum virzieniem (azimutiem).

Lai gūtu jēdzienu par šīs problēmas būtību, iepazīsimies tikai ar pirmo raksturīgāko normālo šķēlumu - un proti - ar galveno šķēlumu, ar punkta A meridiāna un pirmā vertikāla izliektības rādijiem.

Punkta A meridiāna izliektības rādijs (M) un tā paša punkta pirmā vertikāla rādijs (N), pamatojoties uz mums jau zināmiem zemes sferoīda elementu lielumiem un dotā punkta (A) geografisko platumu un garumu izteikās sekojošās formulās:

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}} \quad (1)$$

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{\frac{1}{2}}} \quad (2)$$

kur ir punkta A geografiskā platuma leņķis

Dažos gadījumos, par kuriem būs runa vēlāk, iespējams ignorēt Zemes saspiedi (p), pieņemot Zemi par sferu, kuras virsa vienādiela zemes spheroida virsai. Tādas sferas rādiju (R) izž pēc formulas:

$$R = a(1 - \frac{1}{6} e^2) = \frac{6.370.290 \text{ m. (Besela)}}{6.371.110 \text{ m. (Krasovska)}} \quad (3)$$

Atvietojot kādu zemes spheroida virsmas daļu ar attiecīgu sferas, a, šis sferas rādiju dažos gadījumos pieņem kā geometrisku vidējo no ekvatorā un polos normālo spheroida loka rādijiem. Tādu rādiju aplēž pēc formulas:

$$R_{vid} = \sqrt{M \cdot N} = \frac{a \sqrt{1 - e^2}}{1 - e^2 \sin^2 \phi} \quad (4)$$

Pievedīsim vēl formulas, kas noteic zemes spheroida paralēļu un meridiānu loku (sektoru) garumu.

Paralēles loka garums (l) starp punktiem A un B izteicās (zīm.2):

$$l = r \cdot \phi$$

(r) ir paralēles AB rādijs, bet φ šis paralēles centrālais leņķis atbilst lokam AB un reprezentē punktu A un B geografisko garuma atšķirību. No trīsstūra AOD izriet, ka mazais rādijs (r) = N · cos φ, kur N ir punkta A normāle, bet φ šī punkta geografiskais platums. Ievietojot r vietā viņa nozīmi, dabūsim:

$$l = N \cdot \cos \phi \cdot \phi \quad (5)$$

Spheroida meridiāna loka garums AQ (vai B) no ekvatora līdz punktam A ar platuma leņķi φ tiek sēsts pēc formulas x), kuru atrisina augstāk minētajā geodēzijas kursos.

Praksē šo formulu nelieto. Šim nolūkam ir speciālas tabulas, kurās ir gatavas loka B lieluma nozīmes (skat. pielikumu). Šīs tabulas ārpus meridiānu loka garumiem, parasti, ir arī pievesti citi dati, kas bieži nepieciešami zemes elementu lielumu un formas aprēķināšanai. Piemēram, galveno normālo spheroida aploču rādijs, paralēļu loka garums u.t.t.

Meridiāna neliela loka garumu (l) starp punktiem ar geografiskajiem platumiem φ₁ un φ₂ aplēž pēc vienkāršotas formulas:

$$l = M_{vid} \cdot (\phi_2 - \phi_1) \quad (6)$$

M_{vid} - ir meridiāna izliektnes rādijs platumam, kas ir vidējs platumam φ₁ un φ₂; bet φ₁ = φ₂ - φ₁

Atvietojot zemes spheroidu ar sferu, kuras rādijs ir (R), formulas (6) pieņem sekojošu veidu:

$$l = R \cdot \cos \phi \cdot \phi \quad (5)$$

$$B = R \cdot \phi \quad (6)$$

Meridiāna loka garums no ekvatora līdz dotā platuma paralelei ar leņķi φ izteiksies tādā gadījumā ar formulu:

$$B = R \cdot \phi \quad (7)$$

$$B = \int_0^\phi M \cdot d\phi = \int_0^\phi \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{3/2}} \cdot d\phi$$

Meridiana Loka garums no ekvatora līdz dotā platuma paralelei (A) vai lenķis (φ) izteiksies tadā gadījumā ar formulu:

$$B = R \cdot \varphi \quad (7)$$

4. Svērteņa līniju novirzes un anomalijas.

Ja Zemes ķermenis, geoīdam, būtu ideāla, kartneja, forma - teiksim - ja viņam būtu sferoīda forma, kas izveidojusies un nostabilizējusies kā tāda pateicoties šī ķermeņa vienmērīgai rotatīvai un progresējošai kustībai, kas noteikusi vienmērīgu šo ķermeni sastād šo vielu nogulšanos pēc to specifiskiem svāriem (blīvumiem), koncentriskos elipsoīdālos slāņos, - tad tādai dabas parādībai, kuru saucam par smaguma spēka pātrinājumu un kuru noteic vienīgi visas Zemes masas pievilkšanas un centrifugālais spēki, būtu jāmainās uz tāda sferoīda virsas pēc noteikta fiziska likuma, kuru ar pietiekošu precizitāti izteic pazīstamā Klero formula:

$$g = g_{ek} + (g_p - g_{ek}) \sin^2 \varphi$$

kur g_{ek} ir gravitācijas (pievilkšanas) spēka pātrinājums uz ekvatora

un g_p - gravitācijas spēka pātrinājums uz pola; g - gravitācijas spēka pātrinājums uz sferoīda dotā punkta A ar geografisko platumu φ .

No šīs formulas izriet, ka gravitācijas spēka pātrinājums $(g_p - g_{ek}) \sin^2 \varphi$ pieaug no ekvatora polu virzienā tieši proporcionāli geografiskā platuma sinusa kvadrātam un ka gravitācijas spēka pātrinājums uz ekvatora ir mazāks nekā uz poliem.

Bet, patiesībā, precīzi un tieši gravitācijas spēka pātrinājuma mērījumi dabā, dažādos Zemes virsas punktos, kas dabūti ar svārstu (pendeļu) palīdzību, atšķiras no šiem aprioriem teoretiskiem lēzumiem.

Skaidrs, ka šādas gravitācijas spēka pātrinājuma novirzes dažādos Zemes virsas punktos no teoretiskām normām norāda, ka Zemes virsas forma ir nekārtneja. Turklāt, šīs novirzes noder mūsu zinātnei - geodezijai kā izejas punkts Zemes virsas īstas formas izdibināšanai.

No otras puses - ja Zeme būtu nekustīga un ja tā būtu sfera vai sferoīds ar vienādi nogulušamies vielām pēc to blīvumiem koncentriskos sferoīdālos slāņos, tad Zemes pievilkšanas spēks būtu Zemes centra virzienā. Tad kura katra atsvara svārs uz Zemes virsas būtu vienādlīdls smaguma spēkam. Spēks, ar kuru jātur atsvars, kas piesiets svērteņa aukl, lai atsvars nekristu, vai, kā mēdz teikt, svērteņa auklas reakcija būtu, šīnī gadījumā, vienādlīdla smaguma spēkam un tās virziens būtu diametrāli pretējs.

Bet, pateicoties Zemes vienmērīgai rotatīvai kustībai - uz atsvara iedarbosies vēl viens spēks, kas rodas kā seka tieši Zemes rotācijai. Šis ir centrifugālais spēks, kura virziens sakrīt ar mūs interesējošā uz Zemes virsas punkta A geografiskās paralēles rādijs virzienā (zīm. 21)

Šīnī gadījumā auklas reakcija, kas vienādlīdla šķietamam atsvara svāram, ir vienādlīdla divu spēku rezultantei: tiešam Zemes pievilkšanas spēkam F un centrifugālam F_c .

Šis rezultants virziens, jeb, kā biežāk mēdz teikt, svērtēniskās līnijas virziens, nebūs centrāls, neies uz Zemes centru, izņemot polu un ekvatoru.

Leņķis starp rādiiju - vektoru, t.i. taisni, kas vieno ikkuru sferoīda virsas punktu ar sferoīda centru - no vienas puses - un ekvatora plakni, - no otras puses, saucās par geocentriskā platuma leņķi un to apzīmē ar burtu φ (zīm. 2^a), atšķirībā no geogrāfiskā platuma, kuru apzīmē ar burtu φ' .

Starpība starp geogrāfisko un geocentrisko platumiem mainās atkarībā no punkta A stāvokļa uz Zemes virsas pilnīgi likumtiecīgi un to aptuvenis var izteikt ar formulu:

$$\Delta \varphi = S'' \cdot \sin^2 \varphi$$

no kurienes

$$\Delta \varphi = S'' \cdot \sin^2 \varphi$$

kur S'' - sekunžu skaits radiānā, bet R - sferoīda saspiestība (skat. § 2).

Ja geogrāfiskā un geocentriskā platumu starpība, kas aplēzta pēc formulas, atšķirtos no tās, kas konstatēta dabā, tad mums ir darījama ar anomāliju, jeb mulsumu svērteņa līnijas virzienā (zīm. 2^a), kas rodas no nevienādiem vielu masu nogulumiem vai sabīdījumiem Zemes virsū (kalni), vai Zemes iekšienē (gāzes, šķidrums).

Šo svērteņa līniju anomāliju noteikšana noris sekojošā kārtā.

Vispirms kādam Zemes virsas punktam A nosaka tā geogrāfiskās koordinātas - platumu un garumu - uz astronomisko novērojumu pamata. Šos astronomiskos datus pieņem par izejas, par sākuma datiem. Tad, zi noteic virzienus (azimutus) un atstatumus līdz citiem punktiem un aplēž to platumus un garumus. Šādus punktu platumu (B) un garumu (λ) līnēarus aplēzumus sauc par geodeziskiem, kurus mēs atšķiram no tieši novērojamiem (φ) un (λ), graduāliem, jeb astronomiskiem. Geodezisko aplēzumu galējos punktus atkal noteic astronomiskā ceļā. Salīdzinot tā iegūtās astronomiskās un geodeziskās koordinātas mēs gūstam materialu par anomāliju lielumu. Uz šo anomāliju konstatēto lielumu pamata mēs spriežam par Zemes virsas īsto formu.

Formulas (5), (6), (5^a), (6^a) un (7) izvedot mēs esam lietojuši grādu mērus pie leņķu φ un λ apzīmējumiem. Ja mēs tos vēlamies pārvērst lineāros mēros, t.i. attiecībā pret rādiiju (radianos), tad grādu lielums jāpārvērš uz pārejas reizinātāju, t.i. uz $\frac{1}{q}$.

Ja φ (vai λ) ir sekundēs, tad $\frac{1}{q} = \frac{1}{206.264,8}$, jo loks 1" garums

ir $\frac{1}{206.264,8}$ no rādiija garuma. Uz tā paša pamata (sferas lielums) tad viens grāds,

Ja φ (vai λ) ir minūtēs, tad $\frac{1}{q} = \frac{1}{3.437,8}$.

Ja φ (vai λ) ir grādos, tad $\frac{1}{q} = \frac{1}{57,3}$.

5. Zemes virsas attēlojums uz globa.

Zeme, pēc savas formas, vēspār maz atšķiras no sferas (ideālas bumbas). Viņas saspiede ir aptuveni tikai $\frac{1}{300}$ ($p = \frac{1}{300}$). Tapēc zināmos gadījumos, kā mēs jau aizrādījām, kur liela precizitāte netiek prasīta, zemi var pieņemt par sferu. Ar šādu gadījumu, starp citu, mēs sastopamies, ja vēlamies zemes lodi mākslīgi attēlot mazas bumbas veidā, kā

sauca par globu. Tādam zemes lodes attēlošanas veidam ir liela nozīme daudzējādā ziņā.

Iedomāsimies divas sfēras (zīm.3) ar kopēju centru (O). Lai lielā sfēra ar radiju (R) reprezentē zemes lodi, bet mazā - ar radiju (r) - globu, uz kura mēs gribam dabūt zemes virsas kontūru attēlu.

Projecēsim Zemes virsas punktus uz globa virsas ar staru palīdzību, kas nāk no sfēras centra. Lai zemes virsas punkti (ABC) tēlojas uz globa punktos (abc).

Kā tas zīnāms no geometrijas, divas figūras, kas ņemtas izplatījumā, būs līdzīgas (vienveidīgas), ja visi stari, izejoši no kāda punkta - līdzības centra - (O) un virzoties caur identiskiem abu figūru punktiem, dalīsies vienā un tajā pašā attiecībā. Mūsu gadījumā līdzības centrs ir punkts (O), kopējs abām sfēriskām virsām, bet atstatumu attiecība no līdzības centra līdz attiecīgiem zemes lodes un globa punktiem būs viscaur viena un tā pati un vienādi liela minēto abu sfēru radiju attiecībai.

Tā tad, projecējot ar staru palīdzību, kas iziet no punkta (O) kuru katru figūru (piemēram figūru ABC) no Zemes virsas uz globu, mēs dabūsim uz tā virsas figūru (abc), līdzīgu tai, kuru ņemam uz Zemes lodes dabā. Lielo aploču loki (AB), (AC) un (BC) izteiksies uz globa ar lielo aploču lokiem (ab), (ac) un (bc), bet attiecīgu loku garumu attiecība būs līdzīga viņu radiju attiecībai, t.i.:

$$\frac{ab}{AB} = \frac{ac}{AC} = \frac{bc}{BC} = \frac{r}{R} = C \text{ (const., t.i., nemainīgs, pastāvīgs).}$$

No tā izriet, ka kādā vietā uz zemes virsas mēs arī ņemtu lineārus atgriezumus, tie visi attēlosies uz globa vienādā pamazinājumā; citiem vārdiem - attēlojuma mērogs visās globa virsas vietās būs vienāds.

Ievērosim, ka visi šie lineārie atgriezumumi, kā uz Zemes virsas, tā uz globa, stingri matemātiski ņemat, nav taisnes, bet līknes, - loki ar saviem attiecīgiem radijiem.

Ja mēs augstāk pievestās proporcijās apmainīsim vietām galējos locekļus:

$$\frac{AC}{AB} = \frac{ac}{ab} = \frac{R}{bc} = \frac{r}{bc}$$

tad nāksim pie slēdziena, ka attiecības starp attiecīgiem loku atgriezumumiem uz globa, ir būs tādas pašas, kādas tās ir starp attiecīgo līniju garumiem uz zemes virsas.

Nākamā vērtīgā globa īpašība ir tā, ka uz viņa uzglabājas attēla lenķi vai attēloja konformitāte: lenķi (A), (B) un (C) uz Zemes virsas ir vienlīdzīgi attiecīgiem lenķiem (a), (b) un (c) uz globa, tāpēc ka tos veido attiecīgas, savstarpēji paralelas, malas.

Talāk, tā kā sfēru virsu laukumu attiecība ir līdzvērtīga viņu radiju kvadrātu attiecībai, tad globa kontūru laukumu attiecība pret attiecīgiem Zemes sferoida kontūru laukumiem būs vienmēr pastāvīga, nemainīga.

Piemēram:

$$\frac{abc}{ABC} = \frac{r^2}{R^2} = C$$

Mainot šīs attiecības vidējos locekļus, mēs dabūsim, ka kontūras laukums uz Zemes sferoida tā attiecas pret savu d radija kvadrātu, ka attiecīgā kontūra laukums uz globa pret savu radija kvadrātu.

No tā izriet, ka attiecības ρ starp attēliem uz globa ir tādas pat, kādas tās pastāv starp konturām dabā. Pateicoties šim vērtīgām globa īpašībām, tas ir neatvietoājams zemes lodes attēls.

Globa darināšanai izgatavo stipra, speciāla papīra strēmeles, kuras izgriež pēc speciālas formas. Šīs strēmeles mēdz saukt par fiz. (Zīm. 4 B). Uz tām uznes kartes zīmējumu, pēc tam uzstiepj tās uz uzlīmē uz metala, ~~xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx~~ kartona, vai cita materiāla bumbas (sferas).

Mēs zinām, ka globus taisīja jau senatnē, bet sevišķi lielus tos sāka taisīt XVII g.s. Viens no tādiem globiem, 3,5 m. diametrī, ko pagatavojuši Alears un Bušs Vācijā, sākot ar 1713. gadu glabājas mūsu Vis-savienības Zinātņu Akadēmijā, Maskavā.

Parīzes pasaules izstādē 1889. g. demonstrēta, globa radijs bija 12,75 m. un pats globs svēra 10 to. Tik lielus globus gatavo ļoti reti, jo to būve un praktiskā pielietošana saistīta ar lielām grūtībām.

6. Zemes sferoida virsas attēlošana uz plaknes. (Jēdziens par projekciju).

Globs ir liels mācības līdzeklis, kas dod pilnīgu pārskatamību par zemes vispārējo formu un atsevišķo tās daļu - sauszemes un ūdens - līstiem samēriem. Tomēr tas nav sevišķi uzskatāms atsevišķu zemju, valstu, salu, ceļu u. t. t. sīkākai studēšanai. Uz globa atsevišķu zemes virsu elementu attēloti vairāk miljonu reiz pamazinātā mērogā un tāpēc ļoti daudzi mums svarīgi, bet mēroga ziņā sīki elementi, nav saskatāmi. Un tiešām, ja Zemes diametrs (nosapaļojot) līdzīgs 12.700 km, un ja tā globa, uz kura mēs vēlamies Zemi attēlot, diametrs ir 50,8 cm, tad globa mērogs ir 1 : 25.000.000 un sīkos detaļus uz tā attēlot nav iespējams.

Nemot uz šāda globa, piemēram, 100 km² laukumu, šāda kvadrāta mala dotā mērogā izteiksies atgrieznī, kura lineārais garums būs tikai 0,4 cm un tāpēc ietilpināt šāda apmēra laukuma kontūras vēl kādus sīkus, protams, nav iespējams.

Atsevišķu kontinentu, zemju un apgabalu attēloji lielmērogos (līdz 1 : 200.000) un pat vidējos mērogos (līdz 1 : 1.000.000) iespējami tikai uz plaknes: papīra, metala u. t. t., uz kuras pārnes zemes sferoida, vai sferas virsu, saskaņā ar speciāliem mākslīgiem paņēmieniem.

Sferiskā virsa pieder pie tādam virsām, kuras nav iespējams pārnest uz plaknes bez krokām, plaisām un pārrāvumiem. Analizējot jautājumu par globa darināšanu, tika minēts paņēmienš, kā izklāt sferas virsu plaknē pa daļām atsevišķu fiz. veidā. Pieliekot atsevišķus fiz. vienu blokam otram (zīm. 5), mēs redzam, ka redās spraugas, kas līdz ar attālināšanos no ekvatora palielinās. Lai novērstu šos pārrāvumus un sasniegtu nepārtrauktus attēlus, būtu jāizstiepj kontūru daļas, kas uznestas uz atsevišķiem fiz. tādā veidā, lai tie sakļautos, savienotos viens ar otru.

Pilnīgi skaidrs, ka šīs kontūras tādā gadījumā ievērojami deformētos., sakropļotos, sevišķi geografiskie platumu ekstrēmos, t. i. tuvojo-ties poliem. Šis deformācijas izteiksies lielākos vai mazākos lineāro garumu, leņķu un laukumu deformējumos, pie kam šo deformāciju apmēri dažādās attēlu vietās būs dažādi.

Ja nemsim uz sferoida virsas vienādlielus lineārus atgriežņus, kas novietoti dažādās vietās, tad šie atgriežņi attēlā uz plaknes nebūs vienādlieli. Citiem vārdiem - dažādās attēlā vietās lineārais mērogs būs dažāds. To pašu varam teikt attiecībā uz leņķiem un laukumiem.

Lai dabūtu uz plaknes nepārtrauktu sferiskās virsas attēlu ar vismazāko kropļojumu, kartogrāfijs pielieto konvencionālus, pieņemtus attēlus, t. s., kartogrāfiskās projekcijas.

Šo darinājumu būtība ir tā, ka no sferoīda virsas uz plakni pārnes dažas sferoīda pamatlīnijas, ievērojot noteiktus kartografiskus likumus un tikai pēc tam pārnes atsevišķus punktus un zemes virsas laukumu kontūras, kuru vieta un stāvoklis attiecībā pret šīm konvencionālām pamatlīnijām uz sferoīda virsas ir zināmi.

Punktu stāvokli uz sferoīda virsas ir visērtāki noteikt pēc to geografiskām koordinātēm — platumu un garumu — un par pamatlīnijām pieņemot sferoīda meridiānus un paralleles. Darinot karti, no zemes virsas vispirms pārnes uz plakni meridiānu un paralleļu līnijas.

Projektējot sferoīda meridiānus un paralleles uz plaknes pēc zināmas taisnu un līkņu sistēmas, kas, saskaņā ar kartogrāfijā pieņemtiem likumiem, pāriet viena otrā, dabūsim uz plaknes kura katra sferoīda meridiāna un paralleles attēlu. Norunāsim, piemēram, attēlot uz plaknes Zemes sferoīda meridiānus m_1, m_2, m_3, \dots , kas atrodas vienādā atstatumā viens no otra ar parallelēm taisnēm m'_1, m'_2, m'_3, \dots , bet paralleles

n'_1, n'_2, n'_3 , perpendikularām meridiāna līnijām; noteicot kādā atstatumā jābūt meridiāniem un parallelēm vienam no otra uz plaknes, nav grūti dabūt uz tās kura katra projektējamā meridiāna vai paralleles attēlu. Katra punkta stāvoklis uz sferoīda virsas ir pilnīgi noteikts ar viņa geografisko koordinātu palīdzību. Piemēram, punkta A stāvokli noteic meridiāna m_2 geografiskais garums un paralleles n_3 geografiskais platums. Uznesot uz plaknes meridiānu un paralleļu attēlus, nebūs grūti pārnest (noprojicēt) no sferoīda virsas uz plaknes atsevišķus tās punktus. Tā, piemēram, punkta A attēls, jeb pareizāki sakot — projekcija, būs punkts A', kas atrodas taisnē m'_2 un n'_3 krustojumā un attēlo attiecīgo meridiānu m_2 un paralleli n_3 . Gluži tāpat mēs dabūsim kura cita punkta projekciju, piemēram: C, D u.c.

Uz plaknes dabūtais zemes sferoīda meridiānu un paralleļu tīkls saucas par kartografisko tīklu, bet šī kartografiskā tīkla pieņemta (konvencionālā) attēlošanas metode uz plaknes — ir kartografiskā projekcija.

Ievērojot to, ka šādu attēlošanas metožu (parēmienu) skaits var būt bezgalīgs, ir skaidrs, ka arī dažādo kartografisko projekciju skaits var būt bezgalīgs.

Bet kādā kartografiskā projekcijā mēs arī neattēlotu zemes sferoīdu vai kādu tā atsevišķu daļu uz plaknes, šis attēls vienmēr būs zināmā mērā deformēts, sakropļots, pie kam deformācija būs jo lielāka, jo lielāku zemes virsas daļu mēs tēlosim. Šī deformācija, kā jau teikts, izpaužies gan līniju garuma, gan leņķu, gan platību laukumu deformācijā. Tomēr iespējams izvēlēties tādās attēlošanas metodes, kurās sferoīda virsas daļa būs attēlota uz plaknes, nekropļojot vai nu leņķus, vai laukumus. Bet tūlīt mums jāpiebilst, ka tādā kartografiskā projekcijā nekad nevar būt, kurās vienā un tajā pašā laikā nedeformētos ne leņķi, ne laukumi. Tas nozīmētu to pašu, ka sferas virsu būtu iespējams pārverst plaknē bez deformējumiem. Kā zināms, tas nav iespējams.

Atkarībā no likuma, kādu mēs savam kartografiskam attēlam esam izraudzījuši, dabūsim vienu vai otru kartografisko tīklu.

5. Attēlu mērogs kartogrāfiskās projekcijās.

Jēdziens par kartes mērogu, kā līnēuro tā laukumisko, nav tas pats kas par plāna vai globa virsas mērogiem.

Plāns, kā mēs to jau zinām, attēlo uz papīra samazināta, bet vienmērīgi samazināta vai līdz neliela Zemes virsas platību horizontālā projekcijā.

Ar jēdzienu "plāna mērogs" mēs saprotam kādas līnijas garuma vai laukuma platības attiecības, kas pēti uzplāna, pret tām atbilstošam līniju vai platību lielumiem dabā. Kurā plānā vietā arī šādas līnijas vai laukumi nebūtu pēti, šīs attiecības nemainās. Citiem vārdiem sakot - plāna mērogs visās tā daļās ir nemainīgs, tas ir pastāvīgs lielums (konstants).

Tāpat globa virsas, kā līniju tā laukumu, mērogi ir nemainīgi, pastāvīgi, vieni un tie paši visās globa virsas vietās. Var teikt, ka Zemes virsu var attēlot bez kādām deformācijām tikai uz globa.

Bet kā plānam, tā globam ir savas neērtības. Plānā mēs varam uzņest tikai nelielas Zemes virsas platības, lielmēroga (līdz, teiksim, 1:200,000) un uzgloba, gluži otrādi, tikai sīkmēroga, parasti - visu Zemes lodes virsu.

Tāpēc mēs esam spiesti lietot Zemes virsas attēlus uzplaknes, kaut arī tie būtu vairāk vai mazāk deformēti. Uz plaknes, pateicoties kartogrāfisko projekciju teorijai, mēs varam tēlot, kā lielmēroga, tā vidus un sīkmēroga Zemes lodes virsas kā nelielus apgabalius, tā arī vidējus un lielus līdz vispārīgas apjomam ieslēdzot. Tā ir kartes izšķirošā priekšrocība, kādās trūkst kā plānam, tā globam.

Kartes mērogs, pārejot no vienas kartes vietas (punkta) uz otru - mainās.

Lai atvieglotu Zemes virsas attēla procesa uz plaknes izpratni, ir ieteicami Zemes virsu attēlot vispirms vēlamā samazinājumā uz globa, un tikai pēc tam pārnest to tānī pat vispārēja samazinājumā uz plakni, pielietojot tās vai citas kartogrāfiskās projekcijas metožu.

$$m = \frac{S_1}{S} \quad (8)$$

Pārejot no viena punkta uz otru, t.i., īmainot geografiskās koordinātes - kartes mērogs mainās. Tā tad, mēroga lielums atkarīgs no punkta geografiskām koordinātēm.

Tālāk mēs redzēsīm, ka iespējams izvēlēties tādu attēlošanas likumu, pie kura mērogs mainās, pārejot tikai no viena projekcijas punkta uz otru, bet būs vienāds visos virzienos, izejot no dotā punkta. Vispārīgi ņemot, karšu mēroga lielums ir atkarīgs ne tikai no punkta stāvokļa (virs koordinātēm L un B) un no izvēlētajā attēlošanas likuma, bet arī no virziena (AB). Kombinējot un kalkūlējot kartogrāfiskās projekcijas nolūkā darināt kartogrāfisku tīklu, vai arī aprēķinot grafiskos papērus pie šī tīkla darināšanas, vienmēr ir jāpūlas noskaidrot to mēroga lielumu, kāds jāuzglabā zināmās projekcijas vietās, piemēram, projekcijas centrā vai noteiktos virzienos no tā. Piemēram, pa vidējo meridiānu, pa visām paralēlēm vai tikai pa ekvatoru. Tāds mērogs saucas par galveno mērogu. Šī mēroga lielums raksturo vispārējo samazinājumu, kāds pieņemts projekcijas kalkulācijā un saucas vēl par kartes vispārējo mērogu. Visi citi projekcijas vietu mērogi atšķirsies no galvenā un būs lielāki vai mazāki par to. Šie mērogi saucas par vietējiem

ai fakultatīviem. Analizējot atsevišķas projekcijas, rūs vienmēr interesēs to deformācijas apmēri. Šīs deformācijas rādītāji pieņemt galveno mērogu par vienību.

Fakultatīvo mērogu lielumu novirzīšanās no šīs vienības rakā/sturos linearo un laukumisko deformāciju pakāpi šinī projekcijā. Jo mazāk fakultatīvie mērogi atšķirsies no galvenā, jo labāka būs projekcija.

a. Galvenie virzieni.

Matematiskās kartogrāfijas kursos pievērš pierādījumu, ka katrā projekcijā, kurā katrā tās punktā, eksistē divi tādi virzieni (m) un (n), kuros mērogiem ir maksimālais un minimālais lielums, no visiem tiem lielumiem, kādi tiem var būt visos citos, no šī punkta izejošos virzienos un ka šie virzieni krustojas uz sferoīda virsmas tāpat kā projekcijā (t.i. uz plaknes) zem taisna leņķa. Tādi virzieni saucas par galveniem virzieniem.

Kartogrāfijā, saistībā ar mēroga jēdzienu, ir pieņemts, ka meridiāni un paraleles krustojas uz sferoīda virsmas zem taisniem leņķiem. Tas, protams, nenozīmē, ka šie meridiāni un paraleles būs galvenie virzieni arī katrā projekcijā.

Analizējot kartogrāfisko tīklu, kas uzņemts uz kartes, bieži vien nav grūti konstatēt, ka meridiāni un paraleles krustojas arī zem citiem leņķiem.

b. Indikatrisē (norādītāja) - deformācijas elipse.

Iedomāsimies uz sferoīda virsmas kādā tās vietā bezgala mazu apli. Matemātiskā kartogrāfija pierāda, ka katrā matemātiskā projekcijā, šāds bezgala mazs aplis, kas ņemts no sferoīda virsmas, projicējas (t.i. tēlojas) vispārējā gadījumā, bezgala mazas elipses veidā (zīm.9), pie kam elipses lielākā un mazākā pusases sakrīt ar abiem galveniem virzieniem, kuri iziet no elipses centra, un t.t., šo virzienu mērogi būs ar vislielāko un vismazāko nozīmi.

Šādas elipses veids un apmēri nebūs vienādi dažādās projekcijās, kā arī vienas un tās pašas projekcijas dažādos punktos. Pēc šādas elipses veida un apmēriem varam spriest par deformācijas raksturu vienā un tanī pat projekcijā un, salīdzinot dažādas projekcijas, varam novērtēt, kura no tām izdevīgāka vienam vai otram mērķim.

Tādas elipses saucas par indikatrisēm (norādītājām) vai deformācijas elipsēm.

c. Fakultatīvā mēroga formula.

Ņemsim uz sferoīda virsmas (zīm.9) bezgala mazu apli un novietosim taisnstūra koordinātu asis (x un y) OX un OY tā, lai tās sakrītu ar galveniem virzieniem, bet koordinātu sākums lai būtu aplīša centrā (O). Šim aplītim uz projekcijas atbilst elipse, kuras pusases O'X' un O'Y' tāpat būs novietotas galvenos virzienos.

Pie projekcijas aplēšanas parasti aprēķina galveno virzienu mērogius dažādos projekcijas punktos.

Zinot galveno virzienu mērogius dažādos projekcijas punktos, iespējams aplēst fakultatīvā mēroga lielumu kurā katrā virzienā, piemēram, virzienā OA, kas sastāda ar kādu no galveniem virzieniem zināmu leņķi.

Apzīmēsim galveno virzienu attiecīgos mērogius virzieniem (OX) un (OY) ar (m) un (n), bet meklējamo fakultatīvo mērogu virzienā (A) ar (p).

Saskaņā ar nēroga formulu (formula 8) mums ir:

$$r' = \frac{r^2}{r}$$

Izlēzisin r' nozīmi attiecībā pret pašu r.

Apzīmējot punkta (A) un punkta (A') koordinātes attiecīgi ar (x) un (y) un (x') un (y') un, ņemot vērā, ka bezgala nazu figuru robežas gar savstarpēji paralēlām taisnēm nērogus visos virzienos var pieņemt par vienādlielēm, dabūsim:

$$x = r \cdot \cos \alpha \quad x' = m \cdot x = m \cdot r \cdot \cos \alpha$$

$$y = r \cdot \sin \alpha \quad y' = n \cdot y = n \cdot r \cdot \sin \alpha$$

No tā izriet, ka rādijs:

$$r' = \sqrt{x'^2 + y'^2} = r \sqrt{m^2 \cos^2 \alpha + n^2 \sin^2 \alpha}$$

Bet no tā savukārt izriet, ka fakultatīvais nērogs:

$$\rho = \frac{r'}{r} = \sqrt{m^2 \cos^2 \alpha + n^2 \sin^2 \alpha} \quad (9)$$

Dabūtā izteiksme (formula 9) reprezentē fakultatīvo nērogu kurā katrā projekcijas punktā.

Ja kādas ģeogrāfiskas kartes vienādas deformācijas pakāpes punktus savienosim ar līniju - tad šo līniju sauc par izokolu (skat. Boma projekcijas zīmējumu 68).

7. Līnērās, leņķiskās un laukiskās deformācijas

Deformācijas projekcijā.

a. Garumu (līnērā) deformācija.

Mēs jau konstatējām, ka pie kura katrā sferiskas virsas attēla uz plaknes dabūsim vairāk vai mazāk deformētu attēlu. Vispārī projekcijās deformējās garumi, leņķi un laukumi.

Līnēro deformāciju pakāpe kurā katrā projekcijas punktā, atkarīga no projekcijas veida un izteičas ar fakultatīvā nēroga formulu (9).

Ja S' un S ir attiecīgas garuma līnijas uz projekcijas un uz sferoīda virsas, tad jāmaina (r) un (r') ar (S) un (S'):

$$\rho = \frac{S'}{S} = \sqrt{m^2 \cos^2 \alpha + n^2 \sin^2 \alpha}$$

vai: $S' = S \cdot \sqrt{m^2 \cos^2 \alpha + n^2 \sin^2 \alpha}$

fakult. nērogs

Zinot nērogus (m) un (n) - lielais un mazais galvenie nērogi - un leņķi, kuru dabā noteic virziens (S) ar vienu no galveniem virzieniem, nav grūti aplēst līnērās deformācijas pakāpi.

b. Leņķu defor/lācija.

Lai konstatētu leņķu deformācijas pakāpi projekcijās, aplūkosim to pašu zīmējumu 9.

Pieņemsim, ka virziens (OA) ar vienu no galveniem virzieniem rada leņķi

Apredzināsī tam uz projekcijas atbilstošo leņķi.

$$y' = n \cdot r \cdot \sin \alpha$$

$$x' = n \cdot r \cdot \cos \alpha$$

$$\text{tg } \alpha' = \frac{n \cdot r \cdot \sin \alpha}{n \cdot r \cdot \cos \alpha} = \frac{n}{n} \text{tg } \alpha \quad (10)$$

Novertējot kādas projekcijas kvalitāti attiecībā uz leņķu de-
formāciju, daudz ērtāki pielietojama cita formula, kura tieši izsaka leņ-
ķu un α' starpību, un proti: $\sin (\alpha - \alpha') = \frac{n - n'}{n \cdot n'}$... (11)

Lai dabūt u šo formulu, parveidosim formulu (10), atskaitot abas
formulas (10) daļas no $\text{tg } \alpha$ un pieskaitot pie abām tām pa $\text{tg } \alpha$.
Tad dabūsim:

$$\text{tg } \alpha - \text{tg } \alpha' = \text{tg } \alpha - \frac{n}{n'} \text{tg } \alpha = \text{tg } \alpha \left(1 - \frac{n}{n'}\right);$$

$$\text{tg } \alpha' - \text{tg } \alpha = \text{tg } \alpha' - \frac{n}{n'} \text{tg } \alpha = \text{tg } \alpha \left(1 - \frac{n}{n'}\right).$$

Bet:

$$\text{tg } \alpha' - \text{tg } \alpha = \frac{\sin (\alpha - \alpha')}{\cos \alpha' \cdot \cos \alpha}$$

Tā tad mums ir:

$$\frac{\sin (\alpha - \alpha')}{\cos \alpha' \cdot \cos \alpha} = \text{tg } \alpha \left(1 - \frac{n}{n'}\right);$$

$$\frac{\sin (\alpha + \alpha')}{\cos \alpha' \cdot \cos \alpha} = \text{tg } \alpha \left(1 + \frac{n}{n'}\right)$$

Dalot pirmo no dabūtajām izteiksmēm uz otro, dabūsim:

$$\sin (\alpha - \alpha') = \frac{n - n'}{n \cdot n'} \cdot \sin (\alpha + \alpha').$$

Starpības $(\alpha - \alpha')$ maksimālais lielums, acīmredzot, būs pie

$$\alpha + \alpha' = 90^\circ$$

Tada gadījumā:

$$\sin (\alpha - \alpha') = 1$$

un

$$\sin (\alpha + \alpha') = \frac{n - n'}{n \cdot n'} \quad (11)$$

Izteiksmē (11) leņķis α ir tas leņķis, kuru rada uz sferiskas
virsmas OA ar vienu no galvenajiem virzieniem, šinī gadījumā OX, bet leņ-
ķis α' - viņam attiecīgais leņķis uz projekcijas.

Tadi leņķi, kuru viena mala sakrīt ar vienu no galveniem virzieniem, saucas par virzienu leņķiem vai vienkārši par virzieniem.

Šķērā ar to, formula (11) dotā vislielākās deformācijas izteiksni mēs interesējošā punkta virzienā.

Apzīmējot starpību ($\alpha - \alpha'$) ar α , galīgi veidā dabūsim:

$$\sin \alpha = \frac{n - n'}{n} \quad (12)$$

Kartogrāfijā pie leņķu deformācijas novērtēšanas ir pieņemts noteikt vislielāko leņķi, bet ne virzienu deformējumus. Zē. vislielākā leņķu deformējuma dotā punktā mēs saprotam dubultotu vislielāka virzienu deformējumu (2α).

Teiktais izriet no sekojošiem secinājumiem: leņķi sastāda divas taisnes, kas iziet no viena un tā paša punkta. Visvairāk deformēts šīnī punktā, acīmredzami, būs tas leņķis, kura viena mala sakrīt ar visvairāk deformēto virzienu, izejošu no dotā punkta (O), bet otrs virziens vai mala ir simetrisks pirmajam attiecībā pret galveno virzienu.

Šīnī gadījumā dubultotā starpība ($\alpha - \alpha'$) būs 2α .

Mēs jau agrāk aizrādījām, ka pie projekciju konstruēšanas arī mērogus noteic pēc galveniem virzieniem. Tanīs projekcijās, kur meridiāni un paralelēs krustojas zē. taisniem leņķiem, galvenie virzieni sakrīt ar paralelēm un meridiāniem.

Turpretīm tanīs projekcijās, kur meridiāni un paralelēs krustojas ne zē. taisniem u. t. t., nēreprezentē galvenos virzienus, mērogu vērtības kalkule nē pa galveniem, bet pa meridiāniem un paralelēm to krustojšanās punktos. Šīnī gadījumā pie vislielākās virzienu deformācijas noteikšanas dotā punktā lieto sekojošo formulu:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{a^2 + b^2} - 2ab \sin \epsilon}{2ab \sin \epsilon} \quad (13)$$

kur (a) un (b) ir mērogi, attiecīgi pa meridiānu un paraleli, bet ϵ (ϵ) ir leņķis uz kartes starp meridiānu un paraleli dotā punktā.

c. Laukumu deformācija.

Laukumu deformāciju raksturo attiecību lielums starp laukumiem, kas pēti uz kartes un dabā. Ka jau teikts, bezgalīgi mazs aplītis uz sferoīda virsma. tēlojas projekcijā, vispārējā gadījumā, bezgalīgi mazs elipses veidā. Ja pieņemsim, šāda bezgalīgi maza aplīša rādiju par vienību, tad šāda aplīša laukums būs vienlīdzīgs πr^2 .

Ja laukuma formula dabā uz sfēras ir:

$$p = \pi r^2,$$

bet ja $r = 1$, tad:

$$p = \pi = 3,14.$$

bet elipses laukums:

$$p' = \pi a \cdot b.$$

Ņemot vērā šo aplīša un elipses laukumu attiecību, dabūsim sekojošo formulu, kas raksturo laukumu deformācijas lielumu uz kartes:

$$\frac{p'}{p} = \frac{\pi a \cdot b}{\pi} = a \cdot b.$$

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXX

XXXXXX

Isinot:

$$p^{\phi} = m.n.$$

(14)

Par cik liela ir laukumu deformācija atsevišķās kartēs vai vienā kartē, un tās pašas kartes dažādās vietās, var uzskatāmi pārliciecināties, salīdzinot atbilstošo vietu attiecības uz globa un uz kartes. Vispildīgākais piemērs tam ir Merkatora projekcija, kurā nav grūti konstatēt, ka līdz ar attālināšanos no ekvatora, visas kontūras kartē tēlojas arvien vairāk palielinātā veidā.

8. JĒDZIENS PAR GRĀDU MĒRIJUMIEM.

Kā jau pirmāk norādīts, geoīda virsas pētīšanai nepieciešami zināt zemes sferoīda izmērus.

Mēs šeit nepieskārsimies jautājumam par zemes sferoīda izmēru precīzu noteikšanu, jo tas mūs novestu ārpus šī kursa robežām, bet atzīmēsim tikai, ka sferoīda izmēri var būt noteikti, kā secinājums no tā saucamajiem grādu mērijumiem, kuru būtība būs izprotama no sekojoša.

Zemes virsas divos punktos A un B (zīn. 10^{st}), pieņemot šo virsu par kūrtnejas bumbas (sferas) virsmu, pēc astronomiskiem novērojumiem, nosaka geografiskos platumus un garumu starpības

$$\text{Zinot ka } AP = 90^{\circ} - \quad BP = 90^{\circ} - \quad \text{un leņķis } APB =$$

nav grūti no sferiskā trijstūra APB aprēķināt loku AB leņķa mēros, t.i. leņķi $AOB =$

Ja mums ir loka AB garums iegūts tā saucamo triangulāciju ceļā, (skatī nākamā §) tad nav grūti aprēķināt viena grāda garumu.

Tam līdzīgi viena grāda garuma noteikšanas pamēmienu tiek saukti par grādu mērijumiem. Grādu mērijumi ir izvesti zemes virsas dažādās vietās un no tiem iegūtas zemes lodes rādija dažādas nozīmes (lielumi), vadoties no proporcijas.

$$S : \quad = 2 R : 360 \cdot 60' \cdot 60'' ,$$

no kā izriet

$$R = \frac{360 \cdot 60' \cdot 60''}{2} \cdot \frac{S}{-S}$$

Apzīmējot $\frac{360 \cdot 60' \cdot 60''}{2} = 206265''$ (sekunžu skaits vienā radianā) ar '' - dabūsin:

$$R =$$

Zemes lodes rādija dažādas nozīmes, ka rezultāts no grādu dažādiem mērijumiem, liecina par to, ka zemes virsas griezumu izliektības rādiji ir dažādi. Tas pārliciecina ka Zeme nav sfera. Bet tas apstāklis, ka izliektības rādiji pie poliem ir iznācis lielāks, nekā pie ekvatora apstiprina, ka Zemes forma ir sferoidāla.

Zemes sferoīda izmēru noteikšanai nav pietiekami izmērīt meridiānu loka garumu tikai kādā vienā vietā. Šim nolūkam ir nepieciešami izmērīt meridiānu loku garumus divās vietās, no kurām viena atrodas iespējami tuvu ekvatoram, bet otra pola tuvumā.

loka garumu tikai kādā vienā vietā. Šim nolūkam ir nepieciešami izmērīt meridiānu loku garumus divās vietās, no kurām viena atrodās iespējami tuvu ekvatoram, bet otra pola tuvumā.

Tādā ceļā ir dabujuši savu sferoīdu izmērus Delambrs (1800 g.), Bessels (1841 g.), Klarks (1880 g.), Heifords (1909 g.) un, beidzot, Kračovskis (1936 g.)

Uz šādā veidā iegūto datu pamata ir izkalkulētas un sastādītas meridiānu un paralēļu loku garumu tabulas dažādiem ģeogrāfiskiem platumiem.

9. JĒDZIENS PAR TRIANGULACIJU.

Kā atrisinot jautājumu par Zemes izmēru noteikšanu no grādu mērījumiem, tā arī atrisinot jautājumu par zemes formu nosakot svērtensiskās līnijas anomalijas, - vajaga zināt atstatumus starp dažādiem punktiem uz zemes virsas.

Minēto atstatumu mērīšana starp diviem (vai vairākiem) punktiem uz zemes virsas ievērojami atstati viens no otra, nevar tikt izdarīti tieši, pa zemes virsu, jo šādi mērījumi ir neprecīzi. Šim nolūkam darina triangulāciju. Triangulācijas tēvs ir holandietis Simon Stevinus. Šim atklājumam (1617 g.) ir milzīga zinātniska nozīme. Triangulācijas ideja ir tā, ka starp diviem punktiem A un G, kas ievērojami atstati viens no otra, apkārtnē uz zemes virsu veido trijstūru tīklu. Šo trijstūru virsotņu leņķi tiek mērīti ar vislielāko precizitāti (zīm. 10ⁿ). Zinot kāda trijstūra vienu malu - bāzi - AB, kuru mēra tomēr pa zemes virsu tieši ar sevišķas precizitātes instrumentiem, un visu trijstūru leņķus, var izkalkulēt arī pārējās trijstūra malas un, tā tad atstatumus starp katrām diviem punktiem nevis pa zemes virsu bet pa gaisu ar optisku instrumentu un kalkulas palīdzību. Piemēram trijstūris ABC var tikt aprēķināts pēc malas AB un izmērītiem leņķiem. Uz šī pamata var noteikt arī malas BC un AC.

Gluži tāpat trijstūris BDC var tikt aprēķināts pēc malas BC un izmērītājiem leņķiem, kā arī malas BD un DC var tikt noteiktas. Rīkojoties tāpat tālāk, mēs atradīsim visas trijstūru malas. Tagad jau vairs nebūs grūti noteikt atstatumu arī starp jebkuriem diviem punktiem, piemēram AG.

Lai nosacītu šo attālumu savienosim punktu A konsekutīvi ar punktiem D, E, G. No trijstūra ABD pēc abām malām AB un BD un leņķa starp tām ir viegli aprēķināt malu AD un leņķi BDA.

No trijstūra ADE pēc atrastās malas AD, pēc zināmas malas DE un leņķa ADE viegli var aprēķināt malu AE. Leņķis ADE rodas no leņķa BDA un leņķa CDE. Leņķis ADC vienliels leņķim BDC atskaitot zināmo leņķi BDA. Gluži tāpat no trijstūra AEG viegli var noteikt malu AG.

21
kārtā triangulācija ir nekas cits, kā geodētisko leņķu mērījumi līdz ar šekojošiem aprēķiniem, kuru mērķis ir no trijstūru sistēmas, kas izklāta pa zemes virsu, dabūt pēc iespējas precīzu, trijstūru virsotņu relatīvo stāvokli.

Nerunājot par zinātnisko nozīmi, triangulācijai piemīt arī tīri praktiska nozīme. Viņa nodē par pamatu precīzām topografiskām uzņemēm, ko tām ir nepieciešama vesela rinda atbalsta punktu. Triangulācijas nozīme priekš dažādiem resorciem, kas ieinteresēti kartografiskos darbos, ir izzīga. Bez triangulācijas nav iespējams sniegt precīzus plānus un kartes topografiskām uzņemēm triangulācija nodē par pamatu un kanvu. Kara laikā triangulācija iegūst sevišķu nozīmi arī artilērijas vajadzībām.

Punktu stāvokli telpā, kā zināms, nosaka ar koordinātām. Attiecībā uz geodēziju šīs koordinātas būs zināmi skaitliski lielumi, kas nosaka punktu stāvokli uz Zemes virsas. Triangulācijas gala mērķis - dot atbalsta punktu koordinātas skaitļos, t.i. triangulācijas trijstūru sistēmās, kas specialu konstrukciju (signālu) veidā fiksētas dabā (apzīmētās).

Šīs koordinātas tiek publicētas atbalsta punktu speciālos katalo-

Lūk kāpēc ar jēdzienu triangulācija apzīmē arī atbalstpunktu koordinātu iegūšanas metodi. Vārda šaurākā nozīmē ar jēdzienu triangulācija, apzīmē tādu vai citādu trijstūru sistēmu (tīklu), kuru virsotnes nostiprinātas uz Zemes virsas.

10. TRIANGULĀCIJU KLASIFIKĀCIJAS JĒDZIENS.

Pilnīgi saprotami, ka kļūda triangulācijas pēdējās malas aprēķināšanā, pieaugs proporcionāli trijstūru skaita pieaugumam. Šī kļūda tomēr nav proporcionāla ne visu trijstūru skaitam, bet gan kvadrātsaknei no trijstūru skaita, kas atdala šo malu no pamatmalas, no tā saucamās, bāzes.

Tādā kārtā, pārklājot ievērojamas platības ar trijstūru virknēm, jānosauzina kļūdu uzkrāšanās trijstūru skaitam jābūt pēc iespējas mazai, bet leņķu mērīšanas precizitātei pēc iespējas lielai. Lūk kāpēc triangulāciju ir parasts atrisināt pēc principa "no vispārējā uz daļējo!"

Vispirms lielās platības, kas paredzētas topografiskai uzņemei jānosauzina tiek pārklātas ar nepārtrauktu lielu apmēru trijstūriem, jeb arī šīs platības krustām un šķērsām pārgrauza ar lielu trijstūru virknēm ar malām līdz 60 km. un vairāk (līdz pat 300 km.) garām malām. Trijstūru virsotņu stāvokli šajās virknēs nosaka ar iespējami lielu precizitāti.

Trijstūru virknes, kas novietotas pa meridianiem un paralelēm nodē zinātniski geodētisku problēmu atrisināšanai, sastāda, tā sauc-

no, pirmklases triangulāciju.

Zīmējumā 10^P redzama daļa no pirmklasīgās triangulācijas shēmas, kuru izvedusi Kara Topografiskā Pārvalde. Dažkārt pirmklasīgās triangulācijas trijstūru virkni sauc par "rindu". Tā piemēram, trijstūru virkne, kas iet no Pulkovas uz Nikolajeju, sauc par "Pulkovas-Nikolajevas pirmklasīgo rindu". Pirmklasīgo trijstūru rindas, kas novietotas pa meridianiem un paralelēm, rada slēgtus poligonus, kuros viena virziena kaimiņu rindu atstatums ir no 200 līdz 400 km.

Vispār ņemot, mūsu Valsts triangulācijas pašreiz sadalās:

1. 1-nās klases triangulācijā ar trijstūru malām no 20 līdz 50 km, un vair.
2. 2-rās klases triangulācija:
 - a) pamatrindas ar malām no 15 līdz 20 km;
 - b) papildtīkls ar malām no 10 līdz 15 km.

DETĀLĀ (RESORU) TRIANGULĀCIJA:

3. 3-šās klases triangulācija ar malām no 5 līdz 10 km.;
4. 4-tās " " " " " 3 " 5 "
5. 5-tās " " " " " 1 " 3 "

Tur kur apvidus neatļauj ierīkot atbalstpunktu triangulāciju, attīsta poligonometrisko tīklu, kas konstruējās no laustu līniju sistēmas, kurās tiek mērīti visas malas un leņķi.

+

+

+

pārejam

Ar šo mēs beidzam šī kursa ievadu un pie to 28 raksturīgāko projekciju aplūkošanas kādas ietilpst mūsu priekšmeta programā.

Matematiskās kartogrāfijas pamatuzdevums - attēlot sferisko zemes virsmu uz plaknes ar visnāzākākiem deformējumiem. Šī problēma nodarbinājusi kartografu zinātnisko domu jau daudzus gadsimtus. Dažādos laikos dažādi zinātnieki ir izstrādājuši lielu skaitu dažādu projekciju ar lielākiem vai mazākiem panākumiem. Ar šī jautājuma atrisināšanu ļoti daudz vēl nodarbojas arī tagad.

Neraugoties uz ļoti daudzo eksistējošo projekciju dažādību, tās var sagrupēt nedaudzās kategorijās pēc sekojošām pazīmēm:

1. pēc to deformācijas rakstura,
2. pēc to konstrukcijas paņēmieniem,
3. pēc to meridianu un paraleļu attēlu veida, salīdzinot ar globa gradu tīklu.

I N O D A L A.

I. Projekciju klasifikācija pēc to deformāciju rakstura.

Deformāciju raksturu, tā tad, nosakam pēc tā, kas projekcijā deformējas - līnija, līnija vai laukums.

No tā izriet, ka projekcijas pēc to deformācijas rakstura var būt:

1. Vienādlenkiskas (konformas). Vienādlenkiskas projekcijas līnijas ne-deformējas. Tie projekcijā ir tikpat lieli, kā dabā. Turpretim lineārie garumi un laukumi šādās projekcijās neizbēgami deformējas.

Lai šo vienādlenkiskas projekcijas pamatīpatnību labāk izprastu, ņemsim sekošu vienkāršotu piemēru. ņemsim uz globa kādā punktā O_0 , kurā platums būtu 90° , bet garums 0° , bezgalīgi mazu aplīti A_0B_0 (zīm. 10a). Zīmējumā 10b šis aplītis labākas uzskatāmības dēļ ir palielināts. Projicējot šo aplīti uz plaknes, t.i. uz kartes vispār vispār perot, izveidojās vairāk vai mazāk izteikta elipša forma, ar pusasīm a un b (zīm. 10c). Lai redzētu kā šāda deformācija notiek, projicēsim aploci $m_0 n_0$ (zīm. 10d) ortogonāli (ar paralelu staru $m_0 m$ un $n_0 n$ palīdzību) uz plaknes P , kas nav paralēla tai plaknei, kurā guļ aploce $m_0 n_0$. Šinī gadījumā aploce $m_0 n_0$ izveidosies uz plaknes P elipša mn veidā. Ja projicēsim aploci $M_0 N_0$ ar staru SM_0 un SN_0 palīdzību, kas krīt no punkta S uz plakni P , tad aploce $M_0 N_0$ tēlosies tā paša elipša mn veidā.

Līdzīgā kārtā tēlojas arī sferiskie attēli uz plaknes, t.i. bezgalīgi mazam aplītim uz sfēras atbilst, vispārējā gadījumā, elipsis uz plaknes, bet var būt arī tāds gadījums, kad šis elipsis uz plaknes pārveidojas aplī. Tikko pievestos piemēros tas tā notiks, ja mēs plakni P (zīm. 10d) pagriezīsim tā, lai tā būtu paralēla plaknei $M_0 N_0$, tad aploce $m_0 n_0$ attēlosies uz plaknes P tāpat aploču veidā, t.i. figura mn būs aploce.

Kartēs, kas sastādītas vienādlenkiskas projekcijas, kuru pamatīpašība ir figūru līdzības uzturēšana, bezgala mazs aplītis uz sfēras obligāti izteiksies apla formā, t.i. uz kartes elipsis šinī gadījumā pārveidojas aplī, un, tā tad, $a = b$ (zīm. 10e). Taisni šinī apstākļi ir tā ārkārtīgi svarīgā vienādlenkisko projekciju īpatnība, kas viņu atšķir no citām projekcijām. Pie vienādlenkiskām pieder: azimutālā perspektīva stereografiskā (Hippachs 125 g. pirms m. e.), Merkatora cilindriskā, Lamberta-Gausa koniskā un citas.

2. Vienādlielās (ekvivalentās) projekcijas ir tās, kurās attēli uz kartē uzglabā laukumu lielumus. Šinīs projekcijās kurš katrs bezgala mazs aplītis uz globa (zīm. 10a un 10b), tēlojas uz kartes kā elipsis (zīm. 10c), bet šī elipša laukums būs obligāti vienādliels aplīša laukumam uz globa. Taisni šinī apstākļi ir tā ārkārtīgi svarīgā vienādlielo projekciju īpatnība, kas tās atšķir no visām citām projekcijām. No tā izriet, ka vienādlieluma un vienādlenkiskuma īpatnības nav savienojamas, nav realizējamas vienā un tajā pat projekcijā. Nav iespējami attēlot globa virsu, jeb ievērojamo šīs virsas daļu uz plaknes, lai saglabātos i figūru kongruitāte (līdzība) un laukumu vienādlielums. Šīs īpatnības var būt apvienotas tikai uz globa un uz plāna, bet uz pēdējā ar ierunām, t.i. tikai grafiskās līniju un figūru konstrukcijas precizitātes robežās.

Mēs zinām, ka elipša laukums ir vienādlīdls $S = \pi ab$, bet apla laukums ir $S_0 = \pi r^2$, kur a un b ir lielā un mazā pusasis, bet r - apla rādijs uz globa.

Tā kā vienādlīdls projektijās $S = S_0$ tad

$$\begin{aligned} \pi ab &= \pi r^2 \\ ab &= r^2 \end{aligned}$$

no kurienes, pieņemot rādiju $r = 1$ (par vienību), mums būs priekš vienādlīdls projektijām

$$ab = 1$$

No šīs izteiksmes mēs dabūnam

$$\begin{aligned} b &= \frac{1}{a} \\ a &= \frac{1}{b} \end{aligned}$$

Tā tad, vienādlīdls projektijās aplītis uz globa tēlojas uz plaknes kā elipsis, kura pusāšu reizinājums ir vienādlīdls vienībai.

3. Vienādatstarpotās (ekidistantās) projekcijas, kurās katrā kartes punktā pa vienu no deformācijas elipša galveniem virzieniem uzglabājas lineārie garumi.

Mēs jau minējām, ka kurš katrs bezgala mazs aplītis pārņests no globa virsas uz plakni, visās projektijās, izņemot vienādlīdls, tēlosies elipša veidā. Šī deformācijas elipša izmēri un orientācija uz kartes var būt visdažādākā. Bet var būt arī tādās projektijās, kurās viena no deformācijas elipša pusās, neatkarīgi no elipša stāvokļa uz kartes, būs vienmēr konstanta un vienādlīdls aplīša rādijam uz globa:

$$\text{vai nu } b = r$$

$$\text{vai arī } a = r$$

Taisni šī īpatnība piemīt vienādatstarpotām projektijām. Pieņemot aplīša rādiju uz globa par vienādlīdls vienībai, mums būs:

$$\text{vai nu } b = 1$$

$$\text{vai arī } a = 1$$

4. Atvasinātas un patvalīgas (afilaktas) projekcijas ir tādās, kurām nepiemīt neviena no augstāk minētām īpatnībām, t.i. kurās nav ne vienādlīdls, ne vienādlīdls, ne arī vienādatstarpotās.

2. Projekciju klasifikācija pēc to konstruēšanas paņēmieniem.

Šīs projekciju klasifikācijas paņmiens ir visuzskatāmākais un tanī pat laikā arī visvienkāršākais. Tāpēc pie tālākās projekciju studēšanas mēs pieturrēsimies pie šīs klasifikācijas, bet mēs vienmēr arī norādīsim, pie kāda tipa pieder tā vai cita projekcija atkarībā no to deformāciju rakstura.

1. Azimutālais (genitālais) projekcijas almukantarāts (paralēle) tēlojas koncentrisku aplūču veidā, bet vertikāli (meridiāni) - kā radiji, lenki starp kuriem ir vienādi lielumi attiecīgiem lenkiem starp vertikāliem dab...

Lai vieglāk izprastu šo definīciju, iedomāsimies globu (zīm. 10¹) ar meridiānu un paralēļu tīklu. Pieņemsim, ka šis globs ir atbilstoši orientēts attiecībā pret Zemi. Zīmējuma 10¹ ir parādīti divi meridiāni: viens - zīmējuma plaknē; otrs - caur punktu M₀.

Kura katra punkta M₀ stāvokli uz šī globa noteic attālums P₀ M₀ (P₀ no pola P₀, jeb kā mēdz teikt, polārais attālums () un geografiskais garums = l.

Bet, šī paša punkta M₀ stāvokli uz globa varam noteikt arī citādi.

Ņemsim uz globa kādu punktu Z₀, kura polārais atstatums būtu $\frac{1}{2}$. Pieņemsim meridiānu EZ₀P₀, kas iet caur izvēlēto punktu Z₀, par sākuma meridiānu. Novilksim caur punktu Z₀ radiju Z₀C₀. Acīmredzot, šis rādijs būs punkta Z₀ svērtuma līnija. Novilksim tāpat caur punktu Z₀ skarošu plakni H. Šo plakni pieņemsim par Punkta Z₀ horizonta plakni.

Pagarināsim svērtuma līniju Z₀C₀ uz abām pusēm. Viņa šķērsos debess sferu divos punktos: Zenītā un Nadirā. Caur svērtuma līniju Z₀C₀, kā tas mums zināms, mēs varam vilkt bezgalīgi daudz vertikālu plakņu, kuras saucam vienkārši par vertikāliem. Šie vertikāli būs zem dažādiem azimutiem attiecībā pret sākuma meridiāna plakni Z₀P₀. Tā, piemēram, vertikāle Z₀M₀, kas iet caur punktu M₀, būs zem azimuta a, attiecībā pret sākuma meridiāna plakni. Punkta M₀ stāvokli tā tad var noteikt ar azimutu P₀Z₀M₀ = a.

Punkts Z₀, kas uz globa atbilst debess sferas Zenītam, saucam par Zenītu, gluži tāpat, kā punkts P₀, kas atbilst debess polam, saucam par polu. Loka Z₀M₀ saucam par Zenitatstatumu gluži tāpat kā atstatums P₀M₀ = l saucam par polāratstatumu.

Geometrisko punktu vietu uz vienādi lielumiem zenitatstatumiem Z saucam par almukantarātu. Zīmējuma 10¹ caur punktu M₀ ir novilkts almukantarāts M₀N₀ ar zenitatstatumu z. Tadā kārtā zenitatstatums un azimuts, t.i. almukantarāts un vertikāle - ir sferiskās koordinātas, pēc kurām var noteikt punktus uz globa (uz Zemes virsas).

Ievērosim, ka to sferas punktu geometriskā vieta, kuriem viena no sferiskām koordinātām ir konstanta (nemainīga), saucam par koordinātliniju. Tā, piemēram, almukantarāts M₀N₀ ir koordinātlinija, jo visu viņas punktu atstatumi no Zenīta, t.i. Zenitatstatumi ir vienādi, konstanti. Tāpat tā līnija, pa kuru vertikāļu plakne šķel sferas virsu un kuru, vienkāršības labad, saucam par vertikāli, ir koordinātlinija, jo tās azimuts a attiecībā pret sākuma meridiāna EZ₀P₀ ir konstants. Gluži tāpat geografiskie meridiāni un paralēles ir koordinātlinijas, jo pirmo geografiskais garums un otro geografiskais platum (polāratstatums) ir konstanti lielumi.

Koordinātliniju kopumu, kas pieder pie vienas un tas pašas sferisko koordinātu sistēmas, saucam par koordinātu tīklu. Tadā veidā meridiānu un paralēļu tīkls, t.i. geografiskais tīkls - ir koordinātu tīkls. Gluži tāpat, almukantarātu un vertikāļu tīkls - ir koordinātītīkls.

Ja Zenītu Z₀ pieņemsim par jaunu polu, tad, attiecībā pret viņu, almukantarāti būs jaunās paralēles, bet vertikāles - jaunie meridiāni.

Ja Zenīts Z₀ sakrīt ar polu P₀, tad almukantarāti pārvēršas geografiskās paralēlēs, bet vertikāles - geografiskos meridiānos. Tā kā punkta M₀ stāvoklis uz globa virsas var būt noteikts ar almukantarātu M₀N₀ un vertikāles Z₀M₀ palīdzību, tad rodas doma par almukantarātu

tu un vertikālu sferiskās koordinātu sistēmas (ar polu Z_0) attēlošanu ar vienkāršāko līniju, t.i. ar taisni un aploču palīdzību.

Lai almukantarātas tēlotos uz kartes koncentrisku aploču veidā un vertikāli - kā rādijs, mēs varam pielietot sekojošu papēmienu.

Novilksim caur svērteņa līniju Z_0P_0 vertikālu plakni virkšni Z_0P_0 , Z_0M_0 ... Z_0Z ik pēc viena un tā paša grādu skaita, teiksim, ik pēc 5° . Turpināsim šīs vertikālu plaknes līdz šķērsojumam ar plakni H un ar plakni K , kas ir perpendikulas pret rādijs Z_0C_0 . Acīmredzami, šķērsojumu līnijas ZX, ZM veido starp vertikālu plaknēm divplakņu lineārus lēņus un tāpēc lēņi XZM ir vienādielīgi atbilstošiem divplakņu lēņiem. Piemēram, lēņis $XZM = A$ uz plaknes K ir vienādielīgs atbilstošam azimutam $P_0Z_0M_0 = a$, kāpēc šīs projekcijas saucās par azimutālām. Pieņemsim šīs radialis līnijas ZX, ZM ... par vertikālu attēliem (pola Z_0 meridiāni). Almukantarātu attēlei mēs varam izmantot dažādus papēmienu. Tā, piemēram, mēs varam no punkta Z , kā no centra, uz plaknes K ar rādijsiem r , kas vienādielīgi iztaisnotiem lokiem $Z_0M_0 = Z$ (z zenītatstatumiem), vilkt koncentriskas aploces, kā to dara Postels savā vienādatstarpotā polarā projekcijā.

Pakļaujot rādijs r garumus tādai vai citādai attiecībai pret zenītatstatumu Z , mēs varēsim dabūt tādus z vai citādas zenītalās (azimutālās) projekcijas, kas atbilstu vai nu vienādleņķiskuma (konformitātes), vai vienādielīguma (ekvivalences), vai vienādatstarpotuma (ekvidistances) vai kādam citam principiem.

Piezīmēsim, ka gala rezultātā lieta grozās ap ģeografisko meridiānu un paralēļu tīkla konstruēšanu, kuru zenītalās projekcijās veidos dažādas līknes, atkarīgas ~~izvērtē~~ savu izmēru un formu ziņā no funkcijas:

$$w = f(z).$$

Šīs līknes var konstruēt pēc punktiem sekojošā kārtā.

Vienādatstatiem vienam no otra meridiāniem (λ) un vienādatstatām vienai no otras paralēlēm (θ) var izkalkulēt no sferiskā trīsstūra Z_0P_0M attiecīgos azimutus a un zenītatstatumus z pēc dotiem θ_0, l un θ lielumiem. Azimuts a dos mums iespēju atrast to rādijs ZM , uz kura jābūt dotam punktam M , bet pēc formulas $w = f(z)$ var atrast arī pašu rādijs r un līdz ar to atzīmēt uz kartes K punktu M , piederošu meridiānam (l) un paralēlei (θ). Atrodot punktus, kas pieder vienam un tam pašam meridiānam, bet dažādām paralēlēm, un savienojot šos punktus ar slaidu līniju - dabūsim dotam ģeografiskam garumam (l) atbilstošo meridiānu. Rīkojoties gluži tāpat ar citiem vienādatstatiem meridiāniem, mēs dabūsim veselu meridiānu sistēmu. Bet rīkojoties tāpat ar dažādam vienādatstatām paralēlēm mēs dabūsim arī paralēļu sistēmu.

Šinī gadījumā jāņem vērā, ka sferisko koordinātu sistēma ar polu Z_0 (almukantarātas un vertikāli), ja par centrālo punktu ņemam Z_0 , ļoti vienkārši tēlojās azimutālās projekcijas, bet ģeografiskie meridiāni un paralēles šinī gadījumā veidosies kā sarežģītas līknes. Tādā kārtā, pie viena un tā paša projicēšanas papēmienu mēs dabūsim dažādu veidu kartogrāfiskos tīklus, atkarībā no tā, kāds koordinātu tīkls ir ņemts konstrukcijas pamatā.

Tā sferisko koordinātu sistēma, kuras koordinātu līnijas tēlojās visvienkāršāki kurā katrā dotā projekcijā saucās par normālo sferisko koordinātu sistēmu dotai projekcijai, bet šīs normālās sistēmas koordinātu līniju kartogrāfisko tīklu sauc par dotās projekcijas normālo tīklu.

Šādā apgaismojumā azimutālāi projekcijai almukantarātu un vertikā-

Ja sistema noder par sferisko koordināšu normālo sistemu, bet kartogrāfiskais tīkls, t.i. koncentriskās aploces un rādiji - noder par normālo tīklu.

Ja polu Z_0 sakļausim ar ģeogrāfisko polu P_0 , tad meridianu un paralēļu sistema (ģeogrāfiskais tīkls uz globa, jeb dabā) būs normālā sistēmā, bet meridianu un paralēļu kartogrāfiskais tīkls (uz kartes) - būs azimutālo projekciju normālais kartogrāfiskais tīkls. Ja normālās sistēmas pols Z_0 ir 90° attālumā no ģeogrāfiskā pola P_0 , tad šinī gadījumā meridianu un paralēļu sistema sauksies par šķērso sferisko koordināšu sistemu, bet to attēlu uz kartes - par šķērso tīklu. Ja normālās sistēmas pola attālumā no ģeogrāfiskā pola P nav xxx° ne 0° un ne 90° , tad kartogrāfiskais meridianu un paralēļu tīkls saucās par slīpo (ģezenisko), bet atbilstošā sferisko koordināšu sistema - par slīpo sferisko koordināšu sistemu.

Azimutālās

1. Perspektīvās projekcijas. Ja mēs tikko apskatītās azimutālās projekcijas projicēsim almukantarētās un vertikālus (zīm. 10E) pēc perspektīvas likumiem, t.i., ja mēs raidīsim starus caur visiem almukantarātu un vertikālu punktiem no kāda punkta O (gaismas avota), kas atrodas kaut kur uz vertikālās līnijas $Z_0 C_0$, tad dabūsim uz plaknes K almukantarātu $M_1 M_2$ un vertikālu ZM_1 attēlus, kuri saucās par perspektīvu.

Šāds attēlu dabūšanas pagēniens, kas reprezentē atsevišķu (partikulāru) zenitālo projekciju gadījumu, saucās par perspektīvo projekciju.

Ievērosim, ka fotouzņēmums arī ir viens no perspektīvas piemēriem. Šāda gadījumā fotoplāksnīte reprezentē ainas (gleznas) plakni, uz kuras projicējas attēls; objektīva centrs - redzes punktu; optiskā ass - galveno staru (galveno asi), kas perpendikulāra pret ainas plakni, bet attēls uz plāksnītes - perspektīvo attēlu, jeb vienkārši - perspektīvi.

Azimutālās neperspektīvās projekcijas

Neperspektīvās projekcijas atšķiras no perspektīvas ar to, ka viņas redzes punkts nav saistīts ar kādu noteiktu vietu uz galvenās ass, bet parvietojās pašā projicēšanas procesā, saskaņā ar noteikumiem, kādus šādu projekcijai ir licis tās autors. Viņas var būt vienādatstarpotas (Postela), vienādlielas (Lamberta) un citas.

2. Cilindriskās projekcijas, kuras projicē globa virsas punktus uz globu ~~skarošās~~ skarošās vai šķeļošās cilindra sienām.

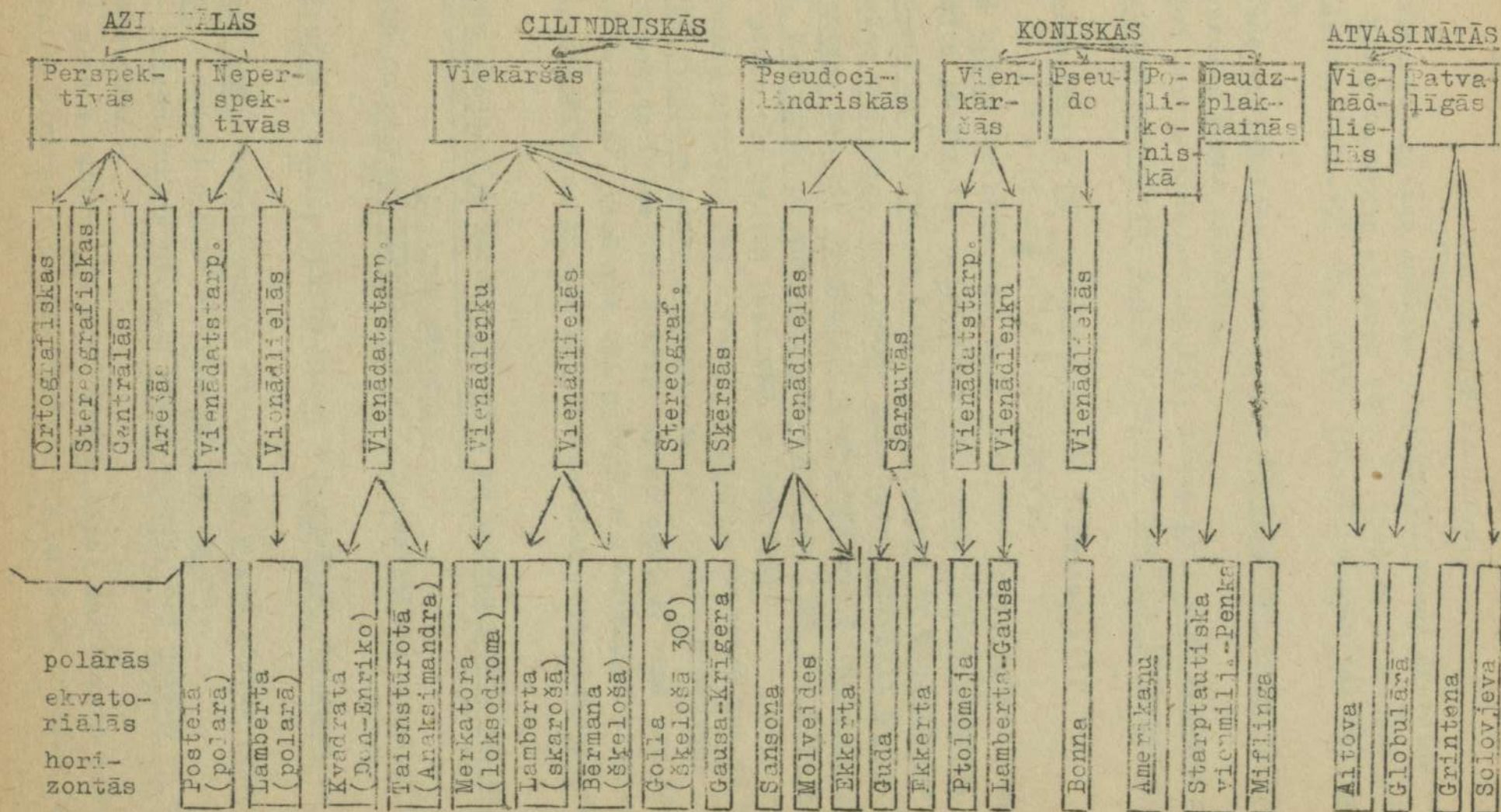
3. Koniskās projekcijas, kuras projicē globa virsas punktus uz globu skarošās vai šķeļošās cilindra sienām.

Ka cilindriskas tā koniskās var būt vienādatstarpotas, vienādleņķiskas, vienādlielas vai citas.

4. Atvasinātās un patvaļīgās, kuras konstruē vai nu atvasinot no citām projekcijām (ka to dara Aitovs), vai uzstādot pilnīgi patstāvīgus noteikumus, kā to dara piemēram, Grintens sava vispasaules projekcija.

Pieliekam šeit kartogrāfisko projekciju klasifikācijas shēmu, atkarībā no to konstrukcijas pagēniem.

2. KARTOGRAFISKI PROJEKCIJU KLASIFIKĀCIJA
ATKARĪBĀ NO TO KONSTRUKCIJAS PANĒMIENIEM.



ZĪMĒJUMU PERSPEKTĪVĀS PROJĒKCIJAS.I. VISĀRĒJĀIS JĒDZIENS.

Perspektīvās projekcijas dabūnam projektējot zemes sferoida virsas punktus (A, B, C...) uz ainas plaknes (Gl) ar izejošu no zināma punkta attārumu palīdzību. (Zīm.10) Šo punktu (O) mēs saucam par redzes punktu (tas ir avots).

Perspektīvās projekcijās parasti tēlo ievērojamas zemes virsas daļi, piem., veselas zemes puslodes.

Konstruējot kartes šinī projekcijā, lieto loti sīku galveno mērogu, kam zemi pieņem par sferu, kuras virsa ir vienāddiela zemes sferoida virsai.

Tādas sfēras rādijs (R) ir aplēžams pēc formulas (3):

$$R = a \left(1 - \frac{1}{8} e^2\right) \approx 6.370.290 \text{ m.}$$

Pielaištā klūda, ar kādu mums šinī gadījumā (atvietojot zemes sferoidu ar sferu) būtu jārēķinās, neiziet no tās precizitātes robežām, kādas šāda kartografiska tīkla grafiskas darināšanas ir pielaižamas.

Ainas plakne vispārīgi var ieņemt kuru katru stāvokli attiecībā pret sfēras centru, bet pie projekciju konstruēšanas parasti aprobežojas ar gadījumiem, kur ainas plakne skar sfēras virsu kādā tās punktā, vai viņa šķērš sferu tās centrā (šķēlošā projekcija).

Redzes punktu novieto pēc ievēles uz sfēras diametra vai tā turpinājumā, kas perpendikulārs ainas plaknei. Redzes punkta atstatums no sfēras centra var būt dažāds (viņš var sakrist ar šo centru, viņš var būt uz sfēras aploces (virbas), viņš var būt galīgā vai bezgalīgā attālumā no sfēras centra, atkarībā no kā mēs dabūsim dažādas perspektīvās projekcijas).

Perspektīvo projekciju veidi, atkarībā no redzes punkta un ainas plaknes stāvokļa.

Atkarībā no redzes punkta stāvokļa, perspektīvās projekcijas sauc par:

- ortografiskām - redzes punkts atrodas bezglīgā atstatumā no sfēras centra,
- stereografiskām - redzes punkts atrodas uz pašas sfēras (virsas),
- centrālām - redzes punkts atrodas sfēras centrā,
- ārpējām - redzes punkts atrodas ārpus sfēras, bet galīgā no viņas centra atstatumā.

Ainas plakne, attiecībā pret sferu, tāpat var ieņemt dažādus stāvokļus. Pēc ainas plaknes stāvokļa augstāk norādītajās perspektīvās

Projekcijas savukārt sadalās uz:

1. polārām - ainas plakne paralēla, ekvatora plaknei (perpendikulāra zemes asei),
2. ekvatoriālām - ainas plakne paralēla kāda izvēlēta meridiana plaknei vai sakrīt ar vēlamā meridiana plakni (šķēlošā),
3. horizontālām - ainas plakne paralēla dotā punktā horizonta plaknei vai, zināmā gadījumā, sakrīt ar šī punkta horizonta plakni perpendikulāra dotā zemes virsas punktā, piemēram, Rīgas vērtinamajam diametram).

Polārās projekcijas noder ziemeļu un dienvidu pusložu tēlošanai. Ekvatoriālās - austrumu un rietumu pusložu tēlošanai. Horizontālās - kaut kurās zemes lodes daļās tēlošanai. Apsaktīsim šos atsevišķos projekciju veidus.

2. ORTOGRAFIŠKĀS PROJĒKCIJAS

Ortografiskās projekcijās redzes punkts atrodas bezgalīgā atstatumā no sferas centra. Projecējošie stari būs savstarpēji paralēli un, attiecībā pret ainas plakni, perpendikulāri. Ainas plakne, parasti, šķērso sferas centru. Tomēr jāpiezīmē, ka ainas plaknes stāvoklis - atkarība no atstatuma no zemes centra - nemaina ne attēla formu, ne mērogu.

Polārā ortografiskā projekcija.

Polārā projekcijā ainas plakne sakrīt ar ekvatora plakni. (EQ).

Šīs projekcijas paralēles tēlojas koncentrisku aploču veidā ar kopīgu centru projekcijas vidū (polā). Meridiāni tēlosies kā šo aploču rādiāli, pie kam šīs projekcijas lenķi starp meridiāniem būs vienādi atbilstošiem lenķiem dabā.

Tā kā projecējošie stari ir perpendikulāri paralēļu plaknēm (paralēļu apliem) un ainas plaknei, tad paralēļu loku garumi tēlosies uz projekcijas bez deformācijas, galvenā mērogā.

Atstatumi starp paralēļu aplocēm līdz ar tuvošanos no periferijas uz ekvatoru (P) vairāk un vairāk palielinās.

Tas norāda uz to, ka ar geografiskā platuma (φ) palielināšanos, leņķis meridiāna virzienā palielinās (no 0 līdz 1). Meridiāni daļa paralēļu virzienā tēlosies vienlīdzīgās daļās. Paralēļu virzienos projekcija ietur visos punktos vienmērīgu mērogu, kas līdzīgs vienībai.

Polārā projekcija, tās paralēļu virzienā, pieder pie t.s. vienād-
starpotām, jo tās meridiāni ir vienādetstati viens no otra.

Polārā ortografiskā projekcija tiek konstruēta sekojošā kārtā. Uzņemam aploci ar radiju, kas līdzīgs zemes lodes radijam, pamazinātam galvenā mērogā. Šī aploce tēlo ekvatoru. Pie tam aploci daļa vienādielās daļās, ņemot vērā projekcijas tīkla vēlamo biežumu, piemēram ik pēc 30° . Uzņemam uz šiem daļījuma punktiem no centra (P) rādijus, kuri attēlo meridiānus.

Lai dabūtu paralēles, tad no meridiānu galim (a, b, \dots vai a', b') uzveikam perpendikulus uz horizontālo rādiu (AP). Atstatumi no aploces centra (P) līdz nolaiesto perpendikulāru pamatiem ($a'', b'' \dots$) noderēs kā attiecīgo paralēļu rādijs ($Pa'', Pb'' \dots$).

Zīmējumā (11) ir reprezentēta polārā ortografiskā projekcija, uz kuras meridiāni un paralēles ir novilkti ik pēc 30° kā geografiskā garuma, tā platumā.

Ekvatoriālā ortografiskā projekcija.

Ekvatoriālā ortografiskā projekcijā ainas plakne (šķelošā) sakrīt ar tā meridiāna plakni, kuru mēs esam izvēlējušies. (zīm. 12). Šīs projekcijas paralēles tēlojas paralēļu taisņu veidā, kuru savstarpējie atstatumi samazinājas līdz ar attālināšanos no projekcijas centra (ekvatora) pusi (PP_1) virzienā. Meridiāni tēlojas līkņu veidā, kas reprezentē elipsu loku (PaP_1, PbP_1, \dots).

Ekvatoriālo projekciju var darināt arī grafiskā ceļā. Uzveikam apli ar rādiu, kas vienādlieks zemes lodes rādim, samazinātam galvenā mērogā. Dabūtā aploce tēlo meridiānu (ārējo), ar kuru plakni sakrīt ainas plakne. Uznes divus savstarpēji perpendikulārus diametrus (EQ un PP_1) un sadala apli vienādliekās daļās. Šo daļu skaitam un lielumam jābūt atbilstīgam no vēlamās projekcijas tīkla biežuma. Caur dalījumu punktiem jānovilk taisnes, paralēlas horizontālam diametram – ekvatoram. Šīs taisnes tēlo mūs interesējošās paralēles ($30^\circ, 60^\circ \dots$).

Pēc tam uz uzzīmētām paralēlēm vajaga atrast punktus, kur šīs paralēles krustojas ar meridiāniem. Ievērojot, ka ekvatoriālā un polārā projekcijās attiecīgie atstatumi starp paralēlēm ir vienādlieki, šos punktus var atrast sekojošā ceļā: vispirms konstruē polārās projekcijas tīklu, kā tas parādīts zīmējumā 12, kreisajā augšējā kvadrantā (POE). No polārā tīkla meridiānu un paralēļu krustojumu punktiem ($a, a', a'' \dots b, b', b'', \dots$) nolaiž perpendikulus uz ekvatoriālā tīkla paralēlēm. Dabūtā uz ekvatoriālā tīkla paralēlēm krustojšanās punktus (C, C', C'' un d, d', d'') attiecīgi savieno saistošām slaidām līknēm (C, C', C'' un d, d', d''). Šīs līknes reprezentē ekvatoriālās ortografiskās projekcijas meridiānus.

Horizontā ortografiskā projekcija.

Horizontā ortografiskā projekcijā ainas plakne ir paralēla izvēlētajam punkta, piemēram Rīgas horizonta plaknei, un, tā tad plakne ir perpendikulāra izvēlētajam (kartes centrālā) punkta diametram.

Šinī projekcijā meridiāni un paralēles attēlosies elipsu veidā.

Zīmējums (13) reprezentē horizontālo ortografisko projekciju ar paralēlēm un meridiāniem pēc katriem 10° .

Attēlojot ortografiskās projekcijās veselas zemes puslodes, mērogradiānu virzienā mainīsies no 1 (pie $\phi = 90^\circ$) līdz nullei (pie $\phi = 0^\circ$). Līdz ar to, jo lielākas būs fakultatīvo mērogu maiņas, jo lielāks būs arī kontūru deformējums. Parasti ortografiskās projekcijas pielieko nelielu zemes virsas apgabalu attēlošanai. Nelielu apgabalu uzņēmumu plānus parasti sastāda uz horizontālo ortografisko projekciju tīklu. Šinī gadījumā ainas plakne ir paralēla vidējā punkta horizonta plaknei. Ortografiskās projekcijas pielieko arī astronomijā, piemēram, mēneša Marsu zīmēšanai. Pašu mēnesi mēs redzam debess izplatījumā ortografiskajā projekcijā. Tāpat arī planetes - Marsu, Saturnu, Jupiteru, utt. - visas tās astronomi savos stiprajos tālskatos redz ortografiskajā projekcijā.

3. STEREOGRAFIKĀS PROJEKCIJAS.

Vispārējās īpatnības.

Stereografiskās projekcijās redzes punktu novieto uz sferas virsmas. Ainas plakne šķērso sferas centru, vai skar viņas virsu, jeb ar to šķel. Pirmā gadījumā šādas projekcijas mērogi mainās no $\frac{1}{2}$ (projekcijas centrā) līdz 1 (malās). Otrā gadījumā, projecējot uz skarošās virsmas, mērogi mainīsies no 1 līdz 2. Lai mazinātu garumu deformācijas projekcijas malās, ir izdevīgāki projecēt uz šķelošās plaknes, kas neiet caur zemes centru. Lielākas uzskatāmības dēļ, tajos trijos stereografiskās projekcijas konstruēšanas gadījumos, pie kuriem mēs tūlīt piekavēsimies (polārā, ekvatoriālā un horizontālā), ainas plakne šķērso sferas centru.

Stereografiskās projekcijas pieder pie vienādleņķu jeb konformām projekcijām. Šinīs projekcijās dabā ņemtie leņķi tēlojas dabiskā lielumā, nemainas un, t.t., tiek uznesti uz kartes bez deformācijām.

Pateicoties šai īpatnībai, bezgala mazs aplītis, kas ņemts uz sferas, tēlosies stereografiskās projekcijās tāpat kā aplītis, protams, nelielā samazinātā veidā. Bez tam, stereografiskām projekcijām piemīt vēl citas svarīgas īpatnības, kas pieder tikai šīm projekcijām, un proti, - ne tikai bezgalīgi mazs sferas aplītis, bet arī kurš katrs liels vai mazs aplis izteiksies tāpat apla veidā. Citiem vārdiem, stereografiskās projekcijās indikatrīsa visur tēlosies kā aplis, bet šo aplu radiji dažādās projekciju vietās ir dažādi. Leņķis dabā $\alpha = \alpha'$ (leņķim uz projekcijas) un viņu starpība, t.i. $\alpha - \alpha' = 0$ (formulas 11, 12 un 13), t.i., ka viņas incikatrīsa ir vienmēr aplis.

Lai pierādītu šo stereografiskās projekcijas ievērojamo īpatnību, griezīsimies pie zīmējuma 14. Ainas plakne viņā novietota ārpus sferas

Novelk divus savstarpēji perpendikulārus diametrus. Aploci sadala lielās daļās, kuru lielums atkarās no vēlamā projekcijas tīkla biezuma (piemēram, ik pēc 10° vai 30°). Caur dalījumu punktiem novelk diametrus, kas reprezentē meridiānus.

Lai dabūtu paralēļu rādījumus, savieno punktus (a) un (a₁), kuros meridiāni šķērso ekvatoru, ar vertikālā diametra pretējo galu (redzējamā punktu O). Atgriežņai no tīkla centra (p) līdz punktiem (s) un (r), kuros taisnes (aO) un (a₁O) krusto horizontālo meridiānu, būs attiecīgi paralēļu rādījumi.

Ekvatoriālā stereografiskā projekcija.

Redzes punkts Q ir uz ekvatora (QE). Tāpēc galvenais stars ir tieši galvenais ekvatora diametrs, perpendikulārs pret otru galveno diametru PP₁. Bet ainas plakne (G1) sakrīt ar izvēlēto meridiāna plakni (zīm. 15).

Ekvatoriālo stereografisko projekciju var dabūt sekojošā grafiskās konstrukcijas ceļā. Apvelk aploci ar radiju, kas līdzīgs zemes sfēras radijam, samazinātam galvenā mērogā. Šī aploce tēlo izvēlēto meridiānu ar kuru sakrīt ainas plakne. Lai dabūtu visus pārējos meridiānus, tad pie vertikālā diametra poliem konstruē līknes 1, 2, 3, ... kuru ir projekējamo meridiānu geografisko garumu starpība. Punkti C₁, C₂, ... kuros taisnes PC₁, PC₂, ... šķērso horizontālo galveno radiju un tā turpinājumu, apzīmē to aploču centrus, kas noteiks meridiānu attālumus no šo meridiānu rādījumiem atgriežņus C₁P, C₂P utt.

Šādas konstrukcijas pareizība izriet no stereografisko projekciju īpašības un, proti, no viņu vienādlenkības (konformitātes) - no vienas puses - un no tā, ka viņas zemes sfēras virsas galīgie (ne tikai mazie) apli tēlosies to projekcijās tāpat apļos.

Līkņu konstrukciju pie pola, lai noteiktu punktus C₁, C₂, ... var aizstāt, atliekot uz horizontālā diametra no aploces centra (C) atgriežņus $CC_1 = R \cdot \text{tg } \alpha$, $CC_2 = R \cdot \text{tg } 2\alpha$, utt.

Zemāk novietotā tabulā ir pie estī šo atgriežņu () lielumi. Šī tabulā līknes seko pēc ik 10° , pie sfēras rādijs $R = 1$.

0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0,000	0,176	0,364	0,577	0,839	1,192	1,732	2,748	4,671	∞



Latvijas
Universitātes

Ja projekcija notiek uz skarošās plaknes, aploce ir jānovelk ar dubultu zemes sfēras radiju.

Tikai tāpēc, lai attēls būtu uzskatāmāks. Pierādījums nemainīgs, ja
 līkni novietosim tā, ka tā šķērso sfēras centru. Tikai neizmirsīsim,
 ka ainas plakne (G1) ir paralēla redzes punkta O horizonta plaknei un,
 tā tad, perpendikulāra galvenam staram, t.i. redzes punkta diametram
 0_10_2 un tā turpinājumam. Ņemsim uz sfēras virsas apli AB un projecēs
 to uz ainas plaknes (G1) ar staru palīdzību, kas iziet no redzes punkta
 O. Tad mēs uz ainas plaknes dabūsim līkni (slēgtu) A_0B_0 . Pierādīsim, ka
 šī līkne reprezentē aploci. Iedomāsimies konu SAB, kurš skar sferu pa
 slēgtu līkni (AtB). Šī kona veidojošā (st) ir perpendikulāra taisnei
 (kl) - kas skar līkni AB punktā (t). Projecēsīm taisnes (st) un (kl) uz
 ainas plakni G1.

Viņu projekcijām, t.i. taisnēm (s_0t_0) un (kl_0), uz šo projekciju
plānādlēk, kības pamata, arī jābūt perpendikulārām punktā t_0 (pieskares
punkts). T. t., Ko_0So un l_0t_0So - abi būs taisni lēkņi. Pie tā pašā
 plānādlēk, acīmredzami mēs nonāksim, ņemot kuru katru kona veidojošo
 un viņai atbilstošo loka (AB) skarošo. Visas kona (ASB) veidojošo pro-
 jekcijas iziet no viena un tā pašā punktā (S_0), kas savukārt, ir kona
 virsotnes (S) projekcija. Tā tad, slēgtā līkne (A_0B_0) raksturojas ar to,
 ka visi stari (radiji), kas iziet no punkta (S_0), sastāda ar atbilstošām
skarošām taisnus lēkņus. Tā tas var būt tikai tad, ja slēgtā līkne (A_0B_0)
 ir aploce.

Stereografiskās projekcijas izgudrojis astronomijas dibinātājs
 Hiparchs (180.-125. gp.m.ē.), bet to galvenās īpašības atradis Ptolomejs
 (87.-165.g.)

Apsaktīsim jau minētos trīs atsevišķus stereografisko projekciju
 veidus: polāro, ekvatoriālo un horizontālo.

Polārā stereografiskā projekcija.

Šīnī projekcijā ainas plakne sakrīt ar ekvatora plakni (zīm.15),
 bet redzes punktu novieto uz sfēras virsas pretējā polā, uz diametra
 (radija), kas perpendikulārs ainas plaknei. Centrālais gaismas stars iet
 caur zemes centru un sakrīt ar zemes asi.

Šīnī projekcijā visas paralēles tēlojas kā koncentriskas aplo-
 ces ar kopējo centru punktā P, kas ir pola projekcija. Atstatumi starp
paralēlēm palielinājās līdz ar attālināšanos no kartes centra tās malu
virzienā. Tā tad, gluži pretēji tam, kā tas bija ortografiskajā pro-
 jekcijā. Meridiāni tēlojas kā šo aplocu radiji, kā taisnes, kā rata spie-
 ri.

Projekciju ir viegli konstruēt arī grafiskā ceļā. Velkam aploci
 ar radiju, (zīm.15 augšējā daļa), kas līdzinājas zemes lodes radijam,
 samazinātam galvenā mērogā. Šī aploce ir ekvatora projekcija. Pēc tam

Pie projekcijas konstruēšanas ir nepieciešami šīs tabulas dati, kas samazināti ar rādija (r) lielumu. Rādījs (r), protams, samazināts tā, lai būtu mērogā.

Pralēļu konstruēšanai, vispirms, aploci daļa uz līdzīgām daļām, piemēram, ik uz 30° . Horizontālā diametra galu (O) savieno ar punktiem (A) un (B), caur kuriem ir jāiet projecējamai, teiksim, (60°) paralēlei. Atzīmē punktus (a) un (b), kuros krustojās novilktais taisnes (gaismas stari) vertikālo diametru un viņa turpinājumu. Paralēle tēlosies aploce lokveidā, kuras centrs guļ atgriežna (ab) vidū (punktā d). No atrastā centra (d) apvelk aploce loku ar rādiju $dA = dB$, kas reprezentē paralēli.

Zīm. 17 attēlotā ekvatoriālā stereografiskā projekcijā ar meridiānu un paralēlēm, kas uznesti pēc katriem 15° . Ekvatoriālo stereografisko projekciju ļoti bieži leito austrumu un rietumu zemes ložu darināšanai.

Horizonta stereografiskā projekcija.

Ainas plakne pieskaņas zemei kādā tās virsma punktā, noteiktā ar datumu. Tas nozīmē, ka ainas plakne sakrīt ar dotā punkta horizontu.

Projekcijas īpatnības nemainīsies, ja ainas plakne nepārskaņšies zemei dotā punktā, bet būs paralēla šī punkta horizontam.

Meridiānu konstruēšana. (Zīm. 18). Ar galvenā mērogā samazinātu zemes rādiju (R) novelk aploci ar centru punktā (V). Šinī aplocē novelk zemes asi PP_1 , zem loka HCP . No rādes punkta O , novelk taisnes starus OP un OP_1 līdz krustojumam ar rādiju HC punktā P_2 un ar viņa turpinājumu punktā P_1 . Šie abi dabūtie punkti ir polu P un P_1 projekcijas uz horizontālā rādija HC un viņa turpinājuma (CP_1). Nogriežni P_2P_1 daļa uz pusēm un dabūtā punktā C_1 uzstād. perpendikulu NN . Perpendikuls NN ir šīs projekcijas centru geometriskā vieta. Uz šī perpendikula NN atrodas visu mūs interejošās horizontās stereografiskās projekcijas meridiānu centri: $C_1, C_2, C_3 \dots$. Bet paši meridiāni ir aploču, kas iet caur punktu P_2 , loki: $P_2Z, P_2Z_1 \dots$. Kā lai noteiktu uz taisnes NN meridiānu centru $C_1, C_2, C_3 \dots$ vietas? Ievērojot to, ka pie pola visi meridiāni krustojas zem larkiem λ , kuri vienādieli geografiskā garuma starpībām, ir jānovelk no pola projekcijas P_2 taisnes $P_2C_2, P_2C_3, P_2C_4, P_2C_5, P_2C_6 \dots$ zem atbilstošām geografiskā garuma starpībām (zīm. 18 ik 15°) $1, 2, \dots$. Nogriežni $C_1C_2, C_1C_3 \dots$ ir centru ordānātos $Y_2 \dots$, bet atgriežni $P_2C_2, P_2C_3 \dots$ meridiānu rādiji uz projekcijas.

Paralēļu projekciju konstruēšanai aploci daļa vienādielās daļās mērogam, ik pēc 15° . (Sk. zīm. 18 labo pusi). Dalījumu punkti, piem., a un b projecējas uz diametra HH ar staru Oa' un Ob' palīdzību un tā dabūnam viņu projekcijas punktus a un b . Pēc tam atrod atgriežna vidū, t.i. punktu d , kas būs tās aploce centrs, kas noderēs projekcijas konstruēšanai. Šis aploce rādījs būs

da = db. Analogiski konstruē arī pārējās paralēles.

Zīm. 18 ir parādīta horizontālās stereografiskās projekcijas konstrukcija ar meridiāniem un paralēlēm, kas novestas ik pēc 15° ; pie tam visas palīgkonstrukcijas atzīmētas ar punktu līnijām.

Stereografiskās projekcijas pielieto zemes pusložu darināšanai.

4. CENTRĀLĀS JEB GNOMONISKĀS PROJEKCIJAS

Centrālās projekcijās redzes punkts (O) novietots sferas centrā un ainas plakne (Gl) skar sferu.

Tā kā visu, t.s., lielo aplu plaknes iet caur sferas centru, bet redzes punkts novietojas sferas centrī, tad šinīs projekcijās visa lielo aplu aploce izteiksies uz ainas plaknes kā taisnes. Visīsākais atstatums starp diviem punktiem uz sferas virsma ir lielā apla loks (ortodromija). No tā izriet, ka arī šis loks - ortodromija - šinī projekcijā attēlojas taisnes veidā. Šī vērtīgā īpatnība piemīt tikai centrālās projekcijām un dara viņas loti lietderīgas kā jūras, tā gaisa kuģniecībā un uz kartes, kas sastādīta centrālā projekcijā, savienosim kuga atiecīgas un viņa ceļojuma gala punktu ar taisnas līnijas palīdzību, tad šī līnija būs arī dabā visīsākais atstatums starp abiem minētiem punktiem. Centrālās projekcijas sevišķi bieži pielieto zvaigžņu karšu darināšanai. Šīs projekcijas ir izstrādātas apm. 2.500 g. atpakaļ. Viņas ir izgudrojis grieķu filosofs Tales no Miletas (640.-548.g. pr.m.ē.)

Centrālās projekcijas nav nedz vienādlenkīgas (konformas), nedz vienādlielas (ekvivalentas), citiem vārdiem, viņām nav vienveidības līniju gala mazās daļās un arī viņu laukumu lielumi mainās. Mērogs mainās ne tikai vien pārejot no viena punkta uz otru, bet arī vienā un tanī pat punktā dažādos virzienos. Projekcijas centrā mērogs vienādliels galvenam visiem virzienos, bet 90° attālumā no projekcijas centra - mērogs būs vienādliels bezglīgai ().

Polārā centrālā projekcija.

Ainas plakne (Gl) skar zemi vienā polā un, t.t., ir paralēla ekvatoram. Paralēles tēlojas uz projekcijas koncentrisku aploču veidā ar kopēju centru projekcijas polā.

Atstatumi starp paralēlēm līdz ar attālināšanos no projekcijas centra viņas malu virzienā ātri palielinās. Ekvatoru šinī projekcijā nevar attēlot, jo ekvatora plakne ir paralēla ainas plaknei un, tā kā, gaismas stars, kas iet pa ekvatora plakni, nesastop ainas plakni. Meridiāni tēlojas taisnu līniju veidā, kas starveidīgi iet no centra, šķērsojot paralēles.

Zīm. 19 redzams, cik vienkāršs ir šīs projekcijas paralēļu rādiju noteikšanas paņēmieni. Velkam $\frac{1}{4}$ aploci ar rādiju R, kas samazināts projekcijas mērogā. Sadalīsim šo aploces ceturdaļu vienādlielās daļās, atkarībā no vēlamā projecējamā tīkla biežuma. (Zīm.19 - aploce ad sadalīta pa 15°)

Vertikālā rādija gala punktā (a) novilksim skarošo (bc) pret aploci (da). Pēc tam novilksim no aploces centra starus, kas šķērso tīkka līnijas uz vienas dalījuma un vilksim šos starus līdz skarošai (bc). Atgriezī, skaitot no punktiem c, f, g un h, kur minētie stari šķērso skarošo un līdz šīs skarošās pieskares punktam (a), būs meklējamie šīs projekcijas rādiji: ah - 75° paralēlei, ag - 60° , af - 45° , ae - 30° .

Ekvatoriālā centrālā projekcija.

Ainas plakne ir paralēla dorā meridiāna plaknei un skar ekvatoru. Zīm. 20 attēlota ekvatoriālā centrālā projekcija ar meridiāniem un paralēlēm, kas uzvilkti pēc katriem 15° . Meridiāni šinī projekcijā tēlojas kā paralēlas taisnes. Poši aiziet bezgalībā.

Ekvātors tēlojas kā taisne, jo viņš ir lielais aplis, kas iet caur zemes centru, kurā atrodas gaismas avots (redzes punkts), perpendikulāra meridiānam. Visas pārējās paralēles ir līknes - hiperbolas (jo tās nav lieli apli).

Horizontā centrālā projekcija.

Horizonta centrālā projekcijā ainas plakne sakrīt ar horizonta plakni punktā ar mums vēlamu geografisko platumu (ϕ). Meridiāni ir taisnes, jo viņi ir sferas lielo aplis aploces. Zīmējumā 21 meridiāni un paralēles novilkta ik pēc 15° , pie kam $\phi = 60^\circ$.

Ordinātu un aboisu attiecības noteic ar $tg \lambda = \frac{1}{\sin \phi} \cdot tg \lambda'$, palīdzību, kurā meridiāni krustojas uz projekcijas. Šos leņķus ar atbilstošiem geografiskiem garumiem saista sekošs nolīdzinājums:

$$tg \lambda = \sin \phi \cdot tg \lambda'$$

Šis ir pazīstamais Gnomona teorijā izvestais nolīdzinājums, kas noderīgs saules stundaņu konstruēšanai.

Uz šī pamata centrālās projekcijas mēdz saukt arī par gnomoniskām.

Horizonta centrālā projekcijā ar doto geografisko platumu ϕ , meridiāni attēlojas kā starveidīgas no viena punkta izejošas taisnes. (Šis punkts ir pils). Ekvatoru attēlo taisne, kas perpendikulāra centrālām meridiānam tā pieskares punktā. Paralēles ar platumiem, mazākiem par 90° - ir hiperbolas, paralēle ar platumu 90° - ir parabola, paralēles ar platumiem, lielākiem par 90° - ir elipses, kuru

Handwritten notes at the bottom of the page.

lielās asēs iet pieskares punkta meridiāna virzienā. Tīm. 21 attēlo horizontālo centrālo projekciju ar pieskares punkta platumu $= 60^\circ$ un meridiāniem un paralēlēm ik pa 15° . Paralēles ar platumu 15° ir hiperbolas, paralēle ar platumu 30° ir parabola, bet ar platumiem $45^\circ, 60^\circ$ un 75° - elipses.

Centrālās projekcijās bieži sastāda debesskartes, jo zvaigžņu konstelāciju veids tanī ir vistuvāks tam, kā tas redzamas pie debesīm. Šīs centrālās projekcijās sastādītām kartēm viegli uziet atsevišķas zvaigznes. Visas debess sfēras attēlošanai to parasti projecē uz sferu aptverošā kuba sešām skaldnēm. Kubu iedomājas novietotu tā, ka viņš pieskaras sfērai abos polos un ekvatora četros punktos; caur ko ekvatora aploce ir sadalās četrās vienlīdzīgās daļās. Tādā ceļā visa debess sfera un zvaigznes attēlojas divi polārās - un četrās ekvatoriālās centrālās projekcijās. Šīs projekcijas ir visērtākās krītošo zvaigžņu uztveršanai un zvaigžņu radianta noteikšanai. Zemes tuvumā vienas strāvas krītošās zvaigznes virzās gandrīz pa paralēlēm taisnēm, bet perspektīvā tās izliekas kā taisnes, kas starveidīgi iziet no viena punkta, t. e., radianta. T. t., krītošo zvaigžņu redzamos ceļus var attēlot kā taisnes vienīgi centrālās projekcijās. Ja ievēro katras atsevišķas zvaigznes parādīšanās un nozūšanas vietas pie debess un uznes tās centrālās projekcijā sastādītās zvaigžņu kartēs, tad savienojot šus uznestos punktus, dabūsim ceļu attēlus. Turpinot šo ceļu līnijas uz otru pusi, lielākam zvaigžņu vairumam tās parasti krustojas vienā punktā, kuru sauc par strāvas radianta vietu. Tādā veidā krītošo zvaigžņu novērošanai amatieriem izsniedz debess kartes centrālās projekcijās tām debess daļām, kurās visbiežāki novērojami šie krāšņie meteori.

5. ĀRĒJĀS PROJECIJAS.

Ortografiskās projekcijas - no vienas puses - un stereografiskās - kā arī centrālās - no otras - savstarpēji atšķiras ar diametrāli pretējiem trūkumiem. Ortografiskās projekcijās, pārejot no kartes vietas uz malām, mērogs meridiānu virzienā samazinājam, bet stereografiskajās - centrālās - palielinājas.

Ja mēs redzes punktam izvēlēsimies vietu starp tiem stāvokļiem, kad du viņš ienem ortografiskās un stereografiskās projekcijās, tad visu diametrāli pretējie trūkumi līdz zināmam mēram var būt mīkstināti. Šāks stāvoklis redzes punktam būs tad, ja mēs viņu novietosim ārpus sfēras uz kāda galīga atstatuma. Tāpēc šīs projekcijas arī sauc par ārējām projekcijām.

Pie šādām ārējām perspektīvām projekcijām pieder Laira, Par...

ammera, Klarka u.c. projekcijas. Katrs no šiem zinātniekiem, novie-
rojot redzes punktu, iziet no tāda vai citāda šos zinātniekus interesē-
jošā viedokļa.

III _ N O D A 4 A

AZIMUTĀLĀS NEPERSPEKTĪVĀS PROJĒKCIJAS

I. VISPĀRĒJAIS JĒZIENS

Azimutālās neperspektīvās projekcijas, kā jau mēs to teicām, ir
radniecīgas perspektīvām. Bet viņas atšķiras no perspektīvām ar to, ka
viņas redzes punkts nav saistīts ar kādu nebūt noteiktu atstatumu no
ainas plaknes, bet pārvietojas pašā projekcijas procesā, saskaņā ar pie-
ņemtu likumu, pa zemes diametru, kas ir perpendikulārs ainas plaknei.

Tomēr, konstruējot šīs projekcijas, mēs ne tik daudz rūpējamies
par to, vai citu redzes punkta pārbīdīšanas kārtību, bet gan par to, kā
vislabāki konstruēt mūs interesējošos meridiānus un paralēles, izejot
no tiem noteikumiem, kuriem mūsu projekcijai ir jāatbilst.

Ainas plakne, kā jau minēts, tiek ņemta tāda, kas skar zemi tanī
vai citā viņas punktā. Atkarībā no skarošās plaknes stāvokļa, azimutālās
neperspektīvās projekcijas var būt, tāpat kā visas iepriekšējās, polāras,
ekvatoriālās un horizontālās. Kā arī nebūtu novietotas šīs skarošās ainas
plaknes, tomēr visās neperspektīvās projekcijās paliek nemainīgi apvidus
taisņu azimūti pie centrālā punkta, t.i. pie pieskares punkta, tāpēc
arī šīs projekcijas saucas par azimutālām.

Azimutālās neperspektīvās projekcijas, tāpat kā perspektīvās,
parasti lieto ievērojami lielu zemes virsas apgabalu tēlošanai, piemēram,
zemes pusložu, pie kam zeme tiek ņemta par sferu ar radiju

$$R = a. / 1 - \frac{1}{6} e^2 /.$$

Šīs projekcijas pielieto arī zvaigžņu karšu darināšanai. Šinī g-
dījumā zemes sfēras meridiāni un paralēles būs atbilstoši debess sfēras
vertikāliem un almukantarātiem, bet pols P - zenīta centrālam punktam.
Sakarā ar to, šīs azimutālās projekcijas sauc arī par zenītālām. Aug-
stāk apskatītās perspektīvās projekcijas, t.t., it arī tanī pat laikā
azimutālās. No neperspektīvām azimutālām projekcijām mēs iepazīsimies
ar franču matemātiķa Postela un vācu astronoma Lamberta projekcijām.

2. VĪENĀDATSTAROTĀ POSTEĻA PROJEKCIJA

Posteļa /1510.-1581.g./ projekcijā, kā kurā katrā polārā azimutālā projekcijā, paralēles tēlojas kā koncentriskas aploces ar centru projekcijas lokā, bet meridiāni - kā šo aploču rādiji. Paralēļu rādiji (ρ) šīnī projekcijā ir vienāddielīgi meridiāna iztaisnotiem lokiem, tād, taisnēm, skaitot no pola līdz projicējamai paralēlei un tiek lēsti pēc formulās;

$$\rho = R (90^\circ - \varphi) / 20$$

kur R - zemes sfēras rādijs, samazināts galvenā mērogā, bet φ - projicējamās paralēles platums, pie kam lenķis ($90^\circ - \varphi$) ir jāaizsaka rādija vienībās. Šeit pievestā tabulā ir atzīmēti paralēļu rādiju ρ lielumi pēc 15° , pie kam R = 1.

0°	15°	30°	45°	50°	75°	90°
1,581	1,309	1,047	0,785	0,524	0,262	0,000

Posteļa projekcija neuztur ne lenķu, ne laukumu nemainību. Meridiānu virzienā, kā tas redzams no formulas (20), viscaur vien-
nozīmīgi vienībai, t.i., galvenam mērogam. Tā tad, meridiānu virzienā
projekcija ir vienādatstarpota.

Paralēļu virzienos mērogi nemitīgi mainās. Projekcijas centrālā mērogs ir vienlīdzīgs vienībai, bet uz ekvatora viņš vairāk kā 1,5 reizes lielāks par galveno. Pārejot no kartes centra uz projekcijas malām,
atšķirību attēlojumi vairāk un vairāk izstiepjas paralēļu virzienos.

Posteļa projekciju varam dabūt ļoti vienādrēšas konstrukcijas projekcijā. Atliksim uz taisnes iztaisnotu ceturdaļas aploces loku (zīm.22), kur R = 2, kur R - ir zemes sfēras rādijs, samazināts dotā galvenā mērogā. Atliktais atgrieznis būs ekvatora aploces rādijs. Tā kā projekcija ir vienādatstarpota meridiānu virzienos, tad, lai atrastu rādijos paralēļu rādijus, atliek tikai sadalīt šo atgriezni vienāddielīgās daļās, ņemot vērā projicējamās projekcijas tīkla biežumu. Pēc tam, ar palīdzību, šādā ceļā dabūtu, rādiju palīdzību. apraksta koncentriskas aploces - paralēles un pēc tam uzvelk meridiānus.

Posteļa projekcijas vērtīgā īpatnība ir tā, ka viņa uztur ne tikai azimutu nemainību pie centrālā punkta, bet arī atstatumos starp un kuru katru citu punktu (meridiānu virzienā). Pateicoties šai īpatnībai, šādus atstatumus uz šīs projekcijas var noteikt gluži tādā kārtā, kā to dara uz plāniem.

-42-

Posteļa projekcijā ir izdota 1937. gadā Arktikas karte mērogā 1:14.000.000 / 1 cm - 140 km/. Uz šīs kartes ir uzņemts vēsturiskais beznosēšanās pārlidojuma maršruts, kādu ir veikuši Padomju Savienības varoņi b.b. Čkalovs, Baidukovs, Beļakovs - Maskava - Ziemeļpols - Ziemeļamerika 1937g.

3. LAMBERTA VILNĀLĒLĒĻĀ PROJĒKCIJA.

Lamberts (1728. - 1777.g.) noteica savas projekcijas paralēļu rādītājus ρ ar tādu aprēķinu, ka projekcijasapļa (A'B') laukums, kas atbilst dotā geografiskā platuma (φ) paralēlei (AB), līdzinās attiecīgā sferas segmenta (APB) laukumam. Pie šāda noteikuma projekcijā saglabāties iecirkņu laukumu vienādlielums, kāpēc šo projekciju sauc par vienādlieli. Saskaņā ar šo Lamberta noteikumu, piemēram, apļa A'B' laukums uz projekcijas (zīm. 23), kas attēlo paralēli AB ar platumu φ , būs vienādliels sferas segmenta APB laukumam.

Sferas segmenta laukums, kā tas zināms, ir vienādliels lielā apļa aplocei, reizinātai uz segmenta augstumu. T.i., laukums APB = $2R \cdot H$, kur R - ir lielā apļa rādijs, t.i., zemes sferas rādijs un H - segmenta augstums.

Noteiksim H:

$$H = PC - OC = R - R \cdot \cos(90^\circ - \rho) = 2R \sin^2 \frac{90^\circ - \rho}{2}$$

Lamberta pieņemto noteikumu uzrakstīsim tā: $\rho^2 = 4R^2 \sin^2 \frac{90^\circ - \varphi}{2}$

No tā izriet:

$$\rho = 2R \sin \frac{90^\circ - \varphi}{2} \quad /21/$$

Šeit mēs pievedam paralēļu rādītāju lielumus uz projekcijas, pieņemot ka R = 1.

0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
1,414	1,218	1,000	0,763	0,518	0,261	0,000

Viegli pārliecināties, ka Lamberta projekcijās dotā platumā paralēles rādijs ρ ir vienādliels hordai, savelkošai zemes sfera meridiāna līnī ar $90^\circ - \varphi$. Tas dod iespēju konstruēt šo projekciju vienkāršā geometriskā ceļā, kas atspoguļots zīm.23.

CILINDRISKĀS PROJEKCIJAS.

1. Vispārējais jēdziens.
2. Vienādatstarpotās cilindriskās projekcijas:
 - a. kvadratā (Don-Enriko)
 - b. taisnleņķotā (Anaksimandra).
3. Merkatora projekcija (vienādleņķainās). Loksodromija.
4. Lamberta vienādlielā projekcija (uz skarošā cilindra).
5. Bērmana vienādlielā projekcija (uz šķēlošā cilindra).
6. Pola stereografiskā projekcija (uz šķēlošā cilindra).
7. Gausa-Krīgera šķērsā cilindriskā projekcija.

1. VISPĀRĒJĀIS JĒDZIENS.

Cilindriskās projekcijas mēs dabūnam projecējot zemes sfēras meridiānus un paralēles uz kāda cilindra virsas, kuru pēc tam pārgriežot ar kādu no viņa veidojošām, attinām (iedomā) uz plaknes. Cilindrs var vai nu skārt zemes sfēru (globu) pa kaut kuru tās lielo aploci, vai arī to sfēru šķelt.

Atkarībā no cilindra ass stāvokļa attiecībā pret zemes polu asi, cilindriskās projekcijas sadalās:

1. taisnās (stāvās, vertikālās),
2. šķērsās (gulošās, horizontālās) un
3. slīpās (zīm. 24).

Taisnās projekcijās cilindra ass sakrīt ar polāro asi PP_1 . Šīs projekcijās meridiāni tēlojas kā vienādatstatas viena no otras paralēlas taisnes, bet geografiskās paralēles - arī kā taisnes, kas perpendikulāras pret meridiāniem. Katras geografiskās paralēles attālumšums no tās taisnes, kas tēlo ekvatoru, tiek lēzts atkarībā no iepriekšējiem noteikumiem, uz kuru pamata mēs vēlamies darināt mūs interesējošo projekciju. Taisnās cilindriskās projekcijas ir izdevīgas to zemju projecēšanai, kas izstieptas geografiskā garumā (gar ekvatoru vai gar paralēlēm) un kas ir šauras geografiskā platuma virzienā.

Tās cilindriskās projekcijas, kurās cilindra ass guļ ekvatoru plaknē un, tā tad, sastāda ar pola asi taisnu leņķi, saucas par šķērsām cilindriskām projekcijām. Tādas projekcijas ir izdevīgas zemēm, kas izstieptas geografiskā platumā un saspiestas garumā.

Projekcijas, kuru cilindru ass šķērso zemes sfēras polāro asi un kāda, bet ne taisna leņķa, saucas par slīpām. Šīs projekcijas ir indevēģas tādu zemju attēlošanai, kas ir izstieptas gar meridiānu un ne gar ekvatoru, bet kāda cita lielā apla virzienā. Šķērsās un slīpās projekcijās meridiāni un paralēles tēlojas izliektās līnijās.

Viļvienkāršākās un visvairāk lietotās ir taisno cilindru projekcijas, pie kurām mēs arī pakavēsimies.

Pieņemsim, ka kāda cilindra ass, vienalga vai tas būtu skarošs vai šķēlošs (zīm.25) sakrīt ar zemes lodes polāro asi. Projecēsim meridiānus un paralēles uz šādas cilindra virsas ar staru, kas iziet no kāda redzes punkta O, palīdzību, šis redzes punkts O atrodas uz cilindra ass un, t.t., arī uz zemes polārās ass, pie kam, punkta O staivoklis nav fiksēts, t.i., viņš var būt mainīgs. Viņš var pārvietoties pa cilindra asi līdz ar projecējamās paralēles pārvietošanos. Pieņemot dažādus šī redzes punkta pārvietošanās noteikumus, var dabūt dažādas cilindriskās projekcijas.

Un tiešām, konstruējot projekciju, mēs neesam ieintereēsti šī redzes punkta pārvietošanās noteikumu izstrādāšanā, bet gan otrādi, mums ir no svara izstrādāt noteikumus kā konstruēt meridiānus un paralēles uz plaknes un, sakarā ar to, mēs pārvietojam arī redzes punktu, saskaņā ar tikko izteikto vajadzību.

Nav grūti saprast, ka kurā vietā uz zemes ass PP_1 redzes punkts arī neatrastos, zemes sfēras (vai arī sferoīda) meridiāni vienmēr attēlošies uz cilindra virsas kā taisnes (kā cilindra veidojošās), bet paralēles izteiksies kā aploces, kas sakrīt ar plaknēm, perpendikulārām cilindra asij (zīm. 25-a). Pārgriežot cilindri pa vienu no tā veidojošām un izplēšot viņu uz plaknes, mēs dabūsim meridiānus un paralēles, savstarpēji perpendikulāru taisnu veidā (zīm.26).

Meridiāni izteiksies vienādatstatu paralēļu taisņu sistēmā, bet ģeografiskās paralēles izteiksies tāpat paralēļu taisņu veidā, kas būs perpendikulāras tikko minētiem meridiāniem. Atstatumi starp paralēlēm dažādās projekcijās būs dažādi.

2. VIENĀDATSTATĀS CILINDRISKĀS PROJECIJAS, KVADRĀTĀ UN TAISNLEŅĶOTĀ.

Firmo kvadrāto projekciju ir izgudrojis 1438.g. portugāļu princis Don-Enriko, sauktais Indriķis Jūrasbraucējs. Šo projekciju konstruē uz cilindra, kas skar zemes lodi pa ekvatoru. Meridiāni tēlojas kā paralēl taisnes, kuru savstarpējie atstatumi līdzinās iztaisnotiem zemes lodes ekvatora lokiem starp projecējamiem meridiāniem.

Šos atstatumus noteic pēc formulas:

$$l = R \cdot \lambda \quad /22/$$

kur R - ir zemes radijs, samazināts galvenā mērogā, bet λ -projecējamo meridiānu geografisko garumu starpība, pie kam λ ir jāizlieot radija vienībās.^{x/}

Paralēles tēlojas kā taisnes, perpendikulāras meridiāniem.

Kontūras paralēles atstatums no taisnes, kas izteic ekvatoru, ir vienādlīnijas iztaisnotas zemes lodes meridiāna lokam, skaitot no ekvatora un līdz dotās paralēles geografiskam platumam, un to noteic pēc formulas:

$$x = R \cdot \dots \quad /23/$$

pie kam jāizteic rādija vienībās.

Projecējot meridiānus un paralēles ik pēc viena un tā paša grādu skaita, mēs dabūnam projekcijā vienādlīnulu kvadrātu tīklu.

Jau no pašiem šīs projekcijas konstrukcijas noteikumiem izriet, ka viņas mērogs meridiānu virzienā ir:

$$m = 1.$$

Mērogs paralēļu virzienā arvien pieaug līdz ar attālināšanos no ekvatora polu virzienā, uz ekvatora $n = 1$, bet polos $n =$

Pievadīsim skaitliskos kvadrātās projekcijas elementu lielumus ik pēc 15° geogr. fiskā platumā, pie kam $R = 1$.

	$x = R \cdot$	m	n	$p = mn$	$2 \dots$
90°	1,571	1			$180^\circ 0'$
75°	1,309	1	3,864	3,864	$72^\circ 9'$
60°	1,047	1	2,000	2,000	$38^\circ 59'$
45°	0,785	1	1,414	1,414	$19^\circ 45'$
30°	0,524	1	1,155	1,155	$8^\circ 14'$
15°	0,262	1	1,035	1,035	$1^\circ 59'$
0°	0,000	1	1,000	1,000	$0^\circ 0'$

Atstatums (1) starp meridiāniem uz projekcijas, pie $\lambda = 15^\circ$ būs: $1 = 0,262$. Konstruējot šo projekciju dotā mērogā un pie tīkla blīvuma 15° , ir nepieciešami x un 1 lielumus pareizināt ar R - samazinātu dotā mērogā.

Šī projekcija pieder pie vienādatstarpotā projekciju kategorijas, - viņa neuzglabā ne lenķu, ne lokumu nemainību. Līdz ar attālināšanos no ekvatora polu virzienos, kontūras vairāk un vairāk izstiepjas gar paralēlēm. Zīmējumā 27 attēlota šinī projekcijā zemes lodes karte ar

^{x/} Lenķim, kura gradu izteiksme būtu \dots , atbilst lielums radija R vienībās:

$$\frac{2 \cdot R}{360} = \frac{R}{180}$$

Formāciju norādījumiem elipsu veidā dažādos geografiskos platumos.

Taisnleņķoto projekciju ir izgudrojis grieķu matemātiķis Plakimandrs, kas dzīvoja 6. gadsimtā p.m.ē. Projekciju konstruē uz cilindru, kas šķēļ zemes lodi pa divām vienādstāvošām no ekvatora paralēlēm.

Meridiāni šeit tēlojas kā paralēlas taisnes. Atstatumi starp tām ir vienādlieļi šķēluma paralēļu iztaisnotiem lokiem, kas ietverti starp projecējamiem meridiāniem. Vīrus noteic pēc formulas:

$$l = R \cos \lambda \quad /24/$$

R - ir zemes lodes radijs, samazināts galvenā mērogā, λ - šķeltās paralēles geografiskais platums, l - projecējamo meridiānu geografisko attālumu starpība, pie kam R ir jāizteic radiju vienībās. Paralēles tēlojas kā taisnes, pependikulāras un konstruējas gluži tāpat kā kvadratās projekcijās, t.i., atstatumi starp paralēlēm ir vienādlieļi meridiānu iztaisnotiem lokiem.

Projecējot meridiānus un paralēles ik pēc viena un tā paša gra-
skaitļa, mēs dabūnam uz projekcijām vienādlieļu taisnstūru tīklu (zīm. 28.). Lielākās šo taisnstūru malas ir vienādlieļas meridiānu iz-
taisnotiem lokiem, bet mazākas - iztaisnotiem šķelto paralēļu lokiem.

Zīm. 28 attēlota taisnstūrotā projekcija visai zemes lodei. Vī-
rs šķēļ zemes lodi pa paralēlēm ar $\lambda = 45^\circ$.

Zemāk pievestā tabulā ir ievietoti taisnstūrotās projekcijas
malisko elementu lielumi ik pēc 15° geografiskā platuma, pie kam
 $\lambda = 45^\circ$ un $R = 1$.

$x = R \cos \lambda$	m	n	$mn = p$	2	
1,571	1			180° 0'	Atstatums starp
1,309	1	2,732	2,732	55° 18'	meridiāniem uz
1,047	1	1,414	1,414	19° 45'	projekcijas
0,785	1	1,000	1,000	0° 0'	pie $\lambda = 15^\circ$
0,524	1	0,816	0,816	11° 36'	būs;
0,262	1	0,732	0,732	17° 48'	$l = 0,185$
0,000	1	0,707	0,707	19° 45'	

Apskatītā projekcija, tāpat kā kvadratā, neuztur ne leņķu, ne
malu nemainību. Fakultatīvie mērogi ir vienlīdzīgi vienībai, t.i.,
tam mērogam - pa visiem meridiāniem un pa divām šķēluma paralēlēm.

Starp šķēluma paralēlēm mērogi paralēļu virzienos ir mazāki par
tām.

Līdz ar attālināšanos no šķēluma paralēlēm polu virzienos mēro-
paralēlēm pieaug no 1 līdz bezgalībai.

3. MERKATORA PROJEKCIJA.

1569. gadā holandiešu kartografs Merkators (1512-1594) ir iz-
rojis vienādlenķu cilindrisko projekciju, kas ir tapusi ļoti populā-

Merkatora darbi vispār sastāda laikmetu kartografijas attīstī-
. Merkators salasīja lielu skaitu vecu un jaunu karšu, kas bija pa-
pildinājās Renesanses sākumā, rūpīgi tās izstudēja, atrada tanīs daudz
likumu. Savu meklējumu rezultātā viņš nāca pie slēdziena, ka nepiecieš
mas jaunas projekcijas. Viena no tādām ir šī vienādlenķu jeb kon-
mā projekcija.

Kā ikkurā cilindriskā projekcijā, meridiāni un paralēles tēlojas
kā savstarpēji perpendikulāras taisnes (zīm. 29). Projekciju var
konstruēt arī uz šķēlošā cilindra. Konstruējot viņu uz skarošā cilind-
atstatumi uz projekcijas starp meridiāniem būs vienādielīgi zemes lo-
ekvatora iztaisnotiem lokiem starp projicējamiem meridiāniem. Kon-
struējot uz šķēlošā cilindra, atstatumi uz projekcijas starp meridiā-
niem būs vienādielīgi zemes lodes šķēlto paralēļu iztaisnotiem lokiem
starp projicējamiem meridiāniem. Atstatums uz projekcijas, skaitot no
ekvatora līdz kurai katrai paralēlei, būtu;

$$x = \frac{c}{0,43429} \cdot \log \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (25)$$

Šinī izteiksmē c vienādielīgs; skarošā cilindri $= R$, bet šķēlošā
 $\varphi = \cos \varphi$, kur R - zemes lodes radijs, samazināts galvenā mērogā, bet
 φ - šķēluma paralēles geografiskais platums (uz globa). (φ), kas
lodes iekavīnās - reprezentē projicējamās paralēles geografisko platu
atstatumi starp paralēlēm pieaug līdz ar attālināšanos no ekvatora
virzienos. Pie $\varphi = 90^\circ$, $x = \dots$, t.i. šinī projekcijā polus attēlot
ar, tie aiziet bezgalībā.

Merkatora projekcijas īpatnība ir tā, ka viņā visi virzieni,
aiziet no dotā punkta, mēroga ziņā, ir vienādielīgi. Līdz ar geogra-
iskā platuma pieaugumu, mērogi pieaug, sakarā ar to, jo kartes daļa
savāka pie poliem, jo lielākā mērogā būs uz viņas attēli.

Zīm. 29 mēs redzam visas zemes lodes karti Merkatora projek-
cijā uz skarošā cilindra. Iedziļinoties šinī kartē mēs vērojam, cik
pieaug lineārie atstatumi uz paralēlēm līdz ar attālināšanos no
ekvatora, poli nemaz nav attēloti. Merkatora projekcijā visas zemes vir-
sieniņās tiek tēlotas tikai līdz geografiskā platuma 80° .

Līdz ar ātro mērogu pieaugšanu ekstremos ~~platūmā~~ pieaug arī proporcionāli kontūra deformācija. Kā uzskatāms piemērs tam var noderēt Grenlandes deformācija. Uz kartes Merkatora projekcijā Grenlande iznāk pat liela kā Āfrika, bet patiesībā Grenlande ir 15 reizes mazāka par Āfriku.

Merkatora skarošā cilindriskā projekcijā paralēles, pārnesot tās uz globa uz cilindra cirsu, pagarinās proporcionāli geogr. platuma sekansam. Tāpēc Merkators, lai uzglabātu leņķu nemainību, palielina arī meridiānu lokus, t.i., atstatumus starp blakus paralēlēm, proporcionāli platuma sekansam. Ņemsim dažus piemērus.

1. Uz Merkatora kartes paralēle ar 60° platuma ir divkārtgarāka, kā attiecīgā paralēle uz šai kartei atbilstošā globa.

2. Bet uz 75° platuma Merkatora projekcijā paralēle būs gandrīz trīskārt garāka par tai atbilstošo paralēli uz globa. Tāpēc Merkators palielina arī gandrīz četrreiz meridiāna loku, kas attēlina šo paralēli iepriekšējās, skaitot no ekvatora.

Ar augstākās matemātikas palīdzību aplēž atstatumus no ekvatora uz dažādām paralēlēm, iedomājoties stāvo (vertikālo) cilindri, kas griežas ap savu asi.

Uz šo aplēzumu pamata ir sastādītas speciālas kartogrāfiskas tabulas, kur meridiānu loku garumi, kas noteic paralēļu savstarpējos atstatumus, ir pievesti kilometros.

Merkatora projekcijas tīkla meridiānu loku garumu tabula
(ik pa 5°)

Platums	Meridiānu loku-atstatumi no ekvatora līdz paralēlēm km.	Platums	Meridiānu loku-atstatumi no ekvatora līdz paral. km.
	553,5	50°	6412,88
	1111,37	55°	7326,1
5°	1678,0	60°	8361,84
10°	2258,20	65°	9568,60
15°	2857,4	70°	11027,35
20°	3481,84	75°	12889,60
25°	4139,0	80°	15494,89
30°	4837,99	85°	19927,10
35°	5590,70	90°	-

Konstruējot merkatora tīklu izvēlētā mērogā, vajaga minētos atstatumus iekļaut tabulā meridiānu lokus ņemt mērogā un atlikt tos uz izklāta uz cilindra meridiāna, sākot no ekvatora.

Caur dabūtiem tādā ceļā uz malējā ekvatora punktiem novelk ar lineālu tīkla paralēles paralēli ekvatora linijai.

Salīdzinot skarošā un šķeļošā cilindra laukumu deformācijas lielumus, mēs redzam, ka projekciju konstrukcijas uz šķeļošā cilindra ir ar mazākiem deformējumiem, nekā uz skarošā.

Merkatora tīkla īpatnības.

1. Pēc konstrukcijas redzams, ka galvenais mērogs uzglabājās tikai pa ekvatoru.

2. Uz paralēlēm fakultatīvie mērogi strauji pieaug, jo tuvāk paralēle polam. To mēs runājam pār skarošo Merkatora projekciju.

3. Paralēle ar 90° platumu aiziet bezgalībā. Tāpēc Merkatora tīklu parasti izbeidz ar 75° vai 80° platumā

4. Laukumu mērogi ātri pieaug ar attālināšanos no ekvatora.

Uz 60° platumā laukumi uz kartes ir jau četrkārt lielāki (grādu sūniņu malas uz kartes ir palielinājusās divreiz platumā virzienā un tāpat divreiz geogr. garumā).

Loksodromija Merkatora projekcijā

Loksodromija ir spirālveidīga līkne, kas uz sferoīda virsas pārkārso visus meridiānus zem viena un tā paša leņķa (azimūta) un tuvojas poliem. Katram azimūtam (a), kas noteic kādu virzienu, atbilst sava loksodromija. Ja mēs ņemsim kādu loksodromiju, kas iesākas kādā sferoīda virsas punktā un virzīsīm to zem azimūta $0^\circ / a / 90^\circ$, tad viņa pārkārso neskaitamas reizes, zem viena un tā paša leņķa, visus meridiānus un tuvosies ziemeļu polam. Loksodromija, kas iziet zem azimūta $90^\circ / a / 180^\circ$ tuvosies dienvidu polam. Abos gadījumos loksodromijas virziens ir no rietumiem austrumu virzienā. Loksodromijas, kas iziet zem azimūtiem $180^\circ / a / 270^\circ$, kā arī zem azimūtiem $270^\circ / a / 360^\circ$, ies virzienā no austrumiem uz rietumiem. Loksodromija, kas iziet no kāda punkta zem azimūtiem $a = 0^\circ$, vai $a = 180^\circ$, būs nekā cits, ka šī punkta meridiāns, bet loksodromija, kas iziet no azimūta $a = 90^\circ$ vai $a = 270^\circ$, būs šī punkta paralēle.

Merkatora projekcija ir vienādleņķaina, t.t., šinī projekcijā visi leņķi, kas dabā, tiek pārnesti uz plakni bez deformējumiem. Paņemoties šai vienādleņķībai, kā arī tam apstāklim, ka visi meridiāni tēlojas ka paralēlas taisnes, Merkatora projekcijai loksodromijas šķeļošā visus meridiānus zem viena un tā paša azimūta (a), vienādliela loksodromijas azimūtam dabā un tēlojas uz projekcijas kā taisne. Dabā tā ir spirāle. Šī īpatnība piemīt tikai Merkatora projekcijai un tāpēc tā ir kļuvusi ļoti liela nozīme navigācijā, jo viņa dod iespēju noteikt, t.s.

kuršu, t.i. to virzienu, pa kādu kugim ir jāiet. Jūras vai gaisa
kurš, kas virzās pa loksodromiju, acīmredzami, visos sava ceļa punktos
glabā savu azimītu vai rumbu nemainību.

Ja uz kartes, kas sastādīta Merkatora projekcijā, savienosim
divus izejas un nozīmējuma punktus ar taisnu līniju, tad leņķis, kas ro-
dās starp šo līniju un ik katru meridiānu, būs loksodromijas azimīta un
leņķis kugā kuršu. Šī pati taisne noteiks uz kartes tās vietas, pār ko
jāiet kugim jāiet, virzoties no viena punkta uz otru, pieturoties pie loks-
odromijas.

Tomēr loksodromija nav īsākais atstatums starp diviem punktiem
zemes sfēras virsma.

Kā zināms, īsākais uz zemes virsmas atstatums starp diviem punk-
tiem ir tās lielās aplozes mazākā daļa, kas iet caur dotiem punktiem,
ortodromija. Starpība starp loksodromiju un ortodromiju, sava lieluma
dēļ, ir atkarīga no atstatuma starp punktiem un to vietas ģeogrāfiskā
atstatuma, pie kam tā var būt visai ievērojama. Piemēram, pēc prof.
L. A. Braisa kalkulācijas, loksodromija starp Maskavu un Ņujorku ir 454
kilometrus jūdzes vai par 11% garāka par ortodromiju.

T.i., virzoties no Maskavas uz Ņujorku, gaisa kugim būs izdev-
īgāki, lai ekonomizētu kurināmo, turēt kursu pēc ortodromijas, bet ne pa
loksodromijas.

Merkatora projekciju izlieto, galvenā kārtā, jūras kartēm.
Izmantojot tādu karti garākiem navigācijas ceļojumiem, ir nepieciešami
pielāgt uz šādas kartes arī ortodromiju, t.i., ienest loksodromijā, t.s.
veikt korrektūru.

Ar gaisa kugniecības attīstību šīnī projekcijā sāk konstruēt
aeronavigācijas kartes. Bet lielu pārlidojumu organizācijai Merka-
toras projekcija nav visai izdevīga. Šīnī gadījumā vērtīgāka būs
vēlāk apskatītā Postela projekcija.

Merkatora projekcija ne tikai palīdz noteikt kugā azimutālo
virzienu, bet tā palīdz aplēst arī citus navigācijas uzdevumus, kas
sastādīti ar kuga vadību. Piemēram, pēc viņas samērā viegli nosaka kuga
virzienu (atrasšanās vietu) jūrā, mānainā laikā vai miglā, novelkot uz
Merkatora tīkla noteikto ceļa gabalu taisnes veidā un atliekot uz tās
noteikto atstatumu. Pirms tam jāzin kuga virziens, kuga ātrums un ceļoj-
uma laiks.

4. Lamberta vienādlielā cilindriskā projekcija

Lamberta projekcijā, kas priekšā likta 18. gadsimta vidū, cilindrs skar zemes virsu pa ekvatoru.

Pēc noteikuma, kādu stāda Lamberts, sferas joslas ABCE (zīm.30) virsas laukumam, kas norobežots dotā geografiskā platumā ar paralēli, jābūt vienādlielam figurai A'B'Q'E' virsas laukumam uz projekcijas. Pie kam projekcijā tiek uzturēts laukumu vienādlielums. Laukums A'B'Q'E' reprezentē taisnstūra laukumu, kura pamatā ir ekvatora aploce, kura augstumam (x) noder atstatums no ekvatora līdz geografiskā platumā paralēlei. Sferas joslas ABCE virsa ir vienādliela;

$$2 \cdot R \cdot h = 2 \cdot R^2 \cdot \sin \dots$$

kur h - ir sferas joslas augstums. Virsa A'B'Q'E' ir vienādliela

$$2 \cdot R \cdot x$$

t.t.,

$$2 \cdot R^2 \cdot \sin \dots = 2 \cdot R \cdot x$$

Saīsinot abas šī nolīdzinājuma puses uz 2 · R, dabūsim sekojošu izteiksmi atstatumam no ekvatora līdz kurai katrai paralēlei:

$$x = R \cdot \sin$$

Lamberta projekciju mēs varam dabūt vienkāršas geometriskas konstrukcijas ceļā. Pusaploči ar radiju R (kas vienādliels zemes radijā samazinātam mērogā) dala vienlīdzīgās daļās (zīm.31), atkarībā no tālruna biežuma vēlamības, un caur dabūtiem dalījumiem velk taisnes paralēlas horizontālam diametram (ekvatoram). Šīs taisnes arī būs mūs interesējošās paralēles. Nav grūti pārliecināties, ka katras šādas paralēles atstatums izteicas ar 26 formulas palīdzību.

Meridiāni tēlojas kā paralēlas taisnes, perpendikulāras dabūtām geografiskām paralēlēm. Atstatumi starp meridiāniem ir vienādi iztaisnotiem ekvatora lokiem starp šiem meridiāniem un lēžami pēc formulas:

$$l = R \cdot \lambda$$

kur l ir starpība starp projicējamo meridiānu geografiskiem garumiem, kas izteikta radiju vienībās.

Zemāk pievestā tabulā ir redzami Lamberta vienādlielās cilindriskās projekcijas elementu lielumi pēc ik 15° un pie R = 1

	x	m	n	p	2	
90°	1,000	0,000		1	180° 0'	Atstatums starp meridiāniem pie 15° būs
75°	0,966	0,259	3,864	1	121° 57'	
60°	0,866	0,500	2,000	1	73° 45'	
45°	0,707	0,707	1,414	1	38° 57'	
30°	0,500	0,866	1,155	1	16° 26'	
15°	0,259	0,966	1,036	1	3° 58'	1 = 0,262.
0°	0,000	1,000	1,000	1	0° 0'	

Lamberta projekcijās deformējumi pieaug līdz ar attālināšanos no ekvatora polu virzienos, pie kam visi attēlojumi iznāk izstiepti geografiskā garumā un saspiesti platumā. Zi. 31 ir pievestas deformāciju indikātrisa. Lamberta projekcija ir ērta speciālu etnografisku karšu darināšanai, t.i., tādu karšu, kur iet runa par iedzīvotāju biežumu, kā arī bioloģiskas kartes, kas raksturo dzīvnieku un augu ~~veid~~ novietojumu. Pateicoties šīs projekcijas vienādlieluma principam, attiecīgos laukumus uz tās var kalkulēt pēc tiem pašiem paņēmieniem kā uz plāna.

Jo Lamberta projekciju sauc arī par izocilindrisku, tāpēc katras kartes laukums ir vienādi liels tā globa virsas laukumam, kas ņemts par pamatu šādas kartes tīkla konstruēšanai.

Lamberta izocilindriskās projekcijas īpatnības

1. Kartes ekvators vienādi liels globa ekvatoram, jo cilindra skats globu pa ekvatoru. Tāpēc galvenais mērogs uzglabājās pa ekvatoru.
2. Visas kartes paralēles ir vienādi garas un vienādi lielas ekvatoram.
3. Pola punkts ir pārvērtēts uz kartes polārā līnīuā, kuras garums vienādi liels ekvatora garumam. Tāpēc fakultatīvie mērogi gar paralēlēm palielinās no ekvatora polu virzienos - no vienības (uz ekvatoru) līdz bezgalībai (uz pola). Bet par vienu un to pašu paralēli tās fakultatīvais mērogs nemainās.
4. Pa meridiāniem, gluži pretēji, fakultatīvie mērogi mazinājās, sākot no vienības līdz bezgala mazam lielumam, jo tuvāk pie pola, jo to loki saīsinās.

5. BĒRMANA VIENĀDLIELĀ CILINDRISKĀ PROJEKCIJA.

Bērmana projekcija atšķiras no tikko aprakstītās Lamberta ar to, ka viņā projecējamie meridiāni un paralēles tiek konstruēti nevis uz skarošā cilindra, bet šķēlosā, pie kam šķēlums $= \rho_0 = \pm 30^\circ$.

Pēc Bērmana pētījumiem, kurš ir salīdzinājis 15 dažādas vienādlielās projekcijas, kas izlietotas vispasaules karšu darināšanai, viņš liek priekšā savu, kas dod mazākus lenķiskus deformējumus, salīdzinot ar citām. Pēc noteikumiem, kurus stāda Bērmans, sferas joslas virsai, kas norobežota ar dotā platuma paralēli, jābūt vienādlielai taisnstūra laukumam uz projekcijas, kura pamatā gul šķēluma aploce, bet augstums (x) ir atstatums starp ekvatoru un platuma paralēli. Šinī gadījumā projekcija būs vienādliela.

Saskaņā ar šo noteikumu:

$$2 \cdot R^2 \cdot \sin \rho_0 = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \cos \rho_0 \cdot x$$

no kā izriet:

$$x = R \cdot \sec \rho_0 \cdot \sin \rho_0$$

bet:

$$\rho_0 = 30^\circ, \text{ un } \sec 30^\circ = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

Galīgā priekš (x) izteiskme būs:

$$x = \frac{2R \cdot \sin \rho_0}{\sqrt{3}} \quad (27)$$

Atstatumi uz projekcijas starp meridiāniem būs vienādlieli šķēluma paralēļu iztaisnotiem lokiem un būs lēžami:

$$l = R \cos \rho_0 \lambda \quad (28)$$

kur λ būs starpība starp projecējamo meridiānu geografiskiem garumiem, pie kam λ ir izsakāma rādija vienībās.

Zemāk pievestā tabulā ir redzami šīs projekcijas elementu lielumi ik pēc 15° platuma un pie $R = 1$.

x	m	n	p	2		
90°	1,155	0,000	0	1	180° 0'	Atstatums starp meridiāniem
75°	1,55	0,299	3,346	1	113° 26'	uz projekcijas pie =
60°	1,000	0,577	1,732	1	60° 0'	15° būs;
45°	0,816	0,816	1,225	1	23° 4'	1 = 0,225
30°	0,577	1,000	1,000	1	0° 0'	
15°	0,299	1,115	0,897	1	12° 30'	
0°	0,000	1,155	0,866	1	16° 26'	

Bērmana projekcijā mērogi (m) un (n) uz šķēluma paralēlēm ir vienādi - 1. No šķēluma paralēlēm polu virzienos mērogi pa meridiā-
lēm samazinās no 1 līdz 0, bet pa paralēlēm palielinās no 1 līdz ∞. .
šķēluma paralēlēm ekvatora virzienā m = 1 un n = 1.

Bērmana projekciju konstruē gluži tāpat kā tikko apskatīto Lam-
berta, bet tās pusaploce tiek vilkta ar rādiju, vienādlieļu

$$\frac{2R}{\sqrt{3}}$$

Zīmējumā 32 attēlota visa zemes lodes karte vienādlie ā Bērmana
cilindriskā projekcijā ar indikatrixām, kas norāda deformācijas dažādos
geogrāfiskos platumos.

Salīdzinot Lambertā un Bērmana projekcijas nav grūti konstatēt,
ka pēdējā deformāciju ziņā ir mazliet izdevīgāka.

6. STEREOKRAFISKA CILINDRISKA GOLLA PROJEKCIJA.

Iedomāsimies cilindri, (zīm.33), kas šķēļ zemes lodes virsu pa paralēlēm, ar ģeografisko platumu $\varphi_0 = \pm 45^\circ$. Katru zemes lodes virsas punktu projicēsim uz cilindra virsas ar staru, kas iziet no punkta, atrodos uz ekvatora, bet kas ir uz 180° pretējā virzienā no projicējamā punkta. No tā izriet, ka projicēšanas procesa laikā redzes punkts E pārvietosies pa ekvatoru, vienmēr ieņemot pretēju stāvokli uz 180° projicējamam punktam.

Citiem vārdiem, redzes punkts (E) un projicējamais punkts (A) atrodas uz tiem kopējā lielā apla, kas šķērso šos punktus un zemes asi.

Šo projekciju sauc par stereoskopisko, jo vienas redzes punkts atrodas uz sferas virsas.

Ļemnsim kādu punktu A uz zemes virsas ar ģeografiskām koordinātām L un φ . Punkta A projekciju uz cilindra virsas apzīmēsim ar A_0 . Punkta A atstatums (x) no ekvatora uz projekcijas izteiksies kā griežna A_0B veidā.

No trīsstūra A_0BE izriet:

$$A_0B = x = BE \cdot \text{tg} \angle BEA_0$$

bet:

$$BE = EO + OB = R + R \cdot \cos \varphi_0, \text{ bet } \angle BEA_0 = \frac{\varphi}{2}$$

Ievedīsim šos apzīmējumus (x) izteiksmē un tad dabūsim:

$$x = R(1 + \cos \varphi_0) \cdot \text{tg} \frac{\varphi}{2} = 2R \cos^2 \frac{\varphi_0}{2} \cdot \text{tg} \frac{\varphi}{2}$$

Atvietojot $\cos^2 \frac{\varphi_0}{2}$ ar viņa nozīmi $\varphi_0 = 45^\circ$, gala rezultāts būs:

$$x = 1,7071 \cdot R \text{tg} \frac{\varphi}{2} \quad (29)$$

Atstatumi starp meridiāniem uz projekcijas ir vienādi lieli iztaisnotiem šķēluma paralēļu lokiem un izteicas:

$$1 = R \cdot \cos^2 \varphi_0 \cdot \lambda \quad (30)$$

kur λ ir projicējamo meridiānu ģeografisko garumu starpība, izteikta kādija vienībās.

Jeit pievestajā tabulā redzami Golla projekcijas elementu skaitliskie liekumi ģeogr. fiskajiem platumiem ik pēc 15° , pie kam $R = 1$

x	m	n	p	2	
1,707	1,707			180° 0'	Atstatumi starp meridiāniem
1,310	1,356	2,732	3,705	39° 20'	uz projekcijas pie $\epsilon = 15^\circ$
0,986	1,138	1,414	1,609	12° 25'	būs;
0,707	1,000	1,000	1,000	0° 00'	$1 = 0,185$
0,457	0,915	0,816	0,747	6° 33'	
0,225	0,868	0,732	0,635	9° 43'	
0,000	0,854	0,707	0,604	10° 48'	

7im 34 attēlota zemes lodes karte Golla projekcijā. 7im.35
 Ieviesta Golla projekcijas grafiskās konstruēšanas metode. Apraksta ap-
 loci ar rādiu R un novelk divus savstarpēji perpendikulārus, vertikālo
 un horizontālo, diametrus. Punktus a un b, kas atrodas loku Q un QP₁
 līnī ($\epsilon = 45^\circ$), šķērsosim ar šķēlsošo taisni KK₁, šī šķēlsošā taisne būs
 paralēla vertikālam diametrim. Dalīsim pusaploci POP₁ vienādlielās daļās
 atbilstoši ar vēlamo paralēļu biežumu. No punkta E vilksim starus uz pusap-
 loces dalījuma punktiem un atzīmēsim šķērsojuma punktus, kas rodas šiem
 stariem satiekoties ar šķēlsošo KK₁.

Caur šiem punktiem uz šķēlsošās KK₁, vilksim taisnes, kas būtu
 paralēlas horizontālajam diametrim. Tā attēlosies paralēles. Golla pro-
 jekcija pieder pie patvaļīgo projekciju kategorijas. Tā neuztur ne leņķu
 ne laukumu ne ~~...~~ nemainību. Salīdzinot deformāciju lielumu, kādas
 raksturo Golla, Merkatora un Anaksimandra projekcijas un salīdzinot at-
 bilstošos tām atbilstošos zīmējumus, viegli pārliecināties, ka Golla pro-
 jekcija, zīmējoties uz viņas deformācijas īpatnībām, ienem vidēju stā-
 vokli.

Golla projekcija ir ļoti vērtīga vispārējo apskatu darināšanai.
 Tā ar $\epsilon = 55^\circ$ ir sastādīta prof. Kamenecka PERS etnografiskā karte
 no 1926.gada iedzīvotāju skaitīšanas, bet viņa projekcijā ar $\epsilon = 30^\circ$
 sastādītas visas pasaules kartes Padomju Savienības atlanta
 zīmējumam.

7. GOLLA - MERKATORA PROJEKCIJA

Menzulu topografiskie uzņēmumi, kādus mēs izdaram karsu sastādī-
 ņai, kā zināms, tiek realizēti, uz planšetēm, kas ir ierobežotas ar
 meridiānu un paralēļu līnijām. Šādi uzņēmumi tiek izvesti uz iepriekš no-
 stādītā trigonometriskā tīkla pamata, kas dod atbalsta punktus nodomā-
 ņai uzņēmi.

Visiem valsts triangulācijas punktiem (signāliem) ģeogrāfiskās

koordinātes ir zināmas. Tomēr dažādi geodēziskie, to starpā arī zemāko klasu trigonometriskie tīkli, tiek uzstādīti un lietoti arī no dažādiem citiem nemilitāriem resoriem un iestādēm.

Šo darbu rezultātā sastādās plāni, kuri pēc tam tiek lietoti dažādu inženeriju mērķiem. Tādiem darbiem geografisko koordinātu sistēma ir ne visai ērta, sevišķi, ja tā jāpielieto plānu uzņemšanai. Ievērojot to, šādi darbi tiek vesti, parasti, pielietojot taisnslēņu (taisnslēņu) koordinātu sistēmu.

1928.gad- Valsts plāna geografiskā komiteja nolēma visos geodēziskos darbos un visā Padomju Savienībā lietot plaknes taisnslēņu Gausa-Krīgera koordinātes. Paslaik Gausa-Krīgera koordinātu sistēma plaši tiek pielietota visos uzņēmumu darbos, kuru mērķis ir lielmērogu topogrāfisko darbu darīšana. Topogrāfisko uzņēmumu planšetu rāmji tagad tiek apzīmēti pēc Gausa-Krīgera projekcijas. Šī projekcija ir izstrādāta 19. gadsimta sākumā no vācu zinātnieku K.F.Gausa un tālāk viņu ir papildinājis vācu prof.Krīgers.

No geometriskā viedokļa Gausa-Krīgera projekcija ir nekas cits, kā skērsa (gulosā) cilindriskā projekcija.

Iedomāsimies sferoidu (zīm.36), kura virsu ādala meridiāni, atdalot vienu no otra notiektos intervalos. Šie sadalījumi saucas par zonām. Katras zonas vidus meridiāns saucas par sākuma vai par zonas ass meridiānu. Zīm. 36 zonu asu meridiāni apzīmēti punktētu līniju veidā.

Iedomāsimies vēl cilindrī, kura pamatā ir nevis sferisks aplis, bet elipse PP_1E . Šī cilindra ass iet caur sferoīda centru un gar ekvatora plaknē, bet cilindra skar sferoīdu pa kādas zonas sākuma (ass) meridiānu. Uz tāda cilindra virsas projecē konformi izvēlēto sferoīda zonu, kuras ass meridiāns skar cilindri un pēc tam šo cilindri izvērš plaknē. Katrai zonai cilindrs ieņem savu stāvokli; viņš griežas ap asi PP_1 gredzenveidīgumā, ja jāpāriet no vienas zonas uz otru, bet projecējot kādu no šīm zonām, viņš vienmēr skar sferoīda virsu pa projecējamās zonas ass meridiānu.

Uz plaknes (zīm.37) zonas ass meridiāns attēlosies kā taisne, bet taisni pieņemsim par absices asi (x), bet ordinātes ass (y) - būs viņai perpendikulāra taisne, kas attēlos ekvatoru. Tādā veidā par taisnstūrveida koordinātu sākumu, kopēju visai zonai mums būs krustojšanās punkts (0), kur kuru ies divas taisnes: zonas ass meridiāns un ekvators. Absices skaiti ziemeļiem no ekvatora skaita par pozitīvām un uz dienvidiem no ekvatora - par negatīvām. Ordinātes - austrumu virzienā - pozitīvas, sākot no zonas ass meridiāna un - negatīvas virzienā uz rietumiem no ass meridiāna. Katrai zonai ir sava sākums un sava taisnstūru sistēma.

Par zonas robežām var ņemt vai nu ik 6° vai ik 3° meridiānus, pirmgadījumā zonu platums būs 6° , bet otrā - 3° . 6° zonās būs mazāk atsevišķu koordinātu sistēmu, kas, protams, daudz ērtāki, bet totiesu līniju un laukumu deformējumi zonu malīs būs lielāki nekā 3° zonās. Zonu numerācija mūsu savienībā iet no Grinviča meridiāna uz austrumiem. Saņemot sferoīda virsu zonās, mēs dabūsim sadalījumu, kas ir identisks starptautiskās kartēs^{x)} lapu pieņemtam sadalījumam. 6° zonās viņu norobežosie meridiāni sakrīt ar starptautiskās kartes sākuma meridiāniem. Pirmgadījumā zonu robežu meridiāni būs ar ģeogrāfiskiem garumiem 0° , 6° , 12° , 18° u.t.t., bet otrs meridiāni būs 3° , 9° , 15° , 21° u.t.t. Tā tad, šie meridiāni sakrīt ar starptautiskās kartes lapu vidējiem meridiāniem.

T.k. starptautiskā kartē kolonu numerācija sākās no meridiāna 180° , tad PSRS robežās zonu koordinātu numuri būs mazāki par 30 vienībām nekā starptautiskās kartes attiecīgo kolonu numuri.

Gausa-Krīģera t. islenķu koordinātu tīkls ir ļoti ērts, lai norādītu un atrastu uz kartēm, (lielmēroga) kuru katru punktu. Tas sevišķi svarīgi militāriem mērķiem. Tāpēc modernās militārās lielmēroga kartes tāpat iespējams un izceld ar uznesto uz tām taisnlenķu koordinātu tīklu. Paņemsimies pie šāda tīkla konstruēšanas un pielietojanas metodēm kaujas apstākļos dažādu taktisku uzdevumu vajadzībām.

Lai saprastu kā dažādas atsevišķas šo koordinātu sistēmas konstruēšanas kā vienas savstarpēji un ar vispārējo ģeogrāfisko koordinātu sistēmu sistās, iedomāsimies globu, kas, mūsu kartes mērogā, tēlo zemes lodi. Pieņemsim, ka globs ir ik pa 6° sadalīts pa meridiāniem zonās, ģeogrāfiskā garumā (zīm. 36). Katrā zonā atzīmēti savstarpēji perpendikulārie: vienijs (ass) meridiāns un ekvators. Ja tagad sagriezīsim globa virsu pa zonu robežu līnijām (ik pa 6° meridiāniem) un izplatīsim šos fize uz plaknes, tad zonas tēlosies, kā tas parādīts zīmējumā 37^a. Attēlu deformējumi katrā no šīm zonām, praktiski ņemot, būs gandrīz nejūtami. Tādā kārtībā, katrā zonā mēs dabūsim divas savstarpēji perpendikulāras un ģeogrāfiski pilnīgi noteiktas taisnes, kas tēlo meridiānu un ekvatoru. Pieņemot šīs taisnes par koordinātu asīm un viņu krustojuma punktu par koordinātu sākumu jeb nulli (0), varam pēc tiem noteikt kura katra punkta (A) koordinātes zonas robežās.

Koordinātu noteikšana vienkāršosies, ja katru zonu sadalīsim ar taisnu palīdziņu, kas paralēlas koordinātu asīm, kvadratos ar malām vienādu, divu vai pat desmit km garumā. Pie tādiem apstākļiem, tanī vietā, lai katru reiz mums būtu jāmēro kāda punkta koordinātes tieši sākot no asīm, varēsim aprobežoties ar to noteikšanu no tuvākām dabūtā tīkliņa līnijām. Ja tagad tādas zonas attēlu sadalīsim uz atsevišķas kartes

... tad katra tāda lapa būs pārklāta ar koordinātu tīkla kvadrātiem, kas sastāda daļu no kopējās visai zonai sagrafes. Kā redzams, katrai zonei iznāk sava patstāvīga taisnleņķu koordinātu sistēma, kas savukārt sistīta ar geografiskām koordinātām.

Līnijas, kas veido tīklu, ir viena no otras vesela kilometru skaita atstatumā un tāpēc tās saucās par kilometru līnijām (horizontālām un vertikālām). Aiz tā paša iemesla šo tīklu dažreiz sauc par kilometru tīklu, vai arī, pēc tā autoru vārdiem, par Gausa-Krīgera koordinātu tīklu.

Tīkla kvadrātu malas, t.i., atstatumi starp koordinātu blakus kilometru līnijām, uz mūsu kartēm ir pieņemtas sekošā garumā:

Uz kartēm	1	:	25.000	....	4 cm,	t.i.,	1 km	kartes	mērogā
2	"	1	: 50.000	....	2 cm	2	1	"	"
"	"	1	: 100.000	....	2 "	"	2	"	"
"	"	1	: 200.000	....	5 "	"	10	"	"

Katrai zonai ir savs numurs pēc kartas. Koordinātu zonu skaita sākums ir no Grinvičas meridiāna, no rietumiem uz austrumiem. Par pirmās zonas rietumu robežu skaita sākuma, t.i., Grinvičas meridiānu, kura garums ir 0° (zīm. 37^b).

Visa PSRS teritorija, izstiepta geografiskā garumā, apmēram, 170°, aptver 29 zonas, sākot no ceturtās, no tām Eiropas PSRS daļai atbilst sešas zonas - no ceturtās līdz devītai ieslēdzot (zīm. 37^h).

(2) koordinātes lielums skaita metros vai kilometros no ekvatora virzienos. Uz ziemeļiem no ekvatora tie būs visi pozitīvi, bet uz dienvidiem - negatīvi. Tā tad, visā Padomju Savienībā platībā (Y) koordinātes būs pozitīvas.

(Y) koordinātu skaitu vajadzētu vest pieskaņoti vispārējam noteikumam; sākot no zonas ass meridiāna; uz austrumiem ar plusu (+), uz rietumiem - ar mīnusu (-). Bet lai nebūtu komplikācijas ar šīm pozitīvām un negatīvām zīmēm, kas apgrūtina darbu, tad ass meridiāna koordinātu (Y) skaita nevis par 0, bet par 500 km.

Tāda pieņēmuma rezultātā visām Y koordinātām savas zonas robežās būs tikai pozitīvas notīmes, pieaugošas no rietumiem uz austrumiem, kas kam - uz austrumiem no ass meridiāna tām būs lielumi lielāki par 500 km, bet uz rietumiem - mazāki. Tā, piem., ja no diviem punktiem A un B pirmais novietojas 125 km uz austrumiem no zonas ass meridiāna, bet otrs - uz rietumiem no tā tādā pat atstatumā, tad (Y) koordinātu punktam A būs $Y_A = 625$ km, bet punktam B koordināta $Y_B = 375$ km.

Acīmredzot, koordinātos ar tiem pašiem apzīmējumiem (lielumiem) jābūt kurā katrā zonā. Tāpēc, lai varētu noteikt, pie kuras zonas

viēder norādītā koordināta, un līdz ar to lai noteiktu tās vietu uz zemes lodes, tad koordinātes Y skaitliskam apzīmējumam pieraksta vēl priekšā ciparu, kas apzīmē zonas numuru. Ja punkti A un B atrodas, teiksim, piektā zonā, tad tās Y koordinātes būtu

$$Y_A = 5\ 625\ \text{km}, \quad Y_B = 5\ 385\ \text{km}.$$

Uz visām kilometru līnijām mūsu modernajās lielmērogu kartīs ir atrodami attiecīgi, saskaņoti ar tikko iztirzāto kārtību, ciparu uzraksti, kas kuriem var šos koordinātu aplēzumus vest. Cipari pie kilometru līniju pieejas pie kartes ietveres (rāmja) apzīmē to koordinātes kilometrus. Koordinātu līnijas, kas tuvākas pie ietveres stūriem, ir pierakstītas pilnīgi, pārējās - saīsināti, ar diviem pēdējiem cipariem. Turpmāk, sauksim šos divus pēdējos ciparus, kas apzīmē kilometru desmitus un vienības, par saīsinātām koordinātām.

Tādā veidā, uzraksts 7434 pie malējās labajā pusē vertikālās kilometru līnijas (zīm.37^c) nozīmē, ka šī līnija atrodas septītā zonā un ir no pieņemtas koordinātu ass 434 km uz austrumiem, t.i., iet 66 km uz rietumiem no zonas ass meridiāna (kura Y = 500). Uzraksts 6162 uz rietās no apakšas horizontālās kilometru līnijas nozīmē, ka tā iet 6062 km uz ziemeļiem no ekvatora.

Strādājot uz kartes, parasti, nav vajadzības lietot visus šos citrus koordinātu ciparus. Uz apvidus platības, dažu simtu kvadratkilometru robežās, pietiek ja operēsime ar saīsinātām koordinātēm, t.i. ar pēdējiem diviem cipariem, kas uzrakstīti uz kartes kilometru līniju pieejas pie ietveres ar lielāku šriftu. Nekādu pārpratumu šeit nevar būt, jo šīs zonas laukuma robežās nevar atkārtoties viena un tā pati ciparu kombinācija. Pilnīgu ciparu apzīmējumu kilometru līnijām vajadzēs lietot diezgan reti, piemēram, kad vajadzēs norādīt zonu, kurā atrodas noteiktais rajons, jeb arī lietot trigonometrisko punktu koordinātes.

Lauku apstākļos, kā zināms, bieži lieto salocītu, saliktu karti. Piemēram, kartes somā. Lai uzzinātu kilometru līniju koordinātes, neatverot visu karti, tad saīsinātās koordinātes ir uzrakstītas arī vairākas vietas kartes vidū (zīm.37^d), horizontālo un vertikālo līniju krustojumos.

Papildu tīkls blakus zonu saskarē.

Tā kā vertikālās kilometru līnijas ir paralēlas savas zonas meridiānam, bet blakus zonu ass meridiāni nav savstarpēji paralēli, tad pie zonu saskares vienas zonas līnijas saskarsies zem leņķa ar otras zonas līnijām (zīm.37^e). Ievērojot to, strādājot rajonos, kur zonas saskarsis, var rasties grūtības koordinātu tīklu lietošanā, jo šie tīkli pie saskarses, tādā gadījumā, divām dažādām koordinātu asīm.

Lai izvairītos no šādas neērtības, visu karšu lapas, kas atrodas $1/2^{\circ}$ atstatumā uz austrumiem no katras zonas rietumu robežās, ir ierīkotas, neskaitot savas pašas zonas tīklu, vēl ar papildu tīklu, kas ir kaimiņu zonas tīkla turpinājums un kas atrodās rietumos no mūsu zonas. Lai nekomplicētu karti ar divu tīklu zīmējumiem, no papildu tīkla uznes tikai tā līniju galus, starp kartes lapas grādu un ārējo ietverēm.

Papildu tīklā, tā saucamā, cīparošana (т.ч. счётка) ir kaimiņu (rietumu) zonas līniju numerācijas turpinājums un to raksta ārpus kartes lapas ārējās ietveres (zīm. 37^d).

Ja būtu nepieciešami divu zonu saskarē lietot vienotu, kopēju koordinātu sistēmu, tad uz tās kartes, kurai ir papildu tīkla izeju līnijas, savieno ar zīmuli un lineālu, pretējos kilometru līniju galus ar vienādiem cīpariskiem atzīmējumiem (kā vertikālos, tā horizontālos). Lietojot šādu kartes lapu ar dubultotu tīklu, protams, jāņem vērā tikai jaunais, papildu tīkls.

Gausa-Krīgera koordinātu tīkla pielietošana strīdājot ar karti.

Šī koordinātu tīkla pamatuzdevums ir - atvieglot mērķu noteikšanu pēc kartes. Tīkls tāpat palīdz orientēties uz kartes un norādīt pēc tās dažādu objektu atrašanās vietas dodot pavēles un sniedzot ziņojumus. Ar koordinātu tīkla palīdzību var viegli un precīzi uznest uz kartes punktus, kuru taisnleņķu koordinātas ir dabūtas tādā vai citādā ceļā tiesi uz apvidus ar mērījumu vai aizcirtumu, jeb ar aerofotouzņēmuma palīdzību. Beidzot, tīkls palīdz ātri noteikt atstatumus uz kartes

Lai aptuvenis noteiktu kāda priekšmetas vietu uz kartes, pietiek nosaukt to tīkls kvadrātu, kurā tas atrodas. Kvadrātu noteic ar saīsinātām koordinātēm, minot tā apakšējo kreiso (dienvidrietumu) stūri. Pie tam obligāti jāievēro noteikums: vispirms jālasa X koordināte, t.i., uzraksta uz horizontālās kilometru līnijas. Pēc tam - Y koordināte, t.i., uzraksta pie vertikālās līnijas.

Saīsinātās koordinātes raksta un lasa, neatdalot tās atsevišķi uz X un Y. Piemēram, komandiers, orientēdam savus apakšniekus par kaujas apstākļiem un vēlēdamies griest viņu uzmanību uz punktu ar atzīmi 218,0 (zīm. 37^d) saka: "punkts ar atzīmi 218,0. Šetrdesmit šetrdesmit cīvi". Rakstiskā ziņojumā vai pavēlē tas būtu: "Punkts ar atzīmi 218,0 (4042)".

Ja vajadzīgs noteikt precīzāki punkta stāvokli kvadrātā, tad dara tā (zīm. 37^f):

1. Uzraksta kilometra līniju, kas veido kvadrata, kurā atrodas noteicamais punkts M, apakšmalu (t.i., 62).

2. Izmēra mērogā metros atstatumu līdz punktam no šīs kilometru līnijas, t.i., atgriezni M_m un dabūto atstatumu (900 m) pieraksta pie "2".

3. To pašu dara arī attiecībā pret vertikālo līniju, kas veido kartes kreiso malu.

Tādā veidā punkta M precīzās koordinātas būs metros;

$$X = 62900 \text{ m un } Y = 72850 \text{ m.}$$

Koordinātmērotāji.

Atgriežņa M_m un M_n mērīšanai var būt pielietoti arī speciāli koordinātmērotāji. Viens no tādiem ir attēlots zīmējumā 37^k. Viņš ir ceturspīdīga celulozes plāksnīte ar kvadrātu izgriezumu vidū.

Uz plāksnītes uznestas skalas - koordinātmērotāji kartim mērogos: 1 : 25.000, 1 : 50.000, 1 : 100.000 un 1 : 42.000.

Katras skalas garums ir vienādiels koordinātu tīkla kvadrāta malai kartes mērogā. Cīpari uz skalām - kilometros.

Kāda punkta M stāvokļa precīzai noteikšanai ar koordinātmērotāju palīdzību vajaga (zīm. 37^m):

1. Vienu skalu pieklaut kvadrāta apakšējai malai, kurā atrodas punkta M, tā, lai otra skala krustotu punktu M.

2. Ņemt atskaites pēc skalām no apakšējās un no kreisās kvadrāta malām, pie kam daļījumu desmitās daļas skalās ņem pēc acumēra.

3. Dabūtās atskaites pieskaitīt pie X un Y līniju lielumu saīsinātām atzīmēm.

Tā punktam M debūsim:

$$X = 35330 \text{ m un } Y = 77750 \text{ m.}$$

Slēdzienā piezīmēsim, ka pilnīgas tīklu konstrukcijas un cīpariskās atzīmes vienveidības labad uz visām mūsu kartim viens un tas pats punkts uz kartes kurā katrā mērogā būs ar tām pašām koordinātām.

Meridiānu tuvošanās un virzienu (direkciju) leņķi.

Gaussa-Krīgera tīkla vertikālās līnijas ne vienmēr sakrīt ar meridiāniem. Parasti tās veido ar šiem pēdējiem zināmu leņķi, t.i., leņķi starp kartes ietveras malu (kas sakrīt ar meridiānu) un vertikālo Gaussa-Krīgera tīkla līniju. Tas ir tāpēc, ka visi meridiāni saiet pie pola vienā punktā, vertikālās tīkla līnijas katras zonas robežās paliek visu laiku savstarpēji paralēlas (zīm. 37ⁿ).

Leņķis starp dotā punkta īsto meridiānu un kilometru koordinātas tīkla vertikālo līniju saucās par meridiānu tuvošanās leņķi.

No zīmējuma 37ⁿ redzams, ka visos zonas ass meridiāna punktos tuvošanās ir vienādiela nullei. Bet jo tālāk kilometru līnijas no sava

ess meridiāna, jo šis leņķis top lielāks. Tomēr, pat zonas malās, viņš nepārsniedz 3° .

Ja tīkla vertikālā līnija novirzās ar savu ziemeļgalu uz austrumiem no īstā meridiāna, tad meridiāna tuvošanos sauc par austrumu (+), pretējā gadījumā - par rietumu (-). Nepieciešamās ziņas par meridiānu tuvošanās pakāpi ir atzīmētas uz kartes malām (zīm. 37^P).

Pie virziena noteikšanas pēc kartes parasti lieto vertikālās kilometru līnijas. Šim nolūkam mēro starp vertikālās kilometru līnijas ziemeļvirzienu un dotā virzienu uz priekšmetu. Dabūto leņķi sauc par virziena, jeb direkcijas leņķi, kuru mēro, tāpat kā azimutu, pulksteņa strēlītes virzienā no 0° līdz 360° .

Parasti, virzienu apvidū noteic pēc magnēta azimuta, tāpēc, gadījumos, kad nepieciešama precīza pāreja no virziena pēc kartes uz virzienu dabā, ir jāprot pārvest direkcijas leņķus magnētu leņķos.

Iepazīsimies ar šīs pārejas procesu sekojošā piemērā (zīm. 37^R). Dots ir leņķis KOM, t.i. direkcijas leņķis no punkta O uz atsevišķu koku M. Jānoteic šī virziena magnētiskais azimūts. No zīmējuma redzams, ka magnetiskais azimuts ir leņķis $\angle POM = \angle KOM + \angle COK - \angle COP$, vai izvedot apzīmējumus, kādi pieņemti zīmējumā 37^R un iznesot mīnus aiz iekavām dabūsim $A_m = a - (N_v - T_v)$.

Izteiksme iekavās reprezentē magnetas strēles un meridiāna tuvošanās leņķu starpību, kuru sauc par virziena korrektūru. Der atcerēties, ka izteiksmes iekavās var būt ar pozitīvu vai negatīvu nozīmi. Tāpēc virziena starpība ir ņemama, ievērojot plusa un mīnusa zīmes.

Tādā kārtā, magnēta azimuts ir vienādlīels direkcijas leņķa un virziena korrektūras leņķa algebriskai starpībai. Virziena korrektūra savukārt ir vienādlīela algebriskai starpībai starp magnēta novirzienu un meridiānu tuvošanu.

Piemērs 1. Direkcijas leņķis 45° , magnēta novirziens $- 7^\circ 30'$ (rietumu), meridiānu tuvošanās $+ 2^\circ 30'$ (austrumu). Aplēzt magnēta azimutu A_M

$$A_M = 45^\circ - [- 7^\circ 30' - (+ 2^\circ 30')] = 55^\circ$$

Piemērs 2. Direkcijas leņķis 45° , magnēta novirziens $+ 7^\circ 30'$ (austrumu), meridiānu tuvošanās $- 2^\circ 30'$ (rietumu). Aplēzt magnēta azimutu A_M

$$A_M = 45^\circ - [+ 7^\circ 30' - (- 2^\circ 30')] = 35^\circ$$

KONISKĀS PROJĒKCIJAS.

1. Vispārējie norādījumi.

Koniskās projekcijas mēs dabīnām kā rezultātu no zemes kodes-sfe-
ras (vai sfēroīda) meridiānu un paralēļu projecēšanas, pēc zināma likuma,
zema kona virsas.

Pēc tam, kad meridiāni un paralēles ir jau uzkonstruētas, kons,
domā, tiek pārgrūzēts par vienu no tā veidojosām un izvērsts uz plak-
nes.

Kona stāvoklis attiecībā pret zemes lodi var būt dažāds.

Koniskās projekcijas, tāpat kā cilindriskās, sadalās (taisnās
stāvās), šķērsās (gulošās) un slīpās (gāzeniskās).

Par taisnām (stāvām) viņas saucās, ja kona ass sakrīt ar zemes lo-
des polu asi PP_1 (zīm.40). Šinīs projekcijās meridiāni tēlojas (zīm.44)
taisnu līniju vēdekļi, kuras iziet no viena kopēja punkta (kona vir-
sotnes), bet paralēles - kā koncentrisku aplošu loki, ar kopēju centru
meridiānu krustošanās punktā (tanī pat kona virsotnē). Tādas projekcijas
izdevīgi lietot to zemes lodes apgabalu tēlošanai, kas izstiepti geo-
grafiskos garumos un saspiesti platumos.

Un otrādi, ja mums jātēlo zemes virsas daļas, kas izstieptas pla-
tumā, bet saspiestas geografiskā garumā, tad izdevīgi ir lietot projekci-
jas, kuru kona ass guļ ekvatora plaknē.

Zemes apgabalu tēlošanai, kuru ases virziens nesakrīt ne ar meri-
diānu, ne paralēļu virzieniem, ir izdevīgāki lietot slīpās konu projek-
cijas, kuru ass sakrīt ar kādu zemes lodes lielo loku, kas nav ne meri-
diāns, ne ekvators.

Piemēram, ja mēs gribam attēlot koniskā projekcijā Kamčatku, Itali-
ju vai Sumatru, ir izdevīgāki ņemt slīpo projekciju, bet, piemēram, Au-
stralijas attēlošanai, lai deformācijas būtu mazākas, ņemt taisno projek-
ciju.

Koniskās projekcijas pēc savas būtības nav nekas cits, kā agrāk
apskatītās azimutālās un cilindriskās projekcijas. Un tiesām, ja len-
ķis q starp kona veidojosām (zīm.41) mēs pakāpeniski palielināsim, tad
projoties $q - 180^\circ$, kons pārvērsas par skarošo plakni, kādu mēs lietojam
azimutālās projekcijās.

Bet ja mēs, turpretim, lenķi q pakāpeniski samazināsim, attālinot

viršotni no pola P līdz bezgalībai, tad, tuvojoties pie $q = 0^{\circ}$, kons pārvērsas cilindri un mēs dabūsim cilindrisku projekciju.

Visvienkāršākās un visvairāk lietojamās ir taisnās projekcijas, bet kādām mēs arī pakavēsimies.

Iedomāsimies konu, kura ass sakrīt ar zemes lodes polāro asi. Lai šis kons skar zemes lodi kādā viņa paralēlē, jeb to šķel pa kādām paralēlēm.

Zīm. 42 parādīts skarošā kona gadījums, bet zīm.43 - šķēlošā gada gadījums.

Projecēsim zemes virsas meridiānus un paralēles uz kona plaknes ar staru palīdzību, kas iziet no kāda punkta O, kurš attiecīgi pārveidojams pa kona asi, vienlaicīgi ar pāreju no vienas projekcijas paralēles uz otru.

Pie kura katra noteikuma par reizes punkta O pārvietojumu pa plakni, neatkarīgi no tā, vai mūsu kons ir skarošais vai šķēlošais, zemes lodes meridiāni tēlosies uz kona virsas kā šī kona veidojošās plaknes, bet paralēles - kā aploces, kas guļ uz perpendikulārām pret zemes asi plaknēm. Pēc kona izplēšanās uz plaknes - meridiāni veidojas kā plaknes starveidīgi izejošas no kopējā punkta S, bet paralēles - koniskisku aplošu loki, ar kopējo centru meridiānu krustojšanās punktā.

Projecējot koniskajā projekcijā zemes lodes meridiānus vienā-
atstatumos vienu no otra geogr. fiskā garumā, leņķi starp meridiāniem
vienādieli. Bet šie leņķi, kurus mēs apzīmēsim ar burtu α , nebūs
vienādieli geografisko garumu leņķiem starp tiem pašiem meridiāniem
zemes lodes pola punktā.

Attiecība starp leņķiem un izteicās sekojošās formulas
veidā:
$$\alpha = \epsilon \quad (31)$$

kur ϵ ir zināms pastāvīgs lielums, kas katrā atsevišķā projekcijā
pastāvīgs, nemainīgs.

Leņķis α ir tanī pat laikā meridiānu tuvošanās leņķis (skat.
zīm. 43) uz skarošās paralēles. Meridiānu tuvošanās leņķis, kas rodas
sīcoties zemes virsas divu punktu, A un B (zīm. 42) meridiānu kru-
stojšanās punktā S, izteicās sekošā formulā:

$$\alpha = \lambda \cdot \sin \delta \quad (32)$$

kur λ ir doto punktu A un B meridiānu geografisko garumu starpība, bet
 δ divu punktu geografiskais plātums.

Divplakņu leņķis α (punktu A un B geografisko garumu starpība)
atbilst leņķiem $\angle AC_1B$, kas arī ir vienādiels leņķis α pie pola punkta.
Koniskajā projekcijā loks AB ir apla (paralēles) ABB_1 loks. Šis loks atbilst

$AC_1B = \angle$ un $\angle ASB = \dots$. Izteiksim leņķus un \dots šādā veidā:

$$\frac{AB}{SA} = \frac{AB}{AC_1}$$

Dalīsim pirmo izteiksmi ar otro. Tad dabūsim

$$\dots = AC_1 : SA$$

Apzīmēsim ar (q) leņķi pie kona virsotnes S, starp kona veidojošo AS un tā asi.

No trīsstūra ASC_1 izriet:

$$AC_1 = SA \cdot \sin q.$$

Pie šiem apstākļiem

$$\dots : \lambda = \frac{SA \cdot \sin q}{SA} = \sin q$$

un

$$\dots = \lambda \cdot \sin q$$

Nav grūti redzēt pēc trīsstūra ASC, ka skarošā kona leņķis (q) ir vienādlieks skarošās paralēles ģeografiskam platumam (\dots) un tāpēc:

$$\dots = \dots \cdot \sin q = \dots \cdot \sin \dots \quad (33)$$

Tā tad, skarošā kona gadījumā leņķis \dots tiešām izsaka meridiānu tuvoties lielumu uz skarošās paralēles.

Salīdzinot formulas (31) un (32) mēs atradīsim pastāvīgo (c) skarošā kona gadījumā:

$$c = \sin q = \sin \dots \quad (34)$$

Tā tad, koniskās projekcijas pastāvīgais (c), skarošā kona gadījumā, ir leņķa q (kona veidojošā leņķa), jeb ģeografiskā platumā skarošās paralēles sinus.

Šķelošā gadījumā (zīm.43) : $\dots = AC_1 : SA = GC_2 : SG = \sin q$

No tā seko: $\dots = \sin q$

Citiem vārdiem, arī šinī gadījumā:

$$c = \sin q$$

T.i., šķelošā kona pastāvīgais (c) ir leņķa (q) sinus. Tā tad, ik vienā koniskā projekcijā, atkarībā no noteikumiem, kas likti vienam pamatā (c) dabī vienmēr noteiktu nozīmi.

Lēžot pēc formulas (31) leņķi starp projekcijas blakusejošiem meridiāniem, nebūs grūti konstruēt arī pašus meridiānus. Viņi tīlosies, kā jau bija teikts, taisnu, vādekļu veidā, kas iziet no viena punkta, zem vienādliekiem leņķiem.

Paralēļu konstuēšanai, kas nav nekas cits, kā koncentrisku apložu loki ar kopēju centru meridiānu šķērsošanās punktā (S), vajaga zināt viņu rādijus. Mēs zinām, ka ikkuras paralēles rādijs (P) uz projekcijas ir viņas ģeografiskā platumā funkcija. Šinī gadījumā minētā

radija (P) formulu mēs viegli dabūnam no trīsstūra ASO (zīm.45):

$$P_0 = R \cdot \cot \varphi_0 \quad (35)$$

Konisko projekciju attēlu mērogi ir vienādieli visos punktos uz vienas un tās pašas paralēles. Uz šī pamata koniskās projekcijas ir sevišķi izdevīgas zemēm, kas izstieptas ģeografiskā garumā.

Pielietojot šādu zemju attēliem koniskās projekcijas, izočas jānākt ļoti nelielas fakultatīvo mērogu deformācijas.

Dažādos laikos dažādi zinātnieki izstrādājuši lielu vairumu konisko projekciju. Pēc to deformāciju rakstura viņas sadalās vienādatstarpotās (Ptolomeja, Delila, Bilera, A.A.Michailova, Vitkovska, Krasovska, Kavraiska), vienādielās (ekvivalentās) (Merdoka, Albersa, Tissot, Vitkovska) un vienādlenķainās jeb konformās (Lamberta -Gausse).

Visās šinīs projekcijās meridiāni tēlojas kā starviedīgas, izejšas no viena kopēja punkta, taisnes, bet paralēles kā koncentrisku aplošu loki.

Atstatumi starp paralēlēm dažādās koniskās projekcijās ir dažādi. Vienādatstarpotās projekcijās atstatumi starp paralēlēm ir vienādieli visā projekcijas tīklā, vienādielās projekcijās atstatumi starp paralēlēm samazinās, sākot no vidējās paralēles ziemeļ* un dienvidu virzienā vienādlenķainās, gluži otrādi, sie atstatumi pieaug, sākot no vidējās paralēles ziemeļu un dienvidu virzienos.

Pēc šī paša likuma notiek paralēļu konstruēšana arī cilindriskās projekcijās, kuras var uzskatīt, kā jau par to mēs runājām, kā ekstrēmu konisko projekciju gadījumu. Apskatīsim dažas no tikko minētām koniskām projekcijām.

2. VIENĀDATSTARPOTĀ PTOLOMEJA JEB VIENĀDĪGĀ KONISKĀ PROJEKCIJA.

Šī ir viena no senākām un ļoti bieži litojamām projekcijām. Viņu ir devis mums Ptolomejs II gadsimtā.

Šinī projekcijā zemes loķes meridiāni un paralēles projecējas uz skarosā kona (zīm.45), t.t., pastāvīgais (c) šinī projekcijā tiek lēzts pēc formulas 44:

$$c = \sin \varphi = \sin \varphi_0$$

kur φ_0 ir skarosās paralēles ģeografiskais platums.

Leņķis λ starp meridiāniem un projekcijas tiek lēzts pēc mums jau pazīstamas formulas (31):

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \sin \varphi_0,$$

kur λ_0 ir projecējamo meridiānu ģeografisko garumu starpība.

Kona skarosās paralēles radiju P_0 mēs dabūnam, kā zināms, no

trīsstāra ASO:

$$P_0 = R \cdot ctg \varphi_0$$

kur R ir zemes lodes radijs, samazināts galvenā mērogā.

Ik kuras paralēles ar doto ģeografisko platumu φ radijs P tiks lēzts pēc formulas:

$$P = P_0 - R (\varphi - \varphi_0)$$

No šīs formulas izriet, ka projekcijas paralēļu radiju starpība ir vienādiela iztaishnot m zemes lodes meridiāna lokam starp blakus esošām paralēlēm. T.k., paralēles vienmēr projekcijas ik pēc vienādielēm atstarpojumiem ģeografiskā platuma virzienā, tad, acīmredzot, atstatumi starp projekcijas paralēlēm meridiānu virzienos, visa tīkla apmēros būs vienādi. Mērogs pa meridiāniem šinī projekcijā ir vienādiāls galvenajam:

$$m = 1.$$

Mērogi pa paralēlēm pieaug ziemeļu un dienvidu virzienos, sākot no pieskares paralēles, uz kuras mērogs ir vienādiāls vienībai. Piemēram pievestā tabulā mēs redzam Ptolomeja projekcijas, kas pielietota PSRS Eiropas daļas kartē, elementu skaitliskos lielumus ik pēc 4° ģeografiskā platuma no $\varphi_1 = 36^\circ$ līdz $\varphi_2 = 76^\circ$, pie kam $R = 1$, bet zīm. 46 šīs projekcijas tīkls ir redzams ar visām viņa īpatnībām, kādas raksturo to indikatoris.

φ	P	m	n	p	2
76°	0,3254	1	1,115	$1,115^\circ$	$6^\circ 14'$
72°	0,3953	1	1,060	1,060	$3^\circ 20'$
68°	0,4651	1	1,029	1,029	$1^\circ 38'$
64°	0,5349	1	1,012	1,012	$0^\circ 41'$
60°	0,6047	1	1,003	1,003	$0^\circ 10'$
56°	0,6755	1	1,000	1,000	$0^\circ 0'$
52°	0,7443	1	1,002	1,002	$0^\circ 7'$
48°	0,8141	1	1,009	1,009	$0^\circ 31'$
44°	0,8839	1	1,019	1,019	$1^\circ 5'$
40°	0,9538	1	1,032	1,032	$1^\circ 48'$
36°	1,0236	1	1,049	1,049	$2^\circ 44'$

Ptolomeja projekcijā nav ieturēta ne lenka, ne laukumu nemainība. Mēroga un lenku deformējumi pa paralēlēm pieaug virzienā uz ziemeļiem un dienvidiem, sākot no pieskares paralēles.

3. Vienādlielīgā un konformā Lambert-Gaussa koniskā projekcija.

Ptolomeja projekcijā fakultatīvie mērogi pa paralēlēm lielāki par galveno, jo skarošā kona paralēles (izņemot pašu pieskares paralēli, kuras mērogs ir līdzīgs galvenam) ir garākas nekā tās pašas paralēles uz globa, jo kons aptver globu un, tā tad, kona paralēļu radiji ir garāki par attiecīgo globa paralēļu radijiem.

Vienādatstarpotās koniskās projekcijas trapēces ir ar augstumiem kas vienādieli sferisko trapēču augstumiem uz globa sfēras, bet pamati lielāki, kā attiecīgām sferiskām. Tāpēc trapēču laukumiskais lielums uz projekcijas ir lielāks par sfēras trapēču attiecīgo laukumu lielumiem.

Lai koniskās projekcijas tīklā trapēču laukumu padarītu vienādlieļus globa attiecīgo šūniņu laukumiem, - ir nepieciešami samazināt projekcijas trapēču augstumus, t.i., tuvināt vienu otrai paralēles uz kartes. Tāpēc ir saprotami, ka vienādlieļās (ekivalentās) un konformās koniskās projekcijās paralēles uz kartēm pakāpeniski ziemeļu un dienvidu virzienos neuztur paralēļu vienādatstarpību - un proti - vienādlieļās koniskās projekcijās - paralēles pakāpeniski un neievērojami tuvojās viena otrai dienvidu un ziemeļu virzienos, skaitot no pieskares paralēles, bet konformās projekcijās - otrādi - paralēles neievērojami attālinās ziemeļu un dienvidu virzienos no pieskares paralēles. Šī pazīme ir tā, kas ļauj atšķirt vienādlieļās, vienādleņķainās un vienādatstarpotās projekcijas vienu no otras.

Konformo projekciju udevums ir - uzglabāt konturu attēlu pareizību uz kartes. Lai to panāktu pie tīkla konstrukcijas - ir nepieciešami ņemt vērā divus noteikumus: 1) uzglabāt leņķu vienādlielumu meridiānu un paralēļu krustojumos un 2) panākt trapēču malu proporcionālu garumu maiņu meridiānu un paralēļu virzienos.

Ja vienkāršās koniskās projekcijās skarošā kona paralēles ir garākas par atbilstošā globa paralēlēm, tad, lai saglabātu kontura vienveidību konformās projekcijās nepieciešami proporcionāli paralēļu izstiepšanai garumā palielināt arī attiecīgu trapēču augstumus, t.i., proportionāli palielināt atstatumu starp paralēlēm. Šādu proporcionālu trapeču malu garumu maiņu panāk pielietojot speciālus kartografiskus aplēzumus.

Konformo konisko projekciju teoriju ir izstrādājuši matemātiķi Lambert (1728-1777) un Gauss (1777-1855).

Šīs projekcijas tiek pielietotas PSRS kartēm.

XIX gadsimta otrā pusē šinī projekcijā ir sastādīta "Latvijas

Krievijas karte", galvenais mērogs - 1 collā 100 verstes, t.i.,

$\frac{1}{4.200.000}$.

Par pieskares paralēli ir pieņemta 54-ta platuma grādu paralēle. Šinī pat projekcijā ir darināta "Āzijas Krievijas pierobežas joslas karte", galvenais mērogs $\frac{1}{1.680.000}$, t.i., 1 collā - 40 verstes par pieskares paralēli ņemta paralēle ar 44-to platuma grādu, kā vidus aritmetiskā šīs zemes ekstrēmo platumu grādiem.

Tādās konformās projekcijās mērogu deformācija ir neievērojama. Tas redzams no šeit ievietotās tabulas.

Mērogu deformācijas vienādlenķu Lamberta-Gausa koniskajā projekcijā (pēc Vitkovska)

	D e f o r m ā c i j a s	
	a) Lineārā mērogā	b) Laukumiskā mērogā
70°	1,042	1,085
60°	1,004	1,008
(skaroš.paralēle) 55°	1,000	1,000
50°	1,004	1,007
40°	1,032	1,064

Tabula, piemēram rāda, ka, ja uz kartes 55° paralēles kāds garums (piemēram 1 cm) tēlo 1000 km, tad tas pats garums uz 70° paralēles atbildīs dabā 958 km, jo par cik mērogs lielāks, par tik mazāk būs kilometru viņa pamatā (x). Sastādīsim proporciju

$$x \text{ km} : 1000 \text{ km} = 1,000 : 1,042, \quad x = \frac{1000 \cdot 1000}{1,042} = 958 \text{ km}.$$

No tā redzams, ka mērogu starpība uz vidējās un uz galējām tādās kartes paralēlēm sniedzās līdz 42 km uz 1000 km distances vai 4,2 km uz ik 100 km.

Tāpēc uz šādas kartes mērījumi, kas taisīti pēc tas galvenā mēroga ekstrēmas šīs kartes robežās, dod kļūdu līdz 4,2% geografiskā gēruma.

Lamberta-Gausa projekcija ir visvairāk lietotā koniskā projekcija atsevišķu zemju un apgabalu tēlošanai uz kartēm. Tādas kartes darina parasti lielmērogos, pateicoties tam viņas kalkulācijā nem vērā zemes saspiedumu.

Lamberta-Gausa projekcijā, kā kurā katrā citā taisnā koniskā projekcijā, meridiāni tēlojas kā izejoši no kopējā punkta stari zem vienādlielime lenķiem. Paralēles tēlojas kā koncentrisku apložu loki.

Projekcijas kalkulācijai noder sekojošās formulas. Lenki noteic pēc formulas (31):

$$S = c \cdot \lambda$$

Šinī formulā ieejošais (c) ir pastāvīgs, bet viņa lielums atkarājās no kona stīvokļa attiecībā pret sferoīdu. Mēs jau teicām, ka pastāvīgais $c = \sin q$, kur q ir lenkis starp kona veidojošo un kona asi. T.t., līdz ar kona atvēruma lenka (q) maiņu, mainīsies arī c, bet izvēlētajam vienam un tam pašam konam (c) būs pastāvīgs, nemainīgs.

Projekcijas paralēļu radiji P tiek lēzti pēc formulas:

$$P = \frac{P_e}{U^c} \quad (36)$$

Šeit ar P_0 ir apzīmēts projekcijas ekvatora radijs? P_e lielums ir atkarīgs no tā, kādā sferoīda mazās ass punktā vai viņas turpinājumā (zīm.54) būs novietota kona virsotne.

Ar U ir apzīmēta sekojoša izteiksme:

$$U = \frac{\operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{\operatorname{tg} e (45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \quad (37)$$

Lenki φ izteic pēc projecējamās paralēles platuma formulas:

$$\sin \varphi = e \cdot \sin \varphi$$

kur

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} \quad (38)$$

Pastāv speciālas tabulas, kuras dod U lielumus uz dažādiem platumiem.

Pateicoties vienādlenkības īpatnībai, šīs projekcijas mērogi visos virzienos, kas iziet no dotā punkta, ir vienādlieli.

Mērogu noteikšanai lieto formulu:

$$m = n = \frac{c \cdot P_e}{N \cdot \cos \varphi \cdot U^c} \quad (39)$$

kur N - sferoīda normāle zem platuma φ .

Sferai, neņemot vērā zemes saspiestību, mēs dabūsim vienkāršākas formulas:

$$S = c \cdot \lambda, \quad P = \frac{P_e}{U^c}, \quad m = n = \frac{c \cdot P_e}{R \cdot \cos \varphi \cdot U^c}; \quad U = \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$$

Šinī gadījumā jāpiezīmē, ka pastāvīgais P_e , kas ieiet formulās ir reizinātājs, ietekmē tikai attāla mērogu. Turpretim, pastāvīgais c

ir tas, no kā atkarājās projekcijas deformējumu lielums.

c un P_0 lielums, atkarībā no kona stāvokļa.

Kona stāvoklis, attiecībā pret zemes sferoīdu, ir atkarīgs no tām prasībām, kādas uzliek projekcijai, sakarā ar fakultatīvo mērogu un raksturu. No sešiem iespējamajiem gadījumiem šinī lietā mēs apskatīsim divus.

a. Galvenais mērogs uzglabā savu vienādlielumu uz vienas no dotām paralēlēm.

Tā kā skarošā kona gadījumā, tā paralēle, kurā kons skar sferoīdu, tiek pārnesta uz kona virsas bez deformējumiem, tad šis gadījums atbilst, acīmredzami, projekcijai uz skarošā kona ar doto pieskares paralēli.

Šim gadījumam, saskaņā ar formulu (34) mums ir:

$$c = \sin \varphi_0^c$$

kur φ_0^c ir pieskares paralēles platums.

Otrai pastāvīgai, P_e , nemot vērā, ka pieskares paralēle uzglabā galvenā mērogā vienādlielumu, mums būs pēc (39):

$$n = \frac{c \cdot P_e}{N_0 \cos \varphi_0^c U_0^c}$$

kurienes:

$$P_e = \frac{N_0 \cos \varphi_0^c U_0^c}{c} = N_0 \operatorname{ctg} \varphi_0^c U_0^c \quad (40)$$

Pie kam N_0 un U_0 tiek ņemti pie geografiskā platuma φ_0^c . Sferai, neievērojot zemes saspiestību, mums būs:

$$P_e = R \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0^c U_0^c \quad (40')$$

Konstruējot skarošā kona projekciju, par pieskares paralēli jāizvēlās tēlojamā apgabala vidējā paralēle. Šinī gadījumā neizbēgamie deformējumi būs sadalīti uz ziemeļiem un dienvidiem no pieskares paralēles un, tt., mēs izvairīsimies no deformējumu sablīvēšanas vienā projekcijas malā.

b. Galvenais mērogs uzglabā savu vienādlielumu uz divām dotām paralēlēm.

Šinī gadījumā kons būs šķēļoāais. Šķēļuma paralēles (zīm. 41) tiek pārnestas uz kona virsas bez deformējumiem un šķēļošoparalēļu mērogi būs vienādlieli galvenam mērogam.

Mērogi starp šķēļuma paralēlēm, kā to viegli redzēt zīmējumā, būs mazāki par galveno, bet ziemeļos un dienvidos no šķēļuma paralēles mērogi būs lielāki par galveno.

Apzīmējot šķēļuma paralēļu platums attiecīgi ar φ_n^c un saskaņā ar formulu (39) un ar pieņemtiem izvēlētai projekcijai noteiku-

lums bīs:

$$n = \frac{c P_e}{N_n \cos \theta_n^U} = \frac{c P_e}{N_s \cos \theta_s^U} = 1 \quad (41)$$

no kurienes:

$$N_n \cos \theta_n^U = N_s \cos \theta_s^U$$

Logaritmējot dabūto izteiksmi, pēc visvienkāršākiem pārveidojumiem dabūsim:

$$c = \frac{\log(N_s \cos \theta_s^U) - \log(N_n \cos \theta_n^U)}{\log U_n - \log U_s} \quad (42)$$

Norādītāji N un U rāda uz kādiem platumiem šie lielumi ir ņemami.

Pastāvīgais P_e var būt aplēzts divkārtīgi no izteiksmes (41)

un proti:

$$P_e = \frac{N_n \cos \theta_n^U}{c} = \frac{N_s \cos \theta_s^U}{c} \quad (43)$$

Projekcijas konstruēšana uz šķelošā kona, protams, ir izdevīgāka, nekā uz skarošā, jo šķelošā konā ir divas paralēles, kuras uzglabā mēroga vienādlielumu un viņu deformējums vienmērīgāki tiek sadalīts attēlotā apgabalā, nekā tas ir, konstruējot projekciju uz skarošā kona.

Sferai formulās (42) un (43) lielumi N_s un N_n ir jāatvieto ar R un lielumu U jāņem tādu, kāds piemīt sferai.

VI N O L A Ļ A

POLIKONISKĀS UN DAUDZPLĀŅU PROJĒKCIJAS.

1. Polikoniskās projekcijas.

Skarošo konu projekciju galvenais trūkums ir tas, ka to galvenais mērogs uzglabājās tikai uz pieskares paralēles. Tāpēc deformācijas viņā pieaug ziemeļos un dienvidos no šīs paralēles. Lai uzglabātu mēroga nemainību uz visām zemes kartes paralēlēm, ir nepieciešami globālrādņu tīklu pārnest uz daudziem skarošiem koniem (zīm.50).

Tādus tīklus sauc par polikoniskiem, t.i. daudzkoniskiem.

2. Vienkāršā polikoniskā projekcija (Gasslera jeb amerikāniskā)

Viņu konstruē sekošā veidā.

Uzvelk ārejā meridiāna aploci vēlamā mērogā, piemēram,

$\frac{1}{100.000.000}$. Uz šīs aploces atzīmē punktus (A, B, C...), kuros koni ar aploces.

Uzvelkam globa asi un turpinām to virs pola. Konstruējam ekvatorālās līnijas (konu veidojošās) atzīmētos punktos un turpinām tās līdz krustojanai (S_1, S_2, S_3) ar pagarināto globa asi. Mēs dabūnam rādiju garus ($r, r_1, r_2 \dots$) ar kuru palīdzību varam uzvilkt katram konam atbilstošās skarošās projekcijas (zīm. 50). Pēc tam, uz papīra lapas, uz kuras ir zīmēta projekcija, novelkam no augšas uz leju taisni SO (zīm. 50^a) kas būs vidējais meridiāns. Lai galvenais mērogs uzglabātos nemainīgs par šīs taisnes vidējo meridiānu, atliksim uz viņa atstarpes, kas būtu vienādliedzības taisnes iztaisnotiem meridiānu lokiem starp paralēlēm.

Lai novilkta par dabūtiem šādā veidā punktiem paralēles ir nepieciešami atrast to centrus (S_1, S_2 un S_3) uz vidējā meridiāna. Katrai paralēlei būs savs īpašs centrs tai atbilstošā kona virsotnē. Lai to atrastu, tad uz taisnes OX (zīm. 51), kas attēlo vidējo meridiānu, jāatliek galvenā mērogā no meridiāna un ekvatora krustojanās punkta O atbilstoši OS, OS₁ ..., kas izlīdzināmi pēc formulas;

$$OS = B + P \quad (44)$$

kur B - ir meridiāna iztaisnotā loka garums no ekvatora līdz projekcijai paralēlei, bet P - projicējamās paralēles rādijs. Dabūtie punkti OS₁... būs projekcijas paralēļu centri. Paralēļu rādijus (P) noteic pēc formulas;

$$P = N \cdot \cot \varphi, \quad (45)$$

kur N - ir sferoida normale zem platuma φ . No punktiem S, S₁... centriem, apraksta aploces ar rādijiem P, kas attēlos ekscentriskas paralēles. Ekvatora paralēles P = 0, bet tās P = ..., t. t., ekvators attēlosies kā taisne, perpendikulāra meridiānam.

Visu pārējo meridiānu konstruēšanai pielieto sekojošu paņēmieni. Katras paralēles pa abām pusēm no vidējā meridiāna atliek iztaisnotus paralēļu lokus, samazinātus galvenā mērogā. Paralēļu loku garumi lēžami pēc formulas (5):

$$\frac{2}{T} = N \cos \varphi \cdot \lambda$$

kur N - ir sferoida normale ar platumu φ , un λ - paralēles loka sākuma gala geografisko garumu starpība. Caur dabūtiem punktiem velk nepārtrauktas līknes, piem., $a_0, a_1, a_2 \dots b_0, b_1, b_2 \dots c_0, c_1, c_2$ u. t. t., kas šķērso meridiānus. Šeit jāpiezīmē, ka uz paralēļu lokiem ir jāatliek nevis

asu loku garumi, bet to hordas, kas atbilst šiem lokiem un kas noteiktas pēc formulas,

$$d = 2r \sin \frac{\alpha}{2} \quad (46)$$

kur d - ir horda, r - ir zemes rādijs uz projekcijas, bet leņķis atrodams izteiksmē

$$\frac{d}{r} = \frac{2 \sin \frac{\alpha}{2}}{1} = \frac{N \cos \lambda}{P} \quad (47)$$

Tā var dabūt daudzskaroso konu ziemeļu un dienvidu puslodēm.

Ja mēs uznesīsim uz tādiem daudzajiem skaršiem koniem grādu tīklu, to ņemot no attiecīgā, tā paša mēroga globa, un ja tā mēs darīsim ar abu pusložu koniem, tad varam dabūt vesela globa attēlu divās puslodēs vienkāršajā polikoniskajā projekcijā (zīm. 51^a).

No tāda pusložu tīkla konstrukcijas izriet sekojošas tā īpatnības:

1. Galvenais mērogs paliek nemainīgs pa vidus meridiānu un pa visām paralēlēm.

2. Uz pārējiem meridiāniem, izņemot vidējo, fakultatīvie mērogi ir lielāki par galveno, jo atstatumi starp paralēlēm palielinās līdz ar attālināšanos no vidējā meridiāna, Kartes perifērijā uz ekvatora fakultatīvais mērogs meridiāna (āreajā) virzienā būs 2,23 kārt lielāks par galveno.

3. Konformās īpatnības uzglabājās tikai gar vidējo meridiānu. Konturu formu deformācija lēnām palielinās līdz ar attālināšanos no vidējā meridiāna, jo meridiānu un paralēļu krustojšanās leņķi ir gandrīz savstarpēji vienādi.

4. Laukumiskais mērogs palielinās līdz ar attālināšanos no vidējā meridiāna.

Kartes perifērijā pie ekvatora laukumu lielums pārspīlēts salīdzinot ar kartes centru, vairāk kā divkārtīgi.

Vienkāršo polikonisko projekciju sauc arī par amerikanisko polikonisko, jo to ir izstrādājis XIX gadsimta sākumā amerikāņu prof. M. Casslers. Viņā ir sastādītas vairākas ZASV Krastu Pārvaldes un Ģeodēziskās Uzņēmuma kartes.

3. Daudzplākņu projekcijas.

Azimutālās, cilindriskās un koniskās projekcijas dod iespēju attēlot uz vienas plaknes vai nu veselu zemes lodi, vai vienas ievērojamas daļas. Bet šīs projekcijās, kā mēs to redzējām, deformējās vai lineārie atstatumi, vai laukumi, vai konturu formas (leņķi) diezgan ievērojami. Šie deformējumi būs mazāki, ja tēlosim salīdzinot nelielas zemes daļas. Pie šāda principa pieturās konstruējot daudzplāknainās projekcijas (zīm. 51^b).

Globa virsu ar meridiāniem un paralēlēm sadala sferiskās rī-

šs, kuras sauksim par sferiskām trapēcēm, vai grādu šūnijām.

Ja novilksim skarošās plaknes visu šo trapēcju punktus, tad dabūsim daudzplakni, kas aprakstīts ap globu. Varam arī konstruēt globā iekārtību, vai skalošu daudzplakni.

Pēc tam varam ķerties pie globa virsas attēlošanas uz šī daudzplakņa ar projecējošo gaismas staru, kas iziet no globa centra, palīdzīgi-

Uz katras tāda daudzplakņa skalomes attēlosies neliela globa da-

Daudzplakni var sagriest pa tā skautņu līnijām un tad mēs dabūsim globa attēlu uz daudzām kartes lapām.

Deformācijas uz tādām kartēm būs jo mazākas, jo mazākas būs uz atsevišķām lapām attēlei nertas sferoīda grādu tīklā šūnijas.

Pēc šī principa darina topografisko karšu grādu tīklu. Katru kartes lapu var uzskatīt kā plānu. Pie topografisko karšu darināšanas ņem vērā zemes saspiedi tās mazās ass virzienā.

No atsevišķām topografiskās kartes lapām var salīmēt saliktu karti, bet ne vairāk kā sastāvosu no četrām balkus lapām (zīm. 51°).

Liekot kopā vienā kartē lielāka skaita lapas, starp tām rodas pārkāpumi, jo daudzplakņa virsa nevar sakrist ar sfēras virsu bez pārrāvumiem, kaut arī ļoti ierobežotā laukumā.

4. SINKRĒNĀS VĒLĀKĀS ONKARTES PROJEKCIJA.

V-tā Starptautiskajā ģeografiskajā kongresā Bernē, 1891. gadā, ģeogr. Universitātes ģeografijas profesors A. P e n k s iesniedza noteikumu "par Zemes lodes kartes sastādīšanu mērogā 1:1.000.000". Šis noteikumu vienprātīgi pieņēma visi Kongresa delegāti, bet tādas kartes darināšanas detaļu noskaidrošanai bija sasauktas vairākas apspriedes konferences. Starp tām atzīmēsim Starptautisko Konferenci Lōndonā 1909. gadā, Starptautisko Konferenci Parīzē 1913. gadā un Londonas 1928. gada konferenci.

Londonas Konferencē 1909. gadā pieņēma šīs kartes sastādīšanas noteikumus. Šos noteikumus mazliet papildināja un pārģrozīja Parīzes Konferencē 1913. gadā. Pievedīsim izvilkumus no šiem galīgiem noteikumiem.

"3. Lapu apmēri.

a/ Katra kartes lapa ietver laukumu 4° ģeogr. platumā un 6° garumā (Londona 1909. g.)

b/ Augstāk par 60° platumu ir pielaižama lapu apvienošana pa šķērsi un vairākām, šādas lapas var būt 12°, 18° u. t. t. platumā (Londona 1913. g.)

strēmām paralēlēm (zi.52). Katras joslas robežās visas kartes lapas savstarpēji vienādielas un, acīmredzot, ir pietiekami izlōzt vienu kartes lapu, lai zinātu šīs joslas visu lapu apmērus.

Ņemsim uz sferoida virsas sferiodalu trapeci ABDC (zīm.52), kas atbilstu apmēru ziņā starptautiskas kartes lapai. Šai sferiodalai trapeci atbilst uz projekcijas plakniskā trapece A'B'C'D'. Meridiānu loki AD un CD attūlosies savu hordu A'B' un C'D' veidā, kas savos turpinājumos atstosies punktā S'. Bet paralēles AD un BC tūlosies koncentrisko aploču veidā A'D' un B'C' veidā. Nav grūti konstatēt, ka šīnī projekcijā meridiān atgriežņi A'B' = C'D', būs mazliet mazāki savam lielumam dabā, t.i., kam AB = CD. Starpības (Δ) lielums atkarīgs no ģeografiskā platuma maiņas. Tomēr šīs platuma maiņas PSRS robežās ir visai neievērojamas. Var pieņemt, ka pie $2 - 1 = 4^{\circ} = 14400''$ starpība starp AB un A'B'

$$\Delta = 90 \text{ metri,}$$

un mērogā 1:1.000.000 sastāda 0,009 cm., t.i., lielumu daudz mazāku par šī mēroga precizitātes robežu.

Paralēles AD un DC tūlojās projekcijā bez deformējumiem.

Noteiksim paralēļu rādijus P_1 un P_2 (zīm.53). Apzīmōsim šīs projekcijas paralēļu lokus A'D' un B'D' atbilstoši ar L_1 un L_2 , bet meridiān atgriežņus A'B' = C'D' ar S'_m , pie kam $S'_m = S_m - 90$ metru, kur S_m meridiāna 4° loks. Ņemsim (zīm.53) attiecības starp šiem lokiem un atbilstošiem rādijiem:

$$\frac{P_1}{P_2} \equiv \frac{L_1}{L_2}$$

Veicot uz atvasināmām proporcijām, mums būs:

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1} = \frac{L_1 - L_2}{L_1}, \quad P_1 = \frac{L_1}{L_1 - L_2} \cdot S'_m \quad (49)$$

$$\frac{P_1 - P_2}{P_2} \equiv \frac{L_1 - L_2}{L_2}, \quad P_2 = \frac{L_2}{L_1 - L_2} \cdot S'_m \quad (50)$$

Tuvošānās leņķis starp projekcijas meridiāniem var būt aplūzts

Atoti:

$$\alpha = \frac{L_1}{P_1 \sin l} = \frac{L_2}{P_2 \sin l} \quad (51)$$

Starptautiskās kartes lapas ģeografiskā tīkla konstrukcija tiek veidota pūc ekstrēmo šīs lapas paralēļu krustošanās ar meridiāniem punktu zinātūm.

Pienemsim par abscises asi (zīm.54) taisni, kas attēlo vidējo trapēces meridiānu, bet par ordinātem asi - taisnes, kas perpendikulāras vidējam meridiānam un iet caur to krustojšanās punktiem ar paralēlēm. Asi no zīmējuma 54 mēs redzam, ka var dabūt paralēles A'D' šķērsošanās meridiāniem, punktu koordinātes:

$$\begin{aligned}x_1 &= P_1 - P_1 \cos \frac{\pi}{6} = 2 P_1 \sin^2 \frac{\pi}{12}, & Y_1 &= P_1 \sin \frac{\pi}{6} \\x_2 &= P_1 - P_1 \cos \frac{\pi}{3} = 2 P_1 \sin^2 \frac{\pi}{6}, & Y_2 &= P_1 \sin \frac{\pi}{3} \\x_3 &= P_1 - P_1 \cos \frac{\pi}{2} = 2 P_1 \sin^2 \frac{\pi}{4}, & Y_3 &= P_1 \sin \frac{\pi}{2}\end{aligned} \quad (52)$$

Abscisu punktu lēšanai mēs varam lietot arī citas formulas. Savienosim punktu O ar paralēļu un meridiānu šķērsošanās punktiem. Viegli ir izkalkulēt leņķu lielumus pie punkta O, kurus sastāda šo leņķu centrā ar ordinātu asi. Katru no šiem leņķiem sastāda skarošā un horda un šis leņķis ir mērojams ar pusi no tam atbilstošā loka, kas ierobežots ar tā līniju. Tieši no zīmējuma mums ir:

$$\begin{aligned}x_1 &= Y_1 \operatorname{tg} \frac{\pi}{12} \\x_2 &= Y_2 \operatorname{tg} \frac{\pi}{6} \\x_3 &= Y_3 \operatorname{tg} \frac{\pi}{4}\end{aligned} \quad (53)$$

Ziemeļu paralēles B'C' koordinātu punktu kalkulācijai noder tās pašas formulas, bet vietās P_1 , jāatvieto ar P_2 . Koordinātas tiek kalkulētas tikai trapēces vienai pusei - austrumu vai rietumu. Otrai pusei abscises būs tās pašas, bet ordinātēs vajadzēs pārmainīt tikai zīmes uz pretējām.

Konstruēsim dienvidu paralēles A'D' punktus, novedīsim caur šiem punktiem, ar lekaļa palīdzību, nepārtrauktu līkni. Šī līkne attēlos paralēli.

Ziemeļu paralēles B'C' konstruēšanai iepriekš jāatliek (mērogs 1:1.000.000) pa abscises asi no koordinātu sākuma atgrieztnis OO_1 . Viņš tiksies pēc mums jau pazīstamās formulas:

$$OO_1 = S'_m = S_m - 90 \text{ metri.}$$

Dabūjusī ekstrēmās paralēles, savienosim ar taisnu palīdzību paralēlēm atzīmētos garuma grādus, šīs taisnes attēlos meridiānus. Dabūtu pārējās paralēles (ik pēc 1°), sadalīsim meridiānus četrās vienādās daļās un novilkām caur identiskiem punktiem nepārtrauktas līknes.

Starptautiskās kartes grādu tīkla sūniņas ir nevienāda lieluma meridiānu virzienos, tāpat kā tas ir uz globa. Vieslielākās sūniņas

un gar ekvatoru.

Aplēzīsim aptuvenis šo šāņu apmērus mērogā $\frac{1}{1.000.000}$

Kartes eitvaras (rānja) cienviērnalas garums pa ekvatoru līdzināts
0 geogr. garuma, jeb

$$\frac{11130700 \text{ cm} \times 6^{\circ}}{1.000.000 \text{ cm}} = 66,8 \text{ cm.}$$

Kartes ietvaras austrummala pa meridiānu 4° platumā būs:

$$\frac{110,564+110,565+110,366-110,568}{1.000.000} \text{ metri} = \frac{442.263 \text{ m}}{1.000.000} = 44,23 \text{ cm}$$

5. MIFLINGA PROJĒKCIJA.

Mēs jau esam teikuši, ka kartes sadalās 2 pamatgrupās: vispār-geogrāfiskās un topogrāfiskās kartēs. Vispārgeogrāfiskās kartes sastāda lielos mērogos un tās nodē, galvenā kārtā, vispārējo pārskatu mērķiem.

Tanī pat laikā, veselu rindū jautājumu izskirsanai, kādus izbīdā modernā zinātne un tehnika, ir nepieciešami šos jautājumus apstrādāt un sagatavot, pamatojoties uz kartogrāfisko materiālu. Šādos gadījumos ir nepieciešami lēzt pēc kartēm tā us uzdevumus, kā piemēram, noteikt lenku leilumus, līniju garumus un to virzienus, laukumu apmērus, punktu augstumus, atsevišķu zemes virsās daļu lielumu u.t.t. Visi šie uzdevumi būs precīzāki savās kalkulācijās, ja kartes mērogs būs liels un, jo mazāka būs diference starp fakultatīviem mērogiem.

Acīmredzami, ka lielmēroga karte, kādā projekcijā tī arī netītu sastādīta, izveidosies uz vairākām atsevišķām lapām.

Pie uzņēmumu trapēšu ietveru aprēķiniem, līdz pēdējam laikam, valsts topogrāfiskos uzņēmumos un pie lielmēroga karsu sastādīšanas, tika piemērota prūšu geodēzista Miflinga daudzplaknainā projekcija. Šīs projekcijas būtība ir sekojoša.

Iedomāsimies, ka zemes sferoīda virsa (zīm.55), ka par to mēs jau runājām, sadalīta ar meridiānu un par līņu palīdzību nelielās sferoīdālās trapēcēs. Iedomāsimies tālāk daudzplākus, kuru skalēns skar sferoīdālās sferoīdālās trapēces viņu vidējos punktus, jeb arī daudzplākus, kuru skalēnes šķēl šīs trapēces viņu četrū virsotņu punktus.

Pirmā gadījumā, kas attēlots zīmējumā 55, mums būs aptverosais (aprakstītais) daudzplaknis un - otrā - ietvertais (ierakstītais). Galvenais mūsus uzdevums - projecēt katru trapēci atsevišķi uz attiecīgas daudzplakna skalēnes.

Sferiskā trapēce ABCD attēlosies uz plaknes (zīm.56) kā plaknis A'B'C'D'. (zīm.57).

sferiskās trapēces sānu malas būs taisnes, kas saistās punktā S, bet kas pārējās malas būs lokveidīgas ar tik mazu izliektni, ka praktiski,ņemam mērogus 1: 50.000 un lielākus, tad to var ņemt vērā un, t.t., ņemt paralēles par taisnēm.

Piemēram, trapēcēm mērogā 1 : 50.000 $\Delta = 15'$ „ = 10'/zem
 platuma starpība starp loka DC garumu un taisnes D'C' garumu izrādās
 kāka par 0,009 m, bet, t.s. strēles h lielums dabā izrādīsies mazāks
 7 m. Uz papīra mērogā 1 : 50.000 šie lielumi, atbilstoši izrādīsies
 enādieli 0,000018 cm un 0,014 cm un tāpēc praktiski, t.t., konstruējot
 pēces ietveru, šo starpību var ignorēt. Konstruējot trapēci mērogā
 100.000, paralēļu izliektni tāpat var ignorēt.

Taisnlineārās trapēces laukums arī ļoti maz atšķiras no attie
 gās sferiskās trapēces laukuma. Daudzplaknaino projekciju deformējumu
 elumū ir vienmēr mazāki par tām neizbēgamām grafiskās konstruēšanas
 idām, ar kādām ir darīšana pie uzņēmumiem un pie papīra deformācijas.
 ģēo karšu lapas, kas sastādītas uz daudzplaknainās projekcijas pamata,
 r pieņemt par plāniem.

Trapēču rāmju konstrukciju var veikt koordinātu metodes ceļā
 alogiski tām, kā to dara pie starptautiskās kartes lapas darināšanas.
 ievērojot, ka liela mēroga karšu trapēces nav lielas, un kā tas jau
 ja atzīmēts, paralēļu izliektne ir niecīga, tad trapēču konstruēšanu
 r panākt arī vienkāršotākā veidā.

Vispirms jāizkalkulē šo trapēču pamatu garums a un b (zīm.57).
 arī trapēces sānu malas c un c. Trapēces pamati būs paralēļu loki, bet
 nu malas - meridiānu loki.

Ir specialas tabulas, kuras sastādījis N.V.Galaņins (izdotas
 31.g.) kurās ir pievesti rāmju apmēru lielumi, kā arī trapēču laukumi
 rogos 1 : 25.000, 1: 50.000, 1: 100.000 un 1 : 200.000 robežās starp
 0° - 76° ģeografiskā platuma.

Noteicot trapēces malas, jāizkalkulē diagonāles d garums, iz
 etojot šai vajadzībai geometrijā pazīstamo teorēmu par trīsstūru malas
 adrātu, gulošu pret aso leņķi; $d^2 = a^2 + c^2 - 2 a1$. Tā kā šī trapēce
 vienādmalaina, tad $1 = (a - b) : 2$.

Atvietojot, dabūsim:

$$d = \sqrt{a \cdot b + c^2}$$

Rāmi konstruē, pielietojot aizcirtumu metodi. Uz papīra lapas
 velk taisni no stūra uz stūri un uz vietas atliek diagonāli d, no D'
 velk ar štanguvirkula palīdzību nelielus lokus ar radiju a un c, bet
 punkta B' novelk lokus ar radijiem b un c. Šķērsojumās mēs dabūsim
 punktus A' un C'. Lai kontrolētu, pārbauda atstatumus A' un C', kuram
 būt vienādielam B' un D'. Pārliicinājušies par konstrukcijas pareizību

vieno gabītos punktus ar taisnu palīdztību.

T.k. par trapēju rāmjiem nodēd meridiānu un paralēļu līnijas, šis apstāklis dod iespēju ļoti viegli un ērti izlietot lielmēroga kartes, lai kurā katrā mērogā un kurā katrā projekcijā no tām darinātu citas kartes.

Lielmēroga karsu lapu sagrafēšana un nomenklatūra atbilst starptautiskās miljona kartes nomenklatūrai. Par pamatu karsu nomenklatūrai, šis mērogs ir lielāks par 1:1.000.000 nodēd karsu lapa 1:1.000.000 mērogs par pamatu uzņēmuma trapēju karsu nomenklatūrai mērogā, lielākā par 1:100.000, nodēd karsu lapas mērogā 1:100.000.

VII. N O D A Ņ Ā

1. PSEUDO-CILINDRISKĀ PROJEKCIJU BĒLĪBA.

Par pseudo-cilindriskām projekcijām sauc tādās, kurās paralēles lojās gluži tāpat kā cilindriskajās projekcijās, paralēļu taisnu veidā, meridiāni, turpretim - kā līknes. No šīm pseudo-cilindriskajām projekcijām mēs apstāsimies pie Sansona, Melveides un Ekkerta projekcijām. Šīs projekcijas lieto pasaules karsu darināšanai.

Pasaules kartes, t.i., tādās kartes, kurās vienā zīmējumā attēlo visu zemes lodī, vai ievērojamu viņas daļu, tiek konstruētas vienmērīgi sīkā mērogā. Darinot šādas kartes, zemi pieņem par sferu, jo šinī zīmējumā pielaistā kļūda, atvietojot sferoīdu ar sferu, būs neievērojama. Šīs sfēras radīju noteic pēc formulas (3):

$$R = a (1 - \frac{1}{6} e^2)$$

Vispasaules kartes nodēd, galvenā kārtā, vispārējai pārskatamībai, tāpēc tanīs no lielāka svāra ir uzglabāt vai uzturēt vienādlieluma principu starp laukumiem uz projekcijas un dabā (mērogā). Saskaņā ar to, pasaules karsu darināšanai vispiemērotākās ir vienādlielās projekcijas.

2. SANSONA VĒNĀDLIELĀJĀ PROJEKCIJA.

Franču ģeografa Sansona (1600.-1667.g.) projekcija, kas attēlo zīm.58, pieder pie visvienkāršākām konstruēšanas ziņā.

Lai viņu konstruētu, novelk divas savstarpēji perpendikulāras līnijas, kurām vertikālo pieņem par vidējo meridiānu, bet horizontālo - par ekvatoru. Uz vidējā meridiāna, ziemeļu un dienvidu virzienā no ekvatora, izvelk, galvenā mērogā, meridiāna iztaisnotos lokus, skaitot no ekvatora uz projekcijamajai paralēlei, pēc formulas:

$$x = R \cdot \quad (54)$$

kur R ir zemes rādijs, bet x ir projekējamās paralēles ģeografiskais plātums, pie kam x ir jāizteic rādijs vienībās.

Par dabūtiem punktiem velk taisnes, paralēlas ekvatoram, kas attēlo ģeografiskās paralēles. Uz dabūtām taisnēm, uz abām pusēm no vidējā meridiāna, atliek galvenā mērogā iztaisnotos paralēļu lokus no vidējā meridiāna līdz projekējamam. Šo paralēļu loku lielumus noteic pēc formulas:

$$l = R \cdot L \cdot \cos \quad (55)$$

kur L ir projekējamā meridiāna ģeografiskais garums, skaitot no vidējā meridiāna, izteikts zemes rādijs vienībās.

Ik pēc attiecīgiem, uz paralēlēm atzīmētiem punktiem, un caur poliem velk slaidas līknes ar lekaļu palīdzību, kas attēlo meridiānus. Meridiānu loku garumi, kā arī paralēļu garumi, parasti tiek ņemti no gatavām tabulām, kurās šie lielumi ir ņemti nevis sferai, bet sferoidam. T. t., šinī gadījumā, projekējot Sansona projekcijas, sferoida saspietums ir iekalkulēts.

No Sansona projekcijas konstruēšanas veida jau seko, ka šinī projekcijā uzturēsies laukumu vienādlielums, t. t., ka tā būs vienādlielīga.

Un tiesām, katras trapeces pamats un augstums projekcijā ir vienādliels attiecīga paralēļu un meridiānu loku garumiem dabā un tāpēc katras trapeces laukuma lielums ir vienādliels attiecīga sferoidiska trapecu laukumiem.

No šīs konstruēšanas veida izriet arī tas, ka šinī projekcijā galvenais mērogs uztur savu vienādlielumu gar visu vidējo meridiānu, gar ekvatoru un visu paralēļu virzienos. Konturu deformācijas pieaug līdz ar attālināšanos no ekvatora polu virzienos uz abām pusēm no vidējā meridiāna. Sansona projekciju lieto, galvenā kārtā, ekvatoriālo apgabalu tēlošanai, jo ekvatora tuvumā pie šīs projekcijas deformācijas būs neievērojamas.

Zemes, kas izstieptas meridiāna virzienā, kā, piem. Ķīni, maz deformēsies Sansona projekcijā. Tāpat tas būs ar Dienvidameriku un Āfriku.

Sansona projekciju sauc arī par sinusoidālo projekciju, jo šīs projekcijas meridiāni tēlojas kā sinusoidi.

3. MOLVEIDES VĪDĀRĀDĪTĀJĀ P. OLMVEIDA.

Vācu matemātiķa Molveides (1774.-1825.g.) projekciju konstruēkojošā kārtā. Par projekcijas pamatu ņem apli (zīm. 59) ar rādiju $\sqrt{2}$, kur R ir zemes sfēras rādijs, samazināts galvenā mērogā. Šī apla laukums būs vienādlīdīgs $2 \cdot R \sqrt{2} / 2 = 2 R^2$, t.i. puse no zemes virsma laukuma.

Apli ar norādīto rādiju novelk divus, savstarpēji perpendikulārus diametrus. Vertikālais - tēlos vidējo meridiānu, bet horizontālais - ekvatoru. Uz vidējā meridiāna, ziemeļu un dienvidu virzienos no ekvatora, atlieksim galvenā mērogā atgriežņus, aplēztus pēc formulas (zīm.60):

$$x = R \sqrt{2} \sin \alpha \quad (56)$$

Lenķi, savukārt, aplēzīsim pēc projekcijamās paralēles ģeogrāfiskā platuma ar noteikumu, lai taisnes, kas novilkta paralēli ekvatoram caur atzīmētiem uz vidējā meridiāna punktiem, dotu joslas, kuru laukumi būtu vienādlīdīgi attiecīgo zemes lodes sferisko joslu puslīdībai. Pie šī noteikuma laukumi uz projekcijas būs vienādlīdīgi, proti, mērogā ar tiem attiecīgiem laukumiem dabā, t.i., projekcija būs vienādlīdīga.

Atliekot uz vidējā meridiāna atgriežņus x, novelk caur dabūtiem punktiem taisnes, paralēlas ekvatoram. Šīs taisnes attēlo paralēles. Meridiānu konstruēšanai daļa ekvatoru un visas paralēles vienādlīdīgās joslas, kuru lielums atkarās no pieņemtā tīkla biežuma. Caur attiecīgiem punktiem velk slaidas līknes - elipses, kas tēlo meridiānus. Tādā veidā konstruētais tīkls attēlos zemes puslodi.

Pagarināsim ekvatoru un visas paralēles uz abām pusēm aiz apla robežas. Atlieksim uz šī ekvatora un paralēļu pagarinātām līnijām tos atgriežņus starp meridiāniem, kādus esam lietojuši apla robežās. Caur attiecīgiem punktiem novilksim meridiānus, tadā ceļā mēs izveidojam kartogrāfisko tīklu visas pasaules kartei.

Izvedīsim formulu, kas izsaka sakarību starp lenķiem un puslīdībi. Pēc Molveides uzstādītā noteikuma, pusei no sfēras joslas ABQE laukums (zīm.60), jābūt vienādlīdīgam figurai A'B'Q'E' laukumam uz projekcijas.

Laukums A'B'Q'E' sastāv no divu vienādlīdīgu sektoru A'CE' un A'Q'O' laukumiem plus trīsstūra A'B'O' laukumu. Sektora laukums:

$$A'OE' = A'E' \cdot \frac{A'O'}{2} = R \sqrt{2} \cdot \frac{R \sqrt{2}}{2} = R^2$$

Laukums: $A'B'O' = \frac{A'O' \cdot B'O'}{2} \cdot \sin \angle A'OB' = R^2 \sin^2 \alpha$

Sfēras joslas virsa ABQE būs vienlīdzīga:

Pēc noteikuma, kas atradās projekcijas pamatā, mums ir:

$$2 R^2 \sin^2 \varphi + R^2 \sin 2\varphi = R^2 \sin^2 \varphi$$

Paīsinot uz R^2 , mums būs:

$$2\varphi + \sin 2\varphi = \sin^2 \varphi \quad (57)$$

Nolīdzinājums (57) tad arī noteiks attiecību starp lenkiem un tiesi no zīmējuma mēs varam dabūt formulu (56) atstatumam no ekvatora līdz kurai katrai paraklei ar platumu φ uz projekcijas

$$x = A' \cdot 0 \cos / 90^\circ - \varphi / = R / 2 \sin$$

Zemāk pievestā tabulā atradīsim atgriežna x lielumus, kas izlēzti grafiskiem platumiem ik pēc 10° un pie $R = 1$, pēc formulas ().
 Izmantojot šo tabulu, nepieciešami šos tabulas lielumus pareizināt uz zemes lodes rādiiju R , samazinātu projekcijas mērogā.

$x-R$	$2 \sin$	
90°	1,414	Pateicoties zemes lodes sferisko pusjoslu virsu vienādlielumam uz projekcijas izriet, ka <u>Molveides projekcija pieder pie vienādlielo projekciju kategorijas</u> , Kontūru deformējumi šinī projekcijā ātri pieaug. līdz ar attālināšanos no vidus meridiāna, sevišķi aiz apļa robežām, bet vispāri ņemot viņas
80°	1,337	
70°	1,219	
60°	1,078	
50°	0,921	
40°	0,751	
30°	0,571	
20°	0,385	
10°	0,193	
0°	0,000	

deformējumi ir mazāki, salīdzinot ar tēdiem Sansona projekcijā.
 Molveides projekciju pielieto gadījumos, kad uz kartes jāsalīdzina teritoriju lielumi.

Pamatskolu atlantā, kuru izdevis Karsu trests 1934.g. šī projekcija ir pielietota silto joslu attēlei.

4. Ekkersta projekcija.

Tikko apsaktītās pasaules karsu projekcijās mums ir darīšana ar lieliem lenku deformējumiem ekstrēmos geografiskos platumos. Sevišķi tā ir ar Sansona projekciju. Ka sekas tam - polārie un piepolārie apgabali tanīs tēlojās stipri deformēti, bet atsevišķos gadījumos gluži pazīstami.

Vācu zinātnieks Ekkerts, viņa izstrādātā (1906.g.) vienādlielā projekcijā pūlas izlabot šo trūkumu uz lielāku deformāciju konta ekvatora apgabalos. Ar šo nolūku viņš saved visus meridiānus nevis divos punktos, bet atspiež tos pret divām taisnēm, kas paralēlas ekvatoram (zīm 62) un vienādlielas ekvatora pusgarumam projekcijā. Šīs līnijas Ekkerts sauc par polārām līnijām.

Ekkerta projekcijas būtība ir tā, ka zemes lodes meridiāni un paralēles pirms, projecējas uz speciāla ķermeņa virsas, kuru mēs dabūnam, griezumā pusaploci AEB (zīm 61) ap taisni PP_1 , kas guļ šīs pusaploces plaknē. Plakne ir perpendikulāra horizontālajam radijam un ir tās radija atstatums no pusaploces centra. Šāds ķermenis saucas par toru, no latīņu vārda "torus".

No pustora virsas meridiāni un paralēles tiek pārnesti uz plakni, pie kuras gluži tāpat kā mēs tos projecējam uz pustora virsas, tā tad pēc pārnesšanas uz plakni, laukumu vienādlielums uzglabājas.

Zīm.62 ir attēlots Ekkerta projekcijas tīkls visai zemes lodes virsmai.

Šīnī projekcijā visas paralēles tēlojas kā taisnes, kas paralēlas ekvatoram. Vidējais meridiāns tēlojas arī kā taisne, bet visi pārējie meridiāni - kā līknes, savdabīga sinusoida veidā.

Ik vienas paralēles atstatums no ekvatora noteicams pēc formulas:

$$x = R \cdot \sin^2 \varphi \quad (58)$$

Ietilpstošais formulā lenķis a' tiek lēzts pēc projecējamās paralēles platuma φ , saskaņā ar nolīdzinājumu:

$$\sin a' + a' = \frac{R + 2x}{2R} \cdot \sin \varphi \quad (59)$$

Atstatumi starp meridiāniem uz atsevišķām paralēlēm ir savstarpēji vienādi. Ik katras paralēles punkta atstatumu no vidējā meridiāna noteicam pēc formulas:

$$y = L \frac{2R}{\sqrt{R^2 + 2x}} \cdot \cos \frac{a'}{2}, \quad (60)$$

kur L ir punkta geografiskais garums, skaitot no vidējā meridiāna, bet a' ir aplēzams dotajam geografiskajam platumam pēc formulas (59).

Zemāk pievestajā tabulā ievietotas lenķu a' un atgriežņu x un y lielumi projekcijas punktiem ik pēc 10 platumu grādiem, pie kam R ir vienāds 1. Atgriežņi y ir pievesti tikai galējam meridiānam $L=180^\circ$.

T.k. atstatumi starp meridiāniem uz atsevišķām paralēlēm ir savstarpēji vienādi, tad visiem pārējiem meridiāniem atgriežņi (y) tiek lēzti uz vienkāršu aritmetisku kalkulāciju pamata. Lietojot tabulu, noteicami x un y pareizināt ar radiju R , samazinātu galvenā mēroga vienībām.

Salīdzinot Molveides un Ekkerta projekcijas, mēs nākam pie sekojošajiem secinājumiem.

Ekkerta projekcijā josla gar ekvatoru, kas ierobežota starp paralēlēm ar geografiskiem platumiem $+30^\circ$ un -30° - lineārie deformējumi būs mazāki nekā Molveides projekcijā, tomēr Molveides projekcijas priekš-

pcības nav lielas.

Sākot ar ģeografiskā platuma $\varphi = 30^\circ$ un līdz $\varphi = 80^\circ$, Ekkerta projekcija caurmērā dod mazākas deformācijas, nekā Molveides projekcija. Strēmos ģeografiskos platumos, lielākos par 80° , Ekkerta projekcija nav tik izdevīga kā Molveides, tomēr arī pēdējā dod ievērojamus deformējumus.

φ	a		x	y
90°	90°	00' 00"	1,186	1,386
80°	87°	48' 15"	1,352	1,439
70°	81°	42' 54"	1,258	1,585
60°	72°	49' 19"	1,121	1,794
50°	62°	10' 00"	0,957	2,032
40°	50°	12' 31"	0,777	2,239
30°	38°	12' 31"	0,588	2,474
20°	25°	36' 41"	0,394	2,635
10°	12°	50' 33"	0,198	2,736
0	00°	00' 00"	0,000	2,771

Salīdzinot lineāros deformējumus, līdz ar attālināšanos no centrālā meridiāna, pamatapļa apjomos Molveides projekcijai ir dodamas priekšrocības. Bet līdz ar attālināšanos no pamatapļa, Molveides projekcijas deformējumi ļoti ātri pieaug un šinī ziņā Ekkerta projekcija ir izdevīgāka.

Zīmējoties uz leņķu deformējumiem, jāsaprot, ka tie ir analogiski šīs projekcijās lineāriem deformējumiem. Ekkerta projekcija ir ļoti izplatīta ne tikai Vācijā, bet arī citās zemēs.

Mūsu Padomju Savienībā Ekkerta projekcija ir izlietota lielajā Padomju Savienības pasaules atlantā.

5. GUDA PROJEKCIJA.

Amerikāņu profesora Guda projekcija (1923.g) nav nekas cits, ka saprātīga Molveides projekcijas pārveidošana. Lai mazinātu deformējumus, šīs Molveides projekcijā palielinājās līdz ar punktu attālināšanos no centrālā meridiāna, Guds pielieto pasaules karšu projekcijām savā skolu atlantā Molveides projekciju ar pārtraukumiem. Zīm.63 viņa ir parādīta šīs atsevišķās daļās, kas apvienotas gar ekvatoru.

Visas viņas sešas daļas ar sešiem polu punktiem konstruētas Molveides projekcijā, pie kam katrai daļai ir ņemts savs centrālais meridiāns.

Guda projekcijas priekšrocība, salīdzinot ar Molveides projekciju ir tā, ka deformējumu samazinājums ir pilnīgi acīmredzams.

Var būt tikai tās šaubas, vai ir labi šādu projekciju ievērot šādā skolas atlantā, jo skolniekam, strādājot pēc šāda atlanta, var būt nepareizs priekšstats par zemes virsas vienotību, kā arī par attiecībām starp kontinentu un ūdens platību samēru.

6. BAKERTA SARAUTĀ PROJEKCIJA.

Zīm. 64 attēlota pēc Čuda metodes sarautā Ekkerta projekcija. Konstruējot ziemeļu un dienvidu Amerikas karšu projekcijas, taisnlineārie meridiāni ir tie paši, kādus ņēmis Guds. Eirāzijas kartei kā taisnlineārais meridiāns ir 90°E .

Kartei, kurā ietilpst Austrālija, taisnlineārais meridiāns ir 140°E . Bet krtei, kurā ir D.-Āfrikas daļa, par taisnlineāro meridiānu noder 30°E .

Pievestā sarautā Molveides un Ekkerta projekciju salīdzinājumu tabula, kas zīmējas uz lineāriem un leņķu deformējumiem, χ (kvadratiskie lineārie) un ω (leņķiskie), - runā par labu Ekkerta projekcijai.

Lai šo lietu ilustrētu, pievedīsim lielumus, kas raksturo vidējos deformējumus Eirāzijas dažādos punktos un kas izkēzti abās projekcijās, izejot no viena un tā paša taisnlineārā meridiāna 90°E .

Leningradas rajons	Molveides projekcijā	0,24	$17^{\circ},8$
	Ekkerta "	0,16	$12^{\circ},6$
Habarovskas-Vladivostokas rajons	Molveides "	0,16	$12^{\circ},4$
	Ekkerta "	0,15	$11^{\circ},8$
Vrangelā salas rajons	Molveides "	0,63	$38^{\circ},6$
	Ekkerta "	0,45	$30^{\circ},3$
Francijas rajons	Molveides "	0,28	$19^{\circ},7$
	Ekkerta "	0,24	$18^{\circ},7$

Sarautā Ekkerta projekcijā ir izlietota lielajā Padomju pasaules atlantā, bet viņa tur ir ņemta vienā citā modifikācijā, ne tā kā ir zīm.64. Projekciju šim gadījumam ir pārstrādājis kartografs Volkovs.

7. BONNA PSEIDOKONISKĀ VIELNĀLĪMĀ PROJĒKCIJA.

Šī projekcija dabūjusi savu nosaukumu pēc franču inženiera-geografa Bonna (1727.-1795.g.) vārda, kas viņu visos sākumos izstrādājis un 1752.gadā priekšā licis Francijas kartes darināšanai. Bet pēc būtības šī projekcija ir izgudrota daudz agrāk. Viņu ir lietojis jau Ptolemejs, pie viņas ir stipri piestrādājis slāvenais modernās kartogrāfijas pamatlicējs Merkators.

XIX g.s. Bonna projekcija ir ļoti izplatīta. Uz viņas ir projicētas daudzas lielmēroga topografiskās kartes. Šinī pat projekcijā, kā tas jau teikts, ir sastādīta pagājušā gadsimta otrā pusē Eiropas krievijas karte mērogā 3 verstes collā (1 : 126.000), kuru izdeusi krievu kara topografiskā pārvalde uz 725 atsevišķām lapām.

Bonna projekcija atgādina pa daļai koniskās projekcijas. Tāpat kā koniskās projekcijas, paralēles viņā tēlojas kā koncentrisku aplošu loki. Meridiāni šeit tiek darināti citādi. Viņi ir līknes. Tāpēc Bonna projekciju sauc par pseidokonisko.

Dedomāsimies konu (zīm.65), kas skar sferoidu pa paralēli A_0C_0 ar geografisko platumu φ_0 . Šīs paralēles radijs P_0 projekcijā (zīm.66) tiek lēzts pēc formulas:

$$P_0 = N_0 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0,$$

kur N_0 ir sferoida normale punktā A_0 ; pie kam N_0 ir jāizsaka galvenā mērogā.

Ir viegli saskatāms trīsstūrī A_0ST (zīm.65), ka P_0 ir vienādlīniskona veidojošās garumam no viņa virsotnes līdz paralēles pieskarei sferoidam.

Bonna projekciju konstruē sekojošā veidā.

Vidējais uzņēmuma apgabala meridiāns PA_1AA_0 (zīm.65) tēlojas projekcijā (zīm.66) kā taisne Pa_1aa_0 . Ņemot uz šīs projekcijas punktu P par centru, apraksta ap viņu koncentriskas aploces, kuru radiji iepriekš ir izkalkulēti pēc formulas $P_\varphi = P_0 + (B_0 - B_\varphi)$. Dabūtie loki būs Bonna projekcijas paralēles.

Lai dabūtu meridiānus, atliek uz katras paralēles pa abām pusēm no vidējā meridiāna iztaisnotus paralēļu lokus, samazinātus galvenā mērogā. Paralēļu loku garumi lēžami pēc formulas (35) $l = N \cos \varphi$, kur N - ir sferoida normale ar platumu φ , un l - paralēles loka sākuma un gala geografisko garumu starpība. Caur dabūtiem punktiem velk nepātrauktas līknes, piemēram b_1bb_0, c_1cc_0, \dots , kas tēlo meridiānus. Šeit ir jāpiezīmē, ka uz paralēļu lokiem ir jāatliek nevis pašu loku garumi, bet hordas, kas atbilst šiem lokiem un kas noteicamas pēc formulas

/46 - skat. vienkāršā polkoniskā Gasslera projekcija/;

$$d = 2 p \sin \frac{\lambda}{2}$$

kur P - ir paralēles rādijs uz projekcijas, bet lenkis λ atrodams izteiksmē;

$$\lambda = \frac{1}{P} = \frac{N \cos \varphi \cdot \lambda}{P}$$

Lielmērogos Bonna projekcijas konstruējas pēc koordinātēm, gluži tāpat, kā agrāk apskatītās koniskās projekcijas. Formulas šīm koordinātēm ir sekojošas:

$$x = P \cdot \cos \varphi$$

$$x' = 2p \cdot \sin^2 \frac{\lambda}{2}$$

$$y = P \cdot \sin \varphi$$

Bonna tīkla īpatnības un tā pielietošana.

1. Konstruējot šo tīklu mums krita acīs, ka kartes gradualo šūniņu apmērus ņemam no globa; kartes trapēžu pamati un augstumi vienādi lieli globu šūniņu pamatiem un augstumiem. Tāpēc kartes un globa šūniņu laukumi ir vienādi lieli.
2. Galvenais mērogs jau pēc konstrukcijas uzglabājas nemainīgs uz vidējā meridiāna un uz visām paralēlēm.
3. Uz pārējiem meridiāniem (līknes) fakultatīvie mērogi lielāki ar galveno.
4. Konturu formu deformāciju gar vidējo meridiānu nav, jo gar šo meridiānu visi viņa krustosšanās lenķi ir taisni, bet trapēžu malas vienādi lielas attiecīgām malām uz globa.
5. Līdz ar attālināšanos no vidējā meridiāna un vidējās paralēles konturu deformācija palielinās, kā tas redzams pēc izokolām uz kartes (izm. 57)

Bonna projekcijā parasti sastāda Eiropas, Āzijas un Z. Amerikas kartis.

XIX gadsimta otrā pusē šinī projekcijā ir sastādīta Eiropas-Āzijas militāri-topografiskā karte mērogā $\frac{1}{126.000}$, jeb 3 verstes līnā.

Pateicoties tam, ka šī tīkla deformācijas pieaug līdz ar attālināšanos no vidējā meridiāna un vidējās paralēles, Bonna projekcijas visāki noderīgas zemes un teritorijām, kuru forma vairāk vai mazāk tuļās kvadrātam.

Tāda ir, piemēram, Francijas konfigurācija.

VIII. N O D A Ķ AAtvasinātās projekcijas.

Par atvasinātām projekcijām sauc tādas, kas rodās no citām projekcijām atvasināšanas ceļā. Tām piemīt tās pašas īpatnības, kas oriģinālām, bet viņās var rasties tomēr zināmi labojumi. Iepazīsimies ar trim šo projekciju veidiem, kādas lieto karšu konstruēšanai.

1. AITOVA PROJEKCIJA.

XIX gadsimta vidū Parīzē strādāja pie karšu un atlantu konstruēšanas krievu kartografs Aitovs.

Viņš lika priekšā karšu veidošanai savu ekvivalento projekciju ar ovālu formu. Ovals ekvatora garums divkārt lielāks par vidējo meridiānu. Viņu konstruē no kādas ekvatoriālas projekcijas. Tīklu darina ar tādu aprēķinu, lai katras kartes šūniņas laukums būtu vienādiels attiecīgais globa šūniņas laukumam (zīm.69) un (zīm.70)

Lai mazinātu konturu formu deformāciju paralēlēm ir piedots loku veids ar vāju izliektņi, atstarpas starp paralēlēm uz vidējā meridiāna nedaudz samazinājās polu virzienos.

Vidējais meridiāns - taisne. Uz ārējā meridiāna atstatumi starp paralēlēm palielinās polu virzienos.

Atstatumi starp meridiāniem uz ekvatora samazinās perifēriju virzienos.

Tā tad, Aitova projekcijai trūkst ekvidistanta īpatnību.

Konturu deformācijas neievērojamas kartes centrālos apgabalos, bet ievērojami pieaug perifērijā. Salīdzinot ar Sansona, Molveides konturu formu deformācijām Aitova projekcija ir izdevīgāka. Tāpēc Aitova tīklu diezgan bieži lieto pasaules karšu darināšanai.

Aitova projekcijas konstruēšanai parasti ņemt Lamberta vienādielo azimutālo projekciju (zīm.69). No tā izriet, ka uz šīs projekcijas konstruētā Aitova projekcija arī būs vienādiela.

2. GLOBULĀRĀ JEB NIKOLOSI PROJEKCIJA.

Lai novērstu lielos sakropļojumus, kādi ir saistīti ar jau apskatītām patvaļīgajām projekcijām, angļu kartografs, hidrografs un karšu izdevējs Arons Arousmuzs (Aaron Arrousmith, 1750.-1823.g.) nolēma konstruēt ne tik vien paralēles, bet arī meridiānus kā aplošu lokus. Jāatzīmē tomēr, ka Arousmuzs šo projekciju ir ievējis vispārējā lietošanā, bet tās īstais izgudrotājs ir itāļu teologijas doktors Nikolozi (1610.-1670).

Šinī projekcijā ekvatoru un vidējo meridiānu attēlo divi savstarpēji perpendikulāras taisnes, kuru ~~garums un~~ ^{nen} galvenā mērogā. Ārējo meridiānu attēlo aploce, kuru konstruē uz polu diametra (PP_1), pieņemot pēdējā pusi kā radiju šai aplocei. Katru aploces ceturksni un visus četrus savstarpēji perpendikulāros rādijus daļa vienādās daļās, atkarībā no vēlamā tīkla biežuma, piemēram, zīm.71 tie sadalīti sesās vienādās daļās, kas nozīmē, ka meridiāni un paralēles ir novilkti ik pēc 15° garumā un platumā. Pēc tam novelk aplošu lokus ^{pēc} ~~poliem~~ ^{poliem} /meridiāniem, bet paralēles caur pamataploces un vidējā meridiāna attiecīgiem sadales punktiem. x/un vienu ekvatora sadales punktu -tās būtu viens no

Saprotams, ka meridiānu centri ir uz taisnes, kas attēlo ekvatoru, vai uz šīs taisnes turpinājumiem. Tāpat paralēļu centri ir uz taisnes, kas attēlo vidējo meridiānu PP_1 , jeb uz tā turpinājumiem

Tīkla īpatnības.

1. Pate konstrukcija jau rāda, ka galvenais mērogs paliek nemainīgs tikai uz ekvatora un vidējā meridiāna.
2. Uz ārējā meridiāna fakultatīvais mērogs būs 1,57 reiz lielāks par galveno.
3. Uz citiem meridiāniem vietējais mērogs pakāpeniski pieaug līdz ar attālināšanos no vidējā meridiāna.
4. Gar paralēlēm vietējais mērogi lielāki par galveno. Gar 60° gradu paralēli fakultatīvais mērogs mainās sekošā kartā.

geogr. garums	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
- 60° platumums	1,111	1,114	1,118	1,118	1,106	1,080	1,043

Tabula rāda, ka gar šo paralēli, pirmkārt, fakultatīvais mērogs maz atšķiras no galvenā, otrkārt, - fakultatīvais mērogs mazliet palielinās virzienā no vidējā meridiāna līdz 30° garuma meridiānam. Tālāk viņa lielums gandrīz nemainās līdz 45° garumam, bet pēc tam sāk lēnām un pakāpeniski mazināties tuvojoties kartes periferijai.

5. Sakarā ar mēroga maiņu pa meridiāniem un paralēlēm ir arī laukumiskās maiņas.

Galvenais laukumu mērogs uzglabājās bez maiņas tikai ap kartes centru.

Tuvojoties kartes periferijai laukumu mērogs palielinās, kā tas parādīts šeit pievestā laukumu mērogu tabulā.

-garums -platums	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
90°	1,273	1,297	1,351	1,445	1,521	1,567	1,571
75°	1,181	1,202	1,261	1,345	1,434	1,514	1,571
60°	1,111	1,131	1,185	1,268	1,367	1,471	1,571
45°	1,061	1,079	1,130	1,211	1,316	1,438	1,571
30°	1,026	1,043	1,092	1,173	1,281	1,415	1,571
15°	1,007	1,023	1,071	1,150	1,260	1,401	1,571
0°	1,000	1,016	1,063	1,143	1,254	1,396	1,571

Pētot šo tabulu, redzam, ka maksimālais laukumiskais pieaugums ir gar ārējo meridiānu. Šeit laukumam pieaug līdz $1\frac{1}{2}$ reiz lielāki par sākotnējo.

Tā kā vietējie mērogi gar meridiāniem un paralēlēm mainās neproporcionāli viens attiecībā pret otru, un tā kā līnijas, kuras krustojas meridiāni un paralēles nav vienādmērīgas, tad šai globulārai projekcijai nepiemīt konformitātes īpatnības. Bet konturu formu deformācija šinī projekcijā ir salīdzinoši, nav liela.

Pateicoties savām nelielām deformācijām globulārā projekciju veidā izlieto pusložu kartēm.

3. PRĪVĀPĪCĀ GRINTENA PROJEKCIJA.

Pasaules karšu darināšanai, ārpus tām projekcijām, kādas mēs šobrīd esam apskatījuši, bieži pielieto arī amerikāņu kartografa Grintena projekciju, kuru viņš ir publicējis 1904. gadā. Šī projekcija pieder pie apvalīgo projekciju kategorijas. Viņa neuztur ne līniju, ne laukumu neirotiskumu.

Kombinējot savu projekciju, Grintens ir uzstādījis sekojošus noteikumus. Pirmkārt, - uz projekcijas, kas pēc savām īpatnībām ir kaut kas vidējs starp vienādleņķaino un vienādlielo (vienādlaukumisko), ir jābūt izslēgtiem deformējumiem uz ekvatora uz deformējumu rēķina polu virzienos un, otrkārt, projekcijai vajaga būt aplveidīgai, t.i. meridiāniem un paralēlēm jābūt tēlotājam uz projekcijas apložu loku veidā.

Pirmais noteikums jau iepriekš nosaka šīs projekcijas nodērinātājam ekvatoriālo zemju tēlošanai. Deformējumi pieaug līdz ar attālināšanos no ekvatora polu virzienos, bet diezgan platā joslā, kas ierobežota ar paralēlēm $+60^\circ$ un -60° tie ir diezgan niecīgi.

No paralēlēm ar ģeogrāfiskiem platumiem $+60^\circ$ polu virzienos deformējumi ļoti ātri pieaug, sasniedzot maksimālos polus.

Otrs noteikums garantē samērā vienkāršu šīs projekcijas konstruēšanu.

Grintena projekcija ir ieguvusi mūsu Padomju Savienībā pēdējā

ikā lielu populāritāti. Mūsu Vissavienības Kartografiskais trests viņu šo pasaules karšu darināšanai skolu atlantos.

Šinī projekcijā ir izdotas vispasaules politiskās kartes mērogs 1:22.000.000 un 1:50.000.000.

Grintena projekcijā visas zemes virsa ir attēlota uz viena apļa, kura radijs (r) vienāds iztaisnotas ekvatora pusaploces garumam, t.i., πR , kur R - ir zemes lodes radijs, samazināts galvenā mērogā. Visi meridiāni un ekvators uz projekcijas ir taisnes. Ekvatoru daļas vienādi lielās daļās, atkarībā no tīkla vēlamā biežuma. Caur dalījumu punktiem un abiem poliem novelk meridiānu (aploču) lokus, pēc trīs punktu metodes, kas tas parādīts zīm. 73. Paralēļu uzvilksanai, kas arī tēlojās lokšu veidā, tāpat jānorāda trīs punkti, caur kuriem šīm aplocēm jāiet: viens punkts - uz vidējā meridiāna un divi - uz ārējā, jeb, tā saucamā, pamatmeridiāna. Atstatumu no ekvatora līdz paralēles krustojumam ar vidējā meridiānu Grintens lēž pēc formulas:

$$x_0 = r \cdot \frac{\sqrt{r^2 - 4 \cdot \dots}}{2 \cdot \dots}$$

šo punktu abscises, t.i., paralēļu krustojumus ar pamatmeridiānu, ja vidējā meridiānu pieņemam par x - asi, noteic, pēc formulas:

$$x_b = r \cdot \frac{\sin \varphi}{\sin \varphi - \varphi}$$

Grintena projekcijas deformējumu lielumi ir pievesti sekojošā tabulā, kuru sastādījis V.V. Vitkovskis.

L		0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0°	m	1,000	1,021	1,092	1,238	1,537	2,330	
	n	1,000	1,028	1,121	1,313	1,708	2,751	
	p	1,000	1,050	1,224	1,625	2,626	6,410	
20°		0 0'	0 22'	1 29'	3 22'	6 1'	9 30'	13° 48'
30°	m	1,000	1,066	1,189	1,405	1,813	2,827	
	n	1,000	1,031	1,032	1,339	1,758	2,838	
	p	1,000	1,097	1,338	1,857	3,122	7,797	
20°		0 0'	4 0'	7 8'	9 38'	11 44'	13 38'	15° 56'
40°	m	1,000	1,195	1,470	1,886	2,598	4,199	
	n	1,000	1,034	1,143	1,360	1,789	2,829	
	p	1,000	1,232	1,663	2,514	4,500	11,355	
20°		0 0'	9 23'	16 34'	21 58'	25 52'	28 29'	29° 59'

4. Patvaļīgā Solovjeva projekcija.

(zīm.75 un 76).

Šķērsā cilindriskā (šķeļošā) projekcija. Pēc deformaciju rakstura - vaļīgā. Šķēluma aploce ziemeļpuslodē iet pa mazo apli, apmērām, pa Poliju Savienības vidū. Izplēšot cilindri plaknē šķēluma aploce tēlojas kā taisns un uz kartes viņa būs deformaciju nulles līnija, t.i., šīs viņas virzienā galvenais mērogs paliek spēkā un, tā tad, deformācija nav. Mūsu zīmējumā viņa perpendikulāra videjam meridianam (100°) un atbilst 60-tai paralēlei. Uz ziemeļiem no šīs līnijas - izstiepes aploce, bet uz dienvidiem - saspiedes apgabals. Izstiepes un saspiedes deformāciju) pakāpi raksturo izkolas. Kā redzams, Padomju Savienības kartē šīnī projekcijā ir stiprāki deformēti, nekā šķeļošā koniskajā (sk. zīm. 49^b). Tā, piemēram, Ziemeļzemes salās maksimālā leņķu deformācija ir 19° , formu deformācijas koeficients - ap 1,4, bet laukummērogs - ap 2. Pateicoties tik ievērojamai laukumiskai deformācijai Ziemeļledus okeāns šīs Padomju kartes ir attēlots pārspīlētos apmēros. Turpretim, pie Beringa-Kuļ ezera, kurš atrodas saspiedes zonā, maksimālais leņķu deformācija ir - ap 7° , Betmu deformācijas koeficients - ap 1,1, bet laukummērogs - ap 0,7.

Šīs projekcijas ievērojamās deformācijas kompensējās ar viņas metodes priekšrocībām:

1) Paralēles ir mēreni izliektas. Pateicoties tam Čukotskas pussala un Skandināvijas pussala nav piegriestas tik stipri uz augšu kā koniskajā projekcijās; 2) Projekcijas tīklam piemīt zināma globularitāte un ziemeļpols ietilpst kartes ietvarā.

PSRS kartes ārejā forma Solovjeva projekcijā ir tik raksturīga, ka ir ļoti viegli atšķirt no koniskām projekcijām.

Šīnī projekcijā ir konstruētas visas PSRS ģeogrāfiskā atlanta kartes izdotas 1938.gadā 3-šai un 4-tai klasēm, kā arī jaunākie izdevumi.

Šīnī tīklā ir izdotas visas pamatskolu kartes mērogā 1:5000000 ar 1938.gadu.

PROJEKCIJU IZVĒLE UN PIELIETOŠANA.

Mēs esam iepazinušies ar ģeografiskās kartes matematiskiem elementiem - ar kartogrāfiskām projekcijām un ar šo projekciju teoriju un to konstruēšanas paņēmieniem.

Līdz ar to mēs redzam, ka reti kāda cita no daudzo zinātņu nozarēm savā attīstības gaitā ir gājusi tik cieši roku rokā ar dzīves reālām prasībām, ar praksi, kā kartogrāfija.

Kartogrāfijas un ģeografijas attīstības vēsture mums rāda, ka jau vissenākos laikos, līdz ar pašiem pirmajiem saimnieciskās un kulturāli-sabiedriskās dzīves sākumiem, kad cilvēks vēl atradās uz vienkāršās un augstākās mežonības līnijas, vai arī uz zemākās un vidējās barbarisma pakāpes, viņam ir bijusi prasība pēc kartes, pēc plāna, pēc ģeogrāfiska zvaigžņotās debess un zemes vietas attēla. Plāns viņam bija vajadzīgs sakarā ar visādiem, kaut ar primitīviem, projektiem un mērījumiem, saistītiem ar tām celtnēm, ar ēkām, ar ādens regulēšanu, ar savas dzīves vietas apcietināšanu un citiem darbiem, bez kuriem eksistence un cilvēces apstākļu uzlabošana nebija domājama.

Seno laiku iekarotājs vai irgonis, vienalga, vai viņš šķērsoja jūru, vai kādu tuksnesi, plašu neapdzīvotu apgabalu, - viņam nebija citu ceļa rādītāju, kā zvaigznes, kā atsevišķi raksturīgi priekšmeti uz zemes (salas, krastu klintis, līči) un virs zemes (kalni, upes, meži, urvi, zvēru un cilvēku iemītas tekas). Tāpēc jādomā, pirmās radās zvaigžņu kartes. Vismaz pirmā kartogrāfiskā projekcija, par kuru mums ir ziņas, ir seno grieķu astronoma Talesa (640. -548.g. pirms m.ē.) zvaigžņu kartes projekcija, kuru mēs tagad saucam par centrālo azimutālo. Mazliet vēlāk nāk Anaksimandra un Hekateja taisnleņķotā vienādatstarpotā cilindriskā. Senie grieķi pamatus arī stereogrāfiskai projekcijai.

Erastotens (276-194.g.) pirmais noteica meridiāna garumu. Eratostens (160.-125.g.) dod mums ģeografiskās koordinātes: paralēles, meridiānus un 360° sistēmu. Ptolomejs (90.-168.g.) pielieto visas šīs projekcijas savās kartēs un sniedz vēl savu vienādatstarpoto konisko projekciju.

Seno grieķu laikmetā jau debess un zeme - ja drīkst tā ūz-
sakties - ir saistītas viena ar otru ar grāda tīkla palīdzību un zemes
punctas punkti ir savesti attiecīgā sakarībā ar debess sfēras punktiem:

rojot debesi, radās iespēja precīzi noteikt savu stāvokli uz zemes
es.

Vēlāk, viduslaikos, baznīca ar savām dogmām un scholastiku ne-
vēlīgi iespaido un aiztur kartografijas attīstību. Tikai līdz ar
nesansi un lielajiem ģeografiskiem atklājumiem, ar kompasa, grāmat-
spiesanas un gravīras parādīšanos, nāk arī prasības pēc jaunām un uz
sākas zinātniskas līzes nostādītām projekcijām, jo pasaule bija pa-
usi desmitkārt lielāka. Parādās tādas projekcijas, kā vienādatstar-
kā polārā (Posteļa) un pārstrādātā vienādatstarpotā cilindriskā. Abas
izrādājās tik izdevīgas, ka tiek pielietotas līdz mūsu dienām.

16. gadsimta beigās Padomju Savienības Vispasaules Atlantā taisni šīs projekcijas
ņemtas zvaigžņu debess attēlam. Šīs projekcijas atļauj viegli no-
tikt spīdekļu koordinātas. Tādā kārtā astronomijā jau pietiekoši nosta-
lizējās tās pamatprojekcijas.

Matematiskajā ģeografijā tādu pat stabilitāti gūst ortogra-
kā projekcija mēneša un zemes gada kustības attēlā.

Rodās vajadzība pēc projekcijām visas zemes lodes un zemes
ložu attēlei.

Perspektīvās projekcijas, kā mēs tagad zinām, ir neērtas ta-
zinā, ka viņās mērogs dažādos virzienos ievērojami mainās. Renesan-
laikmetā parādās, daudz piemērotākas galvenos projekciju virzienos
nādatstarpotās zemes pusložu projekcijas.

Mēroga nozīme ģeografiska tīkla attīstībā arvien vairāk un
tiek pieaug.

Karte jau dod iespēju ne tikai uzskatīt vienā laikā visas ze-
virsu, vai arī tās daļu, viņa atļauj arī realizēt ar visvienkāršāko
mekļu palīdzību lineārus mērījumus visā milzīgajā jaunatklāto zemju
sībā.

Līdz ar to kartografiskās projekcijas atklāj ceļu kartomet-
i un tās progresam. Tiek apgūtas neaptveramās zemes okeanu ūdens
ības, kas izbīda jaunus uzdevumus kartografiskām projekcijām.

Kartes priekšā nostājās jaunas problēmas: tai jārada iespēja
lenkārsu paņēmienu palīdzību aplēzt navigācijas galvenos uzdevumus
ūdens platību šķērsošanai. Merkators ar savu cilindrisko projek-
to spīdoši izšķir. Viņa projekcija stājās kompasa karšu vietā.

Merkatora projekcija nostiprinās jūras kartīs un noder šim
m līdz pat mūsu dienām.

Projekciju evolūcija karšu darināšanā noris pakāpeniski zem
misko prasību ietekmes un iet kontaktā ar attiecīgāiem citu zinātņu
technikas sasniegumiem.

Jauno laiku astronomijas un matematis attīstība dod iespēju

lnīgi un vispusīgi izspētīt kartografisko tīklu īpatnības un veikt to konstrukciju ar lielu precizitāti. Ar kartografisko projekciju pētīšanu darbojās visredzamākie matemātiķi; Tisso, Lamberts, Lagranžs, Eilers u. citi.

Pie projekciju konstruēšanas pūlās izcēlt projekciju vienād-
leņķainās un vienādlielās īpatnības.

Jauno laiku politiskie un ekonomiskie apstākļi no kartīm prasīja vienādlieluma īpatnības, lai varētu vieglāk aprēķināt valsts terri-
toriju.

Valdnieki ļoti interesējās par karti, kas tiem dotu iespēju
pārtvert ar vienu skatu savas zemes un lēzt dažādus gan militārus, gan
administratīvus un citus projektus. Karte arvien vairāk un vairāk top
par agresijas un apspiešanas ieroci valdošo šķiru rokās.

Projekcijas ar vienādlieluma īpatnībām sāk parādīties vispā-
rīgā lietošanā. Sansona atlanti (XVIII g.s.) sniedz galvenokārt kartes,
kas ir paša autora vienādlielajā projekcijā. XVIII g.s. parādās kartes
Merikāna un Lamberta projekcijās.

XIX g.s. pirmajā pusē viens no lielākajiem matemātiķiem Gauss
atklāja vienādleņķainās un vienādlielās projekcijas.

Mēs jau griezām vērību kā Renesanses un lielo geografisko atklā-
šanu laikmetā pirmā vietā tiek stādītas projekcijas uzskatāmām pasaules
un pasaules daļu kartēm. Bet XVIII un XIX g.s. progresīvākās Eiropas
valstis (Bavārijā, Saksijā, Hālandē, Anglijā, Francijā un Krievijā) sāk
vērsties pie savu zemju lielmēroga uzņemem. Te nu izrādās, ka šo valstu
teritoriju konfigurācija ir dažāda; dažas no viņām ir izstieptas vairāk
paralēlēm, citas pa meridiāniem, bet dažām ir, apmēram, kvadrāta vai
citas forma.

Rūpīga un vispusīga ekvivalento projekciju īpatnību analīze
parādīja, ka viņās leņķu un atstatumu deformācijas pakāpe dažādos virzienos
ir dažāda.

Matemātiskā analīze dod iespēju ar precizitāti noteikt defor-
māciju lielumu dažādā kartes vietās.

Lai uzskatāmi attēlotu vietas uz kartes ar vienādiem koordinātu
tīklu deformējumiem - velk izokolas - vienādu deformējumu līnijas.

XX gadsimtā turpinās projekciju pamatīpatnību uzlabošana dažā-
dās zemēs.

Padomju Savienībā, tūlīt pēc Oktobra revolūcijas, prasības pret
kartī paaugstinās; karti liek visas zemes un valsts rekonstrukcijas un
sociālistiskās celtniecības pamatā.

Jaunu projekciju izstrādāšanas laukā ar redzamiem panākumiem

grādā tādi Padomju zinātnieki kā Krasovskis, Kavraiskis, Solovjevs un citi.

XX gadsimts ir gaisa satiksmes gadsimts. Viņš vēl arvien lieto Merkatora projekciju savu aironavigācijas problēmu atrisināšanā, bet tajā pat laikā nepārtraukti meklē tādus jaunus projekcijas, kas vairāk atbilstu gaisa transporta īpatnībām un kurās būtu vieglāka ortodromisko līniju, kā īsāko atstatumu uz sferas grafiskā attēle.

Mēs zinām, ka ortodromas tēlojās kā taisnes perspektīvajās centrālās projekcijās, bet lieli šinī projekcijā konturu deformējumi apgrūtina to plašāku pielietosanu.

Šie piemēri dod iespēju pasvītrot grādu tīkla nozīmi. Viņš uzskatams kā savdabīga ģeografiska monograma, kas ļauj viegli, vienkārši un ātri ar grafisku paņēmieni paliīdzību lēzt veselu virkni specialu uzdevumu, kādi saistīti ar jūras un gaisa transporta vajadzībām.

Projekciju izvēle ģeografiskās kartes darināšanā.

Liels kartografisko projekciju daudzums, kas atšķirās viena no otras ar savu ārējo veidu, īpatnībām un konstrukcijas paņēmieniem, nostāda ģeografu priekšā diezgan grūtu uzdevumu: mērķtiecīgi izvēlēties pie tādās vai citās kartes darināšanas attiecīgu projekciju.

Projekcijas izvēle ir saistīta ar sekojošiem galveniem noteikumiem:

1) kartes uzdevums, 2) tās mērogs, 3) teritorijas ģeografiskais stāvoklis, 4) teritorijas apmēri, 5) tās konfigurācija u.t.t.

Visas zemes lodes virsas nepārtrauktai attēlei sīkā mērogā parasti pielieto cilindriskās, pseidocilindriskās un patvaļīgās jeb atvasinātās projekcijas.

Pašlaik visbiežāki izmanto Ekkerta un Golla projekcijas uz tā pamata, ka viņās - salīdzinot ir mazākas deformācijas, kā citās projekcijās.

Ja zemes virsu grib tēlot ar pārtraukumiem un sīkā mērogā, visas zemes lodes, vai pusložu apmēros, tad lieto vienu vai otru Guda projekcijas variantu.

Pasaules daļu un okeanu attēlei pašreiz visbiežāk lieto vienādlielās azimutālās, vai pseidocilindriskās (Sansona, Ekkerta), vai arī pseidokonisko Bonna projekciju. Vidusmērogu kartīs lielām valstīm, kas izstieptas ģeografiskajā garumā, tēlo dažādās šķelošā vai skarošā konprojekcijās.

Zemes, kas izstieptas gar meridiāniem, tēlo polikoniskās vai gulošās cilindriskās projekcijās. Apaļu formu zemes visizdevīgāki darināt azimutālās projekcijās, pie kam ainas plaknes centram jāsakrīt

dotās zemes (valsts vai apgabala) centru.

Ekvatoriālo zemju attēlei lieto cilindriskās projekcijas.

Mēreno platumu zemes izdevīgi sniegt koniskās projekcijās.

Polārās zemes jādarina polārās projekcijās.

Lielmērogu topografiskās kartis darina daudzplakņu projekcijās.

Projekciju izvēlē izšķirošā loma piekrīt kartes uzdevumam.

Ja kartei jānodrīkst platību salīdzināšanai un mērīšanai, tad, daļēji, jāņem ekvivalentās projekcijas.

Šī grupa sevišķi svarīga fizikogeografisko, ekonomisko un politisko karšu vajadzībām.

Kartometriskiem uzdevumiem, kur jāņem vērā upju, satiksmes ceļu garumi jāņem kartis, kur uzglabājās līnērais mērogs.

Vēju, jūras straumju kartīm jāņem projekcijas ar konformām īpatnībām.

Territoriju studēšanai pēc salīdzinošām metodes geografam ļoti no svara rīkoties vienlaicīgi ar vairākām dažādu geografisku elementu kartīm, kas sastādītas vienā un tanī pat projekcijā.

Tādā gadījumā izvēlās projekciju, kuras deformācija visās virsma daļās ir minimāla.

Šie uzdevumi dažādos atlantos tiek dažādi veikti.

Piezīmes

pie Lielā Padomju vispasaules atlanta projekcijām.

Jinī atlantā vispasaules karšu konstruēšanai visbiežāk ir stereogrāfiski lietota pseidocilindriskā Golla projekcija ar šķēlumu pa 30° paralēlēm. Šī projekcija ir aizstājusi Merkatora projekciju.

Ir izdevīgi, sastādot kādu atlantu, pieturēties pie kartēm ar vienu un to pašu projekciju, lai atvieglotu dažādu geografisku elementu salīdzināšanu un novietošanu uz zemes virsma, piemēram, vispasaules augsnes (lapas 40-41-42) un klimatu (lp.38-39) kartes - visas virsma vienā un tanī pat Golla projekcijā.

Bet dažas klimatiskās kartis ir sniegtas Ekkerta ekvivalentā projekcijā, piemēram, vispasaules klimatiskās kartis (lp.36-37), kas rāda reģionus ar maksimālo un minimālo temperatūru un nokrišņu daudzumu. Jinī gadījumā ir bijusi nepieciešamība uzrādīt salīdzinošus laukumiskus rādītājus, uz kuriem noris pētāmās parādības.

Augu karte ir sniegta citā projekcijā, nekā augsnes karte, kaut arī augsnes karte (sega) atrodas visciešākā sakarā ar augu pasauli.

No geografiskā viedokļa ir no svara sniegt augsnes karti

vienādlielā projekcijā, lai dotu iespēju salīdzināt dažādu augšņu zonu platību. Bet tā kā lielākā tiesa klimatisko karšu ir tēlota Golla projekcijā, tad vajadzēja sniegt tanī pat projekcijā arī augsnes karti.

Šinī piemērā mēs redzam, ka projekciju izvēle dažādām atlanta kartīm var būt^{tu} izšķirta atkarībā no tiem uzdevumiem, kādi likti atlanta pamatā. Lielajā Padomju atlantā varēja sniegt klimatiskās, i augu, augsnes kartis vienādlielajā Ekkerta projekcijā.

Jāpiekīmē tālāk, ka specialām meteorologiskām un klimatiskām kartēm arvien retāk lieto cilindriskās projekcijas.

Šim nolūkam ir izdevīgāka polārās (Postela un Lamberta) projekcijas, jo uz tām var skaidrāki un zinātniskāki izprast atmosfēras dinamikas likumus.

Amerikāņu Guda atlantā klimatiskās kartes ir sniegtas pola un pseidocilindriskās projekcijās (Guda).

Tādu jautājumu izšķīšanu varam pieņemt no ģeografiskā viedokļa par visizdevīgāko, jo ekvatoriāliem reģioniem visvairāk piemērotas ekvatoriālās projekcijas, bet mērenām un polārām zemēm koniskās un polārās.

Lielajā Padomju Vispasaules atlantā arī augu un zoogeografiskās kartis nav saistītas ar projekciju vienotību.

Svarīgāko dzīvnieku izplatības vispasaules kartes varēja sniegt Ekkerta vienādlielajā projekcijā, lai visā uzskatāmībā reprezentētu attiecīgās dažādu dzīvnieku apdzīvotās platības.

Pasaules iedzīvotāju blīvuma un svarīgāko migrācijas virzienu kartes ir sniegtas dažādās projekcijās, jo tās sprauž katra savu mērķi. Uz blīvuma kartes ir nepieciešami uzrādīt salīdzinot teritoriju platību ar salīdzinošiem blīvuma koeficientiem. Tāpēc tā ir sniegta vienādlielajā Ekkerta pēc Guda metodes konstruētā projekcijā. Migrācijas virzienu kartēm labākas ir nepārtrauktās projekcijas, bez pārrāvumiem, lai uzskatāmāki izsekotu pārceļotāju jūru un sauszemes ceļus.

Nevar atzīt par izdevušos Golla projekcijas piemērošanu mežu un papīrrūpniecības attēlei (lp.59).

Mērenās joslas meži uz šīs kartes ir stipri pārspīlāti platības ziņā salīdzinot ar karstās joslas mežiem.

Projekcijas izvēle šinī gadījumā ir nevisai saprotama vēl tādēļ ka blakus tai citas ekonomiskās kartes sniegtas vienādlielajā Ekkerta projekcijā.

Vispasaules gaisa satiksmes, kā arī dzelzceļu un ūdens ceļu kartes pareizāki būtu sniegt Merkatora projekcijā, Golla projekcijā šīs kartes nav izdevīgi ietilpinātas, jo tā nav konforma un loksodromās

nijas tanī notēlojās stingrās taisnēs.

Grūti attaisnot Volla projekcijas pielietošanu politiskajām kartēm, jo tā dod pārspilēti deformētu iespaidu par dažādu valstu teritoriālo lielumu.

Interesanti atzīmēt, ka Klusā okeāna politiskā karte ir sniegta kerta vienādlielajā projekcijā.

PSRS kartēm izvēlēta koniskā vienādatstarpotā projekcija pēc gulošā kona principa ar 47° un 62° šķēluma paralēlēm. Šī ir visizdevīgākā projekcija PSRS pārskata kartēm dažādu ģeografisko parādību studijām, jo konturu formu, laukumu un atstatumu deformācijas šinī projekcijā neievērojamas.

Ļoti mērktiecīgi ir izvēlēta Lielajā Padomju Vispasaules Atlantā Gaussa-Krīgera šķērsā (gulošā) cilindru projekcija Urala attālei, kas stiepjas gar meridiānu ievērojamā garumā.

Sinoptisko karšu projekcijas izvēles pamatojuma piemērs.

Sinoptiskās (laika noteikšanas) kartes konstruē dažādās projekcijās. Liela nozīme atmosfēras dinamikas izpratnei piekrīt polāriem projekcijām, uz kuriem var pārrēķināt atmosfēras stāvokli uz veselas zemes lodes. Vienādatstarpotā Posteļa polārā projekcija šinī gadījumā atļauj aplēst barometrisko gradientu aplēšanu.

Posteļa projekcijā arī leņķu deformācija ir neievērojama. Kartes vidējā daļā gar 45° paralēli azimutu deformācija ir tikai ap trīs grādiem. Tas atļauj konstruēt uz kartes aptuvenus vēja virzienus ar transportiera palīdzību bez korekturu ieviešanas azimutu deformācijā. Šādi niecīgas konturu deformācijas mērēnos un sevišķi polāros projekcijas reģionos atļauj sinoptiķiem studēt barisko sistēmu dažādo elementu morfologiju un uzstādīt prognozu par to tālāku deformāciju sakarā ar pārveidošanos.

Gaisa masu savstarpējo iedarbību stipri ietekmē teritorijas masas, kuru šīs masas aptver.

Posteļa projekcijai pieder vērtīgas īpatnības arī laukumiskā mērogā. Laukumiskais mērogs vāji palielinās no polā ekvatora virzienā. Uz 40° paralēles fakultatīvais mērogs ir 1,111, uz 30° paralēles viņš ir 1,099. Tāpēc uz Posteļa projekcijas sinoptiķis var salīdzināt polārzemju dažādu gaisa masu laukumiskās platības.

Laika noteikšanas meteorologijasproblēmu aplēšanai no liela nozīmi gūt iespēju aprēķināt uz kartes virkni jautājumu, kas saistīti ar barisko sistēmu formu, to masu, ātrumu un kustības virzieniem.

Cikloniskā un anticikloniskā atmosfēras iedarbība, kas saistīta ar polāro fronti, notiek galvenā kārtā, tajos zemes lodes apgabalos,

Posteļa projekcija dod visniecīgākās konturu deformācijas.

Tāpēc šīs projekcijas izvēle saskan ar sinoptiskās meteoroloģijas uzdevumiem mēreno un polāro zemju apgabalos.

Gaisa cirkulācijas studijām, karstajā joslā polārā Posteļa projekcija jau ir mazāk noderīgāka. Šinī zemes lodes apgabalā atmosfēras dzīves parādībās sevišķa nozīme piekrīt lielā spiediena subtropiskai joslai, kas novietota uz ziemeļiem no 30° paralēles.

Karstās joslas atmosfēras dinamikas studēšanai labi noderēs projekcija ar niecīgiem deformējumiem karstajā joslā.

Anaksimandra uz šķēlošā pa 30° paralēlēm cilindra projekcijai ir visas priekšrocības pret Golla projekciju, jo uz tās galvenais mērķis uzglabājās pa meridiāniem, bet konturu formu un laukumiskās deformācijas apšus šķēluma paralēlēm nav lielas.

Klimatiskām kartēm bieži pielīto Merkatora un Golla pasaules kartu cilindriskās projekcijas. Tomēr šāda šo projekciju pielietošana nav attaisnojama jau tādēļ vien, ka tām trūkst ekvivalentās īpatnības

Sokoļska redīgētā atlantā klimatiskās kartes ir darinātas vienādlielajā Aitova projekcijā. Tas dod iespēju salīdzināt zemes lodes dažādu klimatisku apgabalu laukumiskās platības. Amerikas Guda atlantā klimatiskās kartes ir sniegtas jau divās projekcijās; Guda ekvatoriālajā vienādlielajā un Lamberta vienādlielajā polārā projekcijā. Šinī gadījumā zemes lodes klimatisko īpatnību izpratne jau var būt pilnīgāka, jo mēs šeit raugamies uz globu ikkā no diviem viedokļiem; no ekvatora puses un no pola puses.

Dialektiskā+geografijas studēšana prasa dažādu redzes viedokļu pielietošanu vienas un tās pašas parādības novērošanā. Tāpēc, lai izskatāmāki un pilnīgāki sev stādīties priekšā kādas zemes klimatisko apgabalu savstarpējās attiecības ar citiem zemes lodes klimatiskiem apgabaliem, ir nepieciešami izvēlēties vēl trešo redzes viedokli globa novērošanai - un proti - lai mūs interesējošā zeme būtu puslodes kartes centrā. Šim nolūkam ir jākonstruē attiecīgā vienādlielā horizontālā projekcija.

No pievestiem piemēriem skaidrs, ka ir vēlams izvēlēties un lietot dažādu projekciju kompleksu pilnīgai dialektiskai dažādu geografisko parādību studijai.

PROJEKCIJU NOTEICĪJIS.

Kaut arī to projekciju skaits, kuras mēs esam apsaktījusi ir neliels, tomēr viņu noteikšana uz kartēm, kad mums vēl nav lielas prakses, ir diezgan pagrūta. Lai šo uzdevumu atvieglotu, mēs varam sastādīt īsu projekciju noteicēju. Viņš sastāv no vairākām tabulām. Pirmā tabula palīdz ^{konstatēt} pie kādu projekciju grupas pieder mūs interesējošais grādu tīkls.

Šī tabula ir konstruēta tā, kā parasti ir konstruēti minerālu, augu un dzīvnieku grupu noteicēji.

Tabula sastāv no pakāpēm, pakāpju numuri atzīmēti kreisajā pusē. Katra pakāpe sastāv no divām daļām, no tezes un no antitezes.

Teze apzīmēta ar ciparu, antiteze ar nulli. Tezē sniedz tīkla grupas pamatpazīmes, bet antitezē norādītas pretējās pazīmes, kas īpatnas citu tīklu grupām.

Tezes un antitezes beigās ir cipari, kas norāda pakāpes numur kur jāgriežas, lai turpinātu projekcijas noteikšanu, Ja tezē un antitezē ievietotās pazīmes pilnīgi raksturo tīklu, tad projekcijas grupas nosaukums ir dots šinī pakāpē un aizrādīts uz tabulu pie kuras jāgriežas, lai turpinātu projekcijas nosaukuma meklēšanu.

Piemērs: noteikt projekciju, kurā sastādīta ievietotā pamatskolu 1937.gada atlantā fiziskā puslodes karte.

Mēs lasam tabulas pirmo tezi un, iepazīlušies ar tīkla veidu, redzam, ka pazīmes, kas aprakstītas tezē, nesakrīt ar mūsu tīkla pazīmēm, bet tās sakrīt ar pazīmēm, kas minētas antitezē. Antiteze mūs noraida uz otro pakāpi.

Otrā pakāpe sniedz pazīmes, kādas mēs neatrodam mūsu kartē. Tad mēs lasam antitezē un redzam, ka antitezes pazīmes sakrīt ar mūsu kartes tīkla pazīmēm.

Antiteze noraida mūs uz trešo pakāpi. Trešās pakāpes antitezē atkal ir pazīmes, kas sakrīt ar mūsu kartes pazīmēm. Šoreiz antiteze mūs noraida uz sesto pakāpi.

Sestās pakāpes pazīmes, kādas mēs atrodam tezē, sakrīt ar kartes pazīmēm. Šī teze noraida uz septīto pakāpi.

Beidzot, septītā pakāpē mūsu darbs beidzās, jo tezes pazīmes sakrīt ar mūsu kartes tīkla pazīmēm un šis tīkls pieder pie ekvatoriālo projekciju grupas.

Tagad darbs jāturpina tādā pat garā, bet jau septītā tabulā mēs lasām pirmo tezi un tanī norādītās tīkla pazīmes salīdzinām ar mūsu kartes tīkla pazīmēm.

Visas tezes pazīmes atrodam arī uz mūsu kartes tīkla. Pirmā teze noteic tīklu. Tā ir globulārā Arrausmita (nikolasi) projekcija. Ar to beidzas tīkla noteikšanas darbs.

Tādi vingrinājumi tīkla noteikšanā pieradina pie to ārējo morfoloģisko pazīmju apgūšanas

TABULA I. Projekciju grupu noteikšana.

Teze 1. Visi meridiāni un paralēles - taisnes, kas krustojas zem taisniem līņiem atstatumi starp meridiāniem vienāddieli.

Cilindriskās projekcijas - tabula II.

Antiteze: 0. Meridiāni un paralēles dažādas formas 2
2. Visas paralēles taisnes, meridiāniem dažādas izlieces loku forma, vidējais meridiāns taisne.

Pseudocilindriskās projekcijas - tabula III.

0. Paralēlēm loku forma 3

3. Paralēles - koncentriski loki, t.i. atstatumi starp blakus paralēlēm vienāddieli 4

0. Paralēles nav koncentriski loki, t.i. atstatumi starp tām nevienādi, pie kartes ietveres (rāmja) atstatumi starp paralēlēm palielinās 6

4. Visi meridiāni taisnes, kas tuvinās vienā otrai pie kartes ietveres vai saistās pola punktā 5

0. Meridiāni - loki, tikai vidējais meridiāns taisne. Pseudokoniska Bonna projekcija.

5. Meridiāni taisnes, kas tuvojās vienā otrai pie kartes zīlietveres, meridiānu tuvošanās līķis (δ) mazāks par garumu starpību (q) starp blakus meridiāniem.

Koniskās projekcijas - tabula IV.

0. Tuvošanās līķis (δ) starp blakus meridiāniem vienāddiels arumu starpībai (q), meridiāni - taisnes, kas savstarpēji tuvojas pola punktā, kas guļ kartes centrā. Polārās projekcijas - tabula V.

6. Ekvators un vidējais meridiāns taisnes, pārējie meridiāni loki 7

0. Ekvators - loks, kartes pols atrodās starp periferiju un centru, vidējais meridiāns-taisne.

Horizontās projekcijas - tabula VI.

7. Kartes ārējais meridiāns - aploce. Ekvatoriālās projekcijas - tabula VII.

0. Kartei dažāda forma; apaļa, ovāla, zvaigžņveidīga. Patvaļīgās atvasinātās projekcijas - tabula VIII.

TABULA II. Cilindriskās projekcijas.

1. Atstatumi starp paralēlēm vienādieli;
a) sūņņas kvadratu - kvadratā projekcija
b) sūņņas taisnleņķīgās - taisnleņķainā Anaksimandra projekcija.

0. Atstatumi starp paralēlēm dažādi2

2. Atstatumi starp paralēlēm samazinās sākot no ekvatora polu virzienā;

a) sūņņas pie ekvatora gandrīz kvadratformas, pie poliem sūņņas pieņem izstieptu gar paralēlēm formu, jo paralēles savstarpēji tuvojās pie poliem. Izocilindriskā Lamberta projekcija.

b) sūņņas pie ekvatora taisnleņķainas formas - paralēles pie poliem savstarpēji mazāk tuvojās, nekā izocilindriskajā Bērmana projekcijā.

0. Atstatumi starp paralēlēm palielinās no ekvatora polu virzienos 3

3. Atstatumi starp paralēlēm pie ekvatora pamazām palielinās polu virzienā.

Paralēles 70° - 80° platumā 1/2 reiz atstatākas viena no otras, nekā pie ekvatora (0° - 10°). Galvenais mērogs uz 30° platumā. Kolla projekcija.

0. Atstatumi starp paralēlēm stipri palielinās kartes piepo-
lārā daļā 4

4. Pie paralēles ar 60° platumā atstatumi starp paralēļu grā-
diem divkārt lielāki par atstatumu starp garumu grādiem.

Atstatums no 60° paralēles līdz polāram lokam uz kartes ir vie-
nādiels gandrīz 15° geogr. garumam. Galvenais mērogs uzglabājās pa
kvatoru.

Polārā līnija iztrūkst - Merkatora projekcija.

TABULA III. Pseidocilindriskās projekcijas.

1. Atstatumi starp paralēlēm gar vidējo meridiānu vienādieli.
Pansona projekcija.

0. Atstatumi starp paralēlēm neievērojami mazinās polu virzie-
s2

2. Grādu tīkls visai zemes lodei ar ovalu formu, vai sastāv no

čivām
uslodēm. Molveides projekcija.

0. 90° paralēles īsāka par pārējām paralēlēm, meridiāni nesastāpjas vienā kopējā pola punktā, bet atspiežas polārā līnijā (vispārējais, vispasaules kartes veids - mucveidīgs). Ekkerta projekcija.

TABULA IV. Koniskās projekcijas.

- 1. Atstatumi starp paralēlēm vienādlieli. Vienādatstarpotā projekcija.
 - 0. Atstatumi starp paralēlēm dažādi 2
 - 2. Atstatumi starp paralēlēm kartes vidū gandrīz vienādlieli, periferija vāji palielinās. Koniskā šķeļošā projekcija.
 - 0. Atstatumi starp paralēlēm vāji mainās, sākot no zemes vidējās paralēles 3
 - 3. Atstatumi starp paralēlēm vidējās paralēles polu virzienos vāji mazinās. Vienādlielā projekcija.
 - 0. Atstatumi starp paralēlēm no vidējā paralēles vāji palielinās kartes ziemeļu un dienvidu virzienos. Konformā Gauusa projekcija.

TABULA V. Polārās projekcijas.

- 1. Atstatumi starp paralēlēm vienādlieli. Posteļa projekcijas.
 - 0. Atstatumi starp paralēlēm dažādi 2
 - 2. Atstatumi starp paralēlēm palielinās no pola uz periferiju 3
 - 0. Atstatumi starp paralēlēm samazinās no pola uz periferiju 4
 - 3. Atstatumi starp paralēlēm stipri palielinās no pola uz periferiju. Ekvators nevar būt attēlots uz kartes. Centrālā projekcija.
 - 0. Atstatumi starp ^{paralēlēm} projekcijām vāji palielinās no pola uz periferiju. Pie pola atstatumi starp paralēlēm gandrīz divreiz mazāki nekā pie ekvatora. Stereografiskā projekcija.
 - 4. Atstatumi starp paralēlēm stipri tuvinās pie ekvatora. Stereografiskā projekcija.
 - 0. Atstatumi starp paralēlēm vāji samazinās no pola uz ekvatoru. Vienādlielā Lamberta projekcija.

TABULA VI. Horizontās projekcijas.

- 1. Atstatumi starp paralēlēm gar vidējo meridiānu palielinās no centra uz periferiju. Stereografiskā projekcija.
 - 0. Atstatumi starp paralēlēm gar vidus meridiānu samazinās no centra uz periferiju 2

2. Atstatumi starp paralēlēm stipri tuvinās kartes perifērijā. Stereografiskā projekcija.

0. Atstatumi starp paralēlēm vāji samazinās no centra uz perifēriju gar vidējo meridiānu. Azimutālā Lamberta projekcija.

TABULA VIII. Ekvatoriālās projekcijas.

1. Atstatumi starp meridiāniem gar ekvatoru vienādlieki, atstatumi starp paralēlēm gar vidējo un ārējo meridiānu vienādlieki. Polbulārā jeb Arčousmita (nikolasi) projekcijas - patvaļīgā.

0. Atstatumi starp meridiāniem mainās pa ekvatoru 2

2. Atstatumi starp meridiāniem pa ekvatoru palielinās no centra uz perifēriju, pie ārējā meridiāna šie atstatumi gandrīz divkāršojas. Stereografiskā projekcija.

0. Atstatumi starp meridiāniem samazinās no centra uz perifēriju.

3. Atstatumi starp meridiāniem pakāpeniski un vāji samazinās no centra uz perifēriju. Azimutālā vienādlaukumiskā Lamberta projekcija.

0. Atstatumi starp meridiāniem stipri samazinās kartes perifērijā. Ortografiskā projekcija.

TABULA VIII Patvaļīgās un atvasinātās projekcijas.

1. Kartes tīkls reprezentē nepārtrauktu, nesaraustītu zemes virsmas attēlu ovāla vai apļa veidā 2

0. Tīkls sarauts un sastāv no atsevišķiem gabaliem dažādiem vietotiem 4

2. Tīklam ovāla forma, meridiāni un paralēles dažādas izliektas loki, atstatumi starp meridiāniem vāji samazinās pa ekvatoru no centra uz perifēriju. Aitova projekcija.

0. Tīkla vispārējais veids - apalš 3

3. Atstatumi starp paralēlēm gar vidējo meridiānu palielinās no ekvatora uz poliem, atstatumi starp meridiāniem gar ekvatoru vienādlieki. Grintena projekcija.

0. Atstatumi starp paralēlēm gar vidējo un ārējo meridiānu vienādlieki. Atstatumi starp meridiāniem pa ekvatoru arī vienādlieki. Polbulārā projekcija

4. Atsevišķi, atrauti tīkla gabali polāros apgabalos norādīti ar taisni, tie ir itkā apgriesti - Ekkerta, pēc Gūda metodes, saraustā projekcija.

0. Atsevišķu, sarauto gabalu meridiāni saietas vienā pola punktā.

5. Kartes atsevišķo gabalu meridiāni polos ieapaļas formas - Polveides projekcija, kas sarauta pēc Gūda metodes.

0. Kartes atsevišķie gabali polos ar ieasu formu - Sansona projekcija, sarauta pēc Gūda metodes.

UZDEVUMI UN VINGRINAJUMI.

Vispirms pensin vērā sekojošus jaunus datus par Zemes izmēriem, aprēķināti mūsu Padomju Savienības Centrālajā geodezijas, aerouzme- un Kartografijas zinātniski-pētnieciskajā institūtā 1940 gadā un ir i-
iprināti ar 7. aprīļa 1946 gada dekretu:

a - lielā pusass (ekvatora rādijs)	= 6.378.245 m.
b - mazā pusass (pusē no Zemes ass)	= 6.356.863 m.
a - b- pusāšu starpība	= 21.382 m.
p - saspiede (vienādliela pusāšu starpībai dalītai uz lielo pusēsi = $\frac{a-b}{a}$)	= $\frac{1}{298,3}$

Meridiāna ceturtdaļas garums = 10.002.137 m.

Ekvatora garums = 40.075.704 m.

Tādi ir Padomju Savienības sferoīda elementu izmēri.

gadījumos, kad Zemi pieņem par sferu (kārtneju bumbu, kuras rādijs nemainās) vienādlielu sferoīdam, viņas rādijs garums ir 6.371.110 m.

Šie dati nedaudz atšķirās no Beseļa sferoīda datiem.

Varētu tos salīdzināt mēs pievadam pielikumā abas paralēļu un meridiānu loku garumu tabulās Beseļa un Padomju Savienības (Krasovska - Gromova).

1. Kā noteikt globa mērogu?

Bieži vien uz globa mērogs nav minēts. Tomēr to uzziņāt nav grūti. Ja mums ir diegu vaj aukliņu, kas ir stingra un kas daudz nestiepjās, un to mēs dalīsim ar milimetru dalījumiem. Izmērīsim globa ekvatora garumu milimetros un dalīsim to uz ekvatora garumu dabā arī milimetros. Rezultatā mēs saņemsim globa skaitlisko mērogu. Zinot lineāro skaitlisko mērogu, nebūs grūti, ja vajadzīgs, pacelt to kvadrātā un dabūt arī laukunisko skaitlisko mērogu.

Lai globa ekvatora garums būtu 1336 mm. Ekvatora garums dabā ir 40.075.704 m., vaj 40.075.704.000 mm. Tā tad, lineārais skaitliskais mērogs būs

$$\frac{1336}{40.075.704.000} \quad \text{vaj} \quad \frac{1}{29.996.784}$$

Šis parasti izgatavo apaļos mēroga skaitļos. Dabūtais neapaļais mērogs izskaidrojams ar mūsu globa ekvatora mērijuma neprecizitāti. Ja pieņemot to, mēs dabūsim globa skaitlisko mērogu galīgā veidā

$$\frac{1}{30.000.000} \quad \text{vaj} \quad 1 \text{ cm} = 300 \text{ km.}$$

Šī globa laukummērogs bus

$$\left(\frac{1}{30.000.000}\right)^2 = \frac{1}{900.000.000.000.000} \quad \text{vaj} \quad 1 \text{ cm}^2 = 90.000 \text{ km}^2.$$

2. Globa skaitlisko mērogu var noteikt arī salīdzinot meridiāna, paralēles loka garumu noteiktu grādu robežas uz globa (tāpat uz kar) ar atbilstošā loka garumu dabā.

Pieņemsim, ka globa 60-tā platuma paralēles loks ir 10 grādu garums. Mēram šos 10° uz globa un atrodam, ka tiem atbilst 2,2 cm. Tā tad, paralēles 1° grādam atbilstīs 2,2 mm. Reģanies tabulā I un atrodam, ka 60-tas paralēles 1° garums dabā ir 55,801 m, jeb 55.801.000 mm. No tā izriet ka šī globa mērogs ir

$$\frac{2,2}{55.801.000,0} \quad \text{vaj} \quad \frac{1}{25.368.099...} \quad \text{vaj noapaļoti}$$

$$\frac{1}{25.000.000}$$

Šī globa laukums būs

$$\left(\frac{1}{25.000.000}\right)^2 = \frac{1}{625.000.000.000.000} \quad \text{vaj } 1\text{cm}^2 = 62.500 \text{ km}^2 = (250 \text{ km})^2.$$

3. Zemes saspiede nav liela. Citiem vārdiem, matemātiskā Zemes formasferoīds) nav atšķirās no sfēras formas. Tāpēc, darinot sīkmērogkartes, tā pieņem par sferu. Aprēķiniet viena platuma grāda videjo garumu šādā veidā, iznantojot pirmā un pēdējā platuma grādu garumu pēc Krasovska un Besela sferoīdu attiecīgām tabulām.

Krasovska pirmā platuma grāds ir 110.576 m, bet pēdējā—111.695 m.
Besela " " " " 110.564 m, " " " " 111.680 m.

4. Kā noteikt uz globa teritoriju laukumiskos lielumus, kuru kontūras apzīmētas? Te var būt runa par kontinentu, okeanu, jūru, salu, atsevišķu valsti u.t.t. laukumiskām platībām.

Šādas platības aptuvenis var noteikt nemaz negriežot vērību uz globa mērogu. Pietiek ja izlietojam geografiskā tīkla šūniņu (trapežu) laukumu lielumus. Šo trapežu laukumi jostās starp divām kaimiņparalēlēm ir gandrīz vienādi un mainās tikai pārejot uz citu joslu. Paralēles uz globa, parasti, tiek vilktas ik pa 10°. Bet meridiānus velk vaj nu ik pa 10° vai ik pa 15°. Tāpēc šeit ievietotā tabulā ir parādīti grādu tīkla trapežu laukumiskie lielumi abiem variantiem.

Platumu joslas	Trapežu laukumi ar 10° garumu starpību kv.km.	Trapežu laukumi ar 15° garumu starpību ks.km.
ap 0° un 10° garuma	1225 tūkst.	1837 tūkst.
10° " 20° "	118 "	1783 "
20° " 30° "	1117 "	1675 "
30° " 40° "	1012 "	1517 "
40° " 50° "	875 "	1313 "
50° " 60° "	712 "	1067 "
60° " 70° "	525 "	788 "
70° " 80° "	322 "	483 "
80° " 90° "	109 "	163 "

lai noteiktu kādas teritorijas laukumisko platību, saskaitīsina cik veselu trapežu un to daļu ietilpst aprēķinānās platības robežās, atsevišķi, katrā joslā, pie kam trapežu daļu, kas ietilpst šinī platībā, lielums noteic pēc acunēra trapezes desmitdaļās.

Pieņemsin, ka uz mūsu globa paralēles ir vilktas šķ pa 10°, bet meridiāni ik pa 15°. Mums jānoteic Afrikas laukumiskais lielums. Raugoties uz globu, konstatējam cik veselu un cik nepilnu trapežu ietilpst katrā Afrikas platuma joslā. Dabonam sekojošus rezultatus.

Tā kā trapezes, kas guļ starp tām pašām paralēlēm abās ekvatora pusēs, ir vienāda lieluma, tad rakstam uzreiz datus attiecošus uz abām puslodēm:

starp abu pusložu	30°	un	40°	paralēlēm ir	1,4	trapezes
" " "	20°	"	30°	" " "	4,5	"
" " "	10°	"	20°	" " "	5,6	"
" " "	0°	"	10°	" " "	5,2	"

Tagad, iznantojot šeit ievietoto tabulu, izskaitļosin katras Afrikas zonas (joslas) kvadrātūru un tās saliksain kopā:

starp 0° un 10°	platumu	1837000	+ 5,2 =	9.552.400	km ²
" 10° " 20°	"	1783000	+ 5,6 =	9.984.800	"
" 20° " 30°	"	1675000	+ 4,5 =	7.537.500	"
" 30° " 40°	"	1517000	+ 1,4 =	2.123.800	"

Kopā 29.198.500 kv.km., jeb

noapaļoti 29.200.000 km².

5. Laukuniskās platības uz globa var noteikt arī ar paletes palīdzību. Šinī gadījumā globa (vaj kartes) mērogs ir jāzin. Ar paletes teoriju mēs esam jau iepazinušies. Mums ir jāsaskaita kvadrācentimetru, kas ietilpst aprēķinānās teritorijas robežās, skaits. Ja teritorija nav liela un ja viņa nav sevišķi izstiepta, tad globa sferiskums netraucēs tikoties ar paleti. Bet ja teritorija ir plaša, pienēram, ja mums ir darīšana ar visu plašo Padonju Savienības teritoriju, jeb ar kādu no kontinentiem, tad mērīšana ar paleti jāizved, saskaldot teritoriju daļās. Teritorijas sadale šinī gadījumā jāizdara, iznantojot meridiānu un paralēļu virzienus. Dabutie teritorijas atsevišķo daļu mērījumu rezultāti jā-saskaita. Laukuniski mērījumi ar paletes palīdzību dos labus rezultātus uz globa vaj plāna, kur mērogs visos punktos un virzienos ir viens un tas pats. Bet ar paletes pielietošanu sīkmērogu karšu laukumu mērījumiem jābūt uzmanīgiem, jo šādu karšu mērogs ir nainīgs, sevišķi karšu malās.

6. Punkta geografisko koordināšu noteikšanai uz globa lietojam tos pašus paņēmienus, kādus lietojam uz lielmērogu topografiskās kartes.

Spirms ar cirkļa un milimetrlineāla palīdzību izmēram atstatumus:

a) no mūs interesējošā punkta līdz tuvākai paralēlei ekvatora virzienā
 b) starp abām paralēlēm, starp kurām atrodās punkts. Pēc tam, uz doto rezultātu panāta, aprēķinām, par cik grādiem noteicamā punkta geografiskais platums ir lielāks par tuvākās no viņa paralēles ekvatora virzienā. Pieliekot pie šīs paralēles platuma dabūto tādā veidā grādu skaitu, dabūsim noteikamo punkta geografisko platumu. Tādā pat ceļā atradīsim arī punkta geografisko garumu. Izmērīsim atstatumus: a) no noteicamā punkta līdz tuvākai Grinvice virzienā meridiānam un b) starp meridiāniem, kas atrodas noteicamam punktam. Pēc tam, izmantojot proporciju, aprēķināsim par cik grādiem punkta geografiskais garums lielāks par tuvākā Grinvice virzienā meridiāna garumu. Pieliekot pie tikko minētā meridiāna garuma dabūto grādu skaitu, dabūsim punkta geografisko garumu.

Mēs zinām, ka Stalīnabada geografiskās koordinātas uz globa, kura mērogs ir 1:50000000 ar paralēlēm ik pa 10° un meridiāniem ik pa 15° . Raugoties uz globu, atrodam, ka Stalīnabada atrodas trešajā, nodalītā dienvidos ar 30° ziemeļplatuma paralēli, bet rietumos ar austrungaruma meridiānu. Zīmējam pārādīts šīs trapēzes schematiskais tēls un uzrakstīti tās paralēļu platumi un meridiānu garumi. Stalīnabada vieta apzīmēta ar punktu M. Novilkām Stalīnabadas meridiānu AD un paralēli CD. Ar milimetrlineālu palīdzību izmērīsim (ar precizitāti līdz 0,5 mm) loku BM. Tās būtu 19 mm. Izmērīsim meridiāna 10° loku AB. Tas būtu 22 mm. Tagad, ar proporcijas palīdzību, aprēķināsim kāds grādu platums punktam M, t.i., par cik grādiem Stalīnabada geogr. platums ir lielāks par 30° paralēles platumu:

$$\begin{array}{r} 22^{\circ} \\ 19 \end{array} \begin{array}{c} - \\ - \end{array} \begin{array}{c} 10^{\circ} \\ x^{\circ} \end{array} \quad x = \frac{19 \cdot 10}{22} = 8,6$$

Tā kā mēs mērījuma precizitāti pieņemam līdz 0,5, tad šo rezultātu noapaļosim līdz $8^{\circ},5$. No tā izriet, ka Stalīnabadas platums būs $38^{\circ},5$.

Punkta M geografiskā garuma noteikšanai, izmērīsim CM. Lai tas būtu 15,5 mm. Mēram tagad CD. Lai tas būtu 26 mm. Sastādam proporciju:

$$\begin{array}{r} 26 \\ 15,5 \end{array} \begin{array}{c} - \\ - \end{array} \begin{array}{c} 15^{\circ} \\ x^{\circ} \end{array} \quad x = \frac{15 \cdot 15,5}{26} \approx 8^{\circ},9$$

Jeb noapaļojot, $x = 9^{\circ}$.

Stalīnabadas geografiskais garums, tā tad, vienliels 69° .

Patiesībā Stalīnabadas geografiskās koordinātas ir:

platums - $38^{\circ}35'$, bet garums - $68^{\circ}47'$.

7. Deformāciju aprēķini.

Lietojot geografisko karti, jāprot noteikt ikkatra geografiskā objekta (salas, jūras, ezera u.t.t.) deformācijas apmērus, lai pēc kartes

deformētā attēla varētu spriest par objekta īstiem izmēriem un formu.

Ko lai mēs pieņemam par deformēto līniju, laukumu, lenķu un for-
mēru un kā lai parādam noteiktas kartes robežās šo deformējumu izvietot-
ā?

Lineāras deformācijas kurā katrā kartes punktā mēs mērojam ar
alternatīvo lineāro mērogu palīdzību pa galveniem virzieniem, t.i., pa
punkta deformāciju elipses ašu virzieniem. Šinī gadījumā mēs pieņemam
galveno mērogu, t.i., tā saucamo, nulles deformāciju apgabala mērogu par
lielu vienībai. Tas arī saprotami, jo, lai raksturotu lineāro deforma-
ciju kādā kartes punktā, ir jāzin cik kārtīgi lineārais mērogs šinī punktā
lielāks vai mazāks par galveno mērogu.

Zinot galvenā mēroga lielumu un viņa attiecību pret fakultatīvo,
grūti rast pēdejā absolūto lielumu. Ja, piemēram, galvenais mērogs
1:40.000.000, t.i., 1 centimetrī 400 km., bet mūs interesejošā punktā
alternatīvais mērogs ir 2, tad viņa absolūtais lielums būs 1:20.000.000,
t.i., 1 centimetrī 200 km., ja, turpretim, fakultatīvais mērogs būs 1,26,
tad viņa absolūtais lielums būs 1:31.746.032, t.i., 1 centimetrī, aptuveni
317 km.

Par laukumisko deformāciju mēru pieņem dotā punkta laukumisko
mērogu, pie kam galvenais laukumiskais mērogs arī šinī gadījumā tiek pie-
ņemts par vienību.

Par lenķiskās deformācijas mēru pieņem lenķisko starpību starp
interesejošo lenķi uz zemes virsas dabā un tam atbilstošo lenķi uz
kartes. Bet ko lai skaitam par lenķiskās deformācijas mēru kādā punktā?
Katrā punktā mēs varam iedomāties vairākus dažādus lenķus, kuru malas
atrodas dažādos virzienos; bet no šo malu virziena ir atkarīga lenķa deforma-
cija uz kartes. Zīmejumā () ir parādīta kāda bezgalmaza aploce dabā un
attēlojošā deformāciju elipse uz kartes. Pateicoties šīs elipses iz-
teiktībai virzienā mn, rādijs EO, pārejot, no sfēras uz plakni, pagriezī-
ties pa labi, ienems stāvokli eo un palielinās lenķis EOF. Tanī pat laikā
rādijs OF tāpat pagriezīsies pa labi, ienems stāvokli of un vēl reiz pali-
nās lenķis EOF. Pateicoties apstāklim - lenķis EOF, pārvēršoties savā
stāvoklī, stipri deformēsies. Tāpat stipri deformēsies arī lenķis FOH, pār-
veidojoties lenķī foh, jo katras tā malas - OF un OH - pārvietošanās - sa-
vērtina lenķi FOH. Bet lenķis FOH, pārvēršoties par eoh uz kartes deformē-
ties mazāk, jo viņa vienas malas pārvietošanās lenķi palielina, bet otras-
mazina. To pašu var teikt attiecībā uz lenķi EOL, kurš pārvēršās par
lenķi eol.

No pārrunātā piemera redzams, ka lenķa deformācijas lielums pie-
ņemas pārejas no zemes virsas uz plakni, atkarīgas no viņa malu virziena.

dotā punktā tādi lenķi, kuru lielums deformēsies mazāk nekā citu, nedeformēsies nemaz, vaj, obrādi, šinī pat punktā var būt tādi lenķi, kuru lielums deformēsies vairāk nekā visu citu lenķu lielums šinī punktā.

Par lenķu deformācijas mērauklu pieņem lenķu maksimālo deformāciju dotā punktā.

Visus šos deformācijas veidus kartografijā apzīmē ar:

a - maksimalais mērogs (maksimālajā galv.virzienā) $\frac{om}{OM}$

b - minimālais mērogs (minimālajā galv.virzienā) $\frac{od}{OD}$

p - laukumiskais mērogs

α - maksimālā lenķu deformācija

$\frac{a}{b}$ - formu deformācijas koeficients

Tanī pat zīmējumā redzams, ka formu deformācija būs jo lielāka, jo vairāk elipses asis atšķiras viena no otras. Tāpēc par formas deformācijas koeficientu var pieņemt $\frac{a}{b}$. Ja $a=b$, tad bezgalmaza aploce tēlosies aploce ($\frac{a}{b} = 1$). Jo vairāk a atšķirsies no b , jo vairāk daļskaitlis atšķirsies no vienības.

Ja, piemēram, maksimalais (fakultatīvais) mērogs dotā punktā būs $a=2$, bet minimālais $b=\frac{1}{2}$, tad konturas šinī kartes vietā maksimālā virzienā būs divkārtīgi izstieptas un, turklāt, perpendikālā virzienā - divkārt saspiestas. Tādā kārtā, uz kartes konturas, zem divu fakultatīvo ietekmes, būs formas ziņā, salīdzinot ar to īstām kontūrām dabā, četrkārtīgi deformētas. Šo rezultātu dod koeficients $\frac{a}{b}$. Un, patiesi, $\frac{a}{b} = \frac{2}{0,5} = 4$.

Deformāciju izvieti, kartes robežās, varam demonstrēt deformāciju tabulās. Viņās varam sniegt a , b , p , α un $\frac{a}{b}$ skaitliskās nozīmes visiem meridiānu un paralēļu krustošanas punktiem. Tāda tabula austrumu un rietumu puslodes kartēm, kas konstruētas Lamberta vienādlielajā azimutālajā ekvivalēnālā tīklā un kas ir izdotas lietošanai skolās, ir ievietotas grāmatas beigās.

Kāda ģeografiska objekta deformāciju lielumu var aprēķināt pēc tādas tabulām, ņemot priekš tam mūs interesejošam objektam vistuvāko meridiāna un paralēles krustojuma punktu.

Tā, lai noteikta Kaspijas jūras attēla deformāciju kompleksu uz šīs zemes, mēs ņemam 40° ziemeļplatuma paralēli un 50° austrungaruma meridiānu, skaitot no Grinvičas. No tabulas redzams, ka šo koordināšu krustojuma deformācijas būs:

$$a = 1,078, \quad b = 0,92 \quad p = 1,000, \quad \alpha = 8^\circ,38' \quad \text{un} \quad \frac{a}{b} = 1,16.$$

Šādas deformācijas varam pieņemt kā raksturojošas Kaspijas jūras attēla uz šīs zemes puslodes kartes.

Starp citu, pēc $\frac{a}{b}$ varam teikt, ka Kaspijas jūras attēls ir izstiepts divkārtīgi, salīdzinot viņas īsto formu dabā.

Par nožēlošanu, pašreiz izdodamās ģeografiskajās kartēs vēl nav iesusies tradīcija pielikt pie kartes tās deformāciju tabulu.

Deformāciju izvieti kartes robežās var parādīt arī grafiskā ceļā un, saucamo, izokolu palīdzību. Kā zināms, šīs izolīnijas savieno uz kartpunktus ar vienādiem deformējumiem. No tā izriet, ka var būt: lenķu deformējumu izokolas, līniju deformējuma, laukumu deformējuma, vai, beid, formu deformējumu izokolas.

PARALĒĻU UN MERIDIĀNU 1^o LOKA GARUMS IK PA VIENAM PLATUMA
GRĀDAM UZ PADOMJU ELIPSOIDA, KAS PIEŅEMTS 1940. GADĀ.

Platums	Paralēles 1 ^o loka		Paralēles 1 ^o loka		Meridiana 1 ^o loka		Meridiana 1 ^o loka	
	garums geogr. garumā metros	Platums	garums geogr. garumā metros	Platums	garums geogr. platumā metros	Platums	garums geogr. platumā metros	
0	111321							
	111305	11	109289	0 ^o -1 ^o	110576	10-11	110613	
	111254	12	108904	1 -2	110577	11-12	110620	
	111170	13	108487	2 -3	110579	12-13	110629	
	111052	14	108036	3 -4	110580	13-14	110636	
	110901	15	107552	4 -5	110583	14-15	110646	
	110716	16	107036	5 -6	110587	15-16	110656	
	110497	17	106488	6 -7	110590	16-17	110666	
	110245	18	105907	7 -8	110596	17-18	110676	
	109960	19	105294	8 -9	110600	18-19	110689	
	109641	20	104649	9 -10	110607	19-20	110700	
0	103972	56 ^o	62394	20 ^o -21 ^o	110712	55 ^o -56 ^o	111335	
	103264	57	60773	21 -22	110726	56 -57	111353	
	102524	58	59134	22 -23	110739	57 -58	111370	
	101756	59	57476	23 -24	110753	58 -59	111388	
	100952	60	55801	24 -25	110767	59 -60	111406	
	100119	61	54108	25 -26	110783	60 -61	111423	
	99527	62	52399	26 -27	110797	61 -62	111439	
	98364	63	50674	27 -28	110814	62 -63	111455	
	97441	64	48933	28 -29	110829	63 -64	111472	
	96488	65	47176	29 -30	110846	64 -65	111487	
	95506	66	45405	30 -31	110863	65 -66	111502	
	94495	67	43621	31 -32	110880	66 -67	111516	
	93455	68	41822	32 -33	110898	67 -68	111531	
	92386	69	40011	33 -34	110915	68 -69	111544	
	91290	70	38187	34 -35	110934	69 -70	111558	
	90165	71	36352	35 -36	110951	70 -71	111570	
	89013	72	34505	36 -37	110971	71 -72	111582	
	87834	73	32647	37 -38	110989	72 -73	111594	
	86628	74	30780	38 -39	111007	73 -74	111605	
	85395	75	28902	39 -40	111027	74 -75	111615	

	Paralēles 1° loka garums geogr. garumā metros	Platums	Paralēles 1° loka garums geogr. garumā metros	Platums	Meridiana 1° loka garums geogr. platumā metros	Platums	Meridiana 1° loka garums geogr. platumā metros
1°	84137	76°	27016	40°-41°	111047	75°-76°	111625
2	82852	77	25122	41 -42	111065	76 -77	111634
3	81542	78	23219	42 -43	111085	77 -78	111643
4	80208	79	21310	43 -44	111104	78 -79	111651
5	78848	80	19394	44 -45	111124	79 -80	111658
6	77465	81	17472	45 -46	111144	80 -81	111665
7	76057	82	15544	46 -47	111163	81 -82	111671
8	74627	83	13612	47 -48	111182	82 -83	111677
9	73173	84	11675	48 -49	111202	83 -84	111681
0	71697	85	9735	49 -50	111221	84 -85	111686
1	70199	86	7791	50 -51	111241	85 -86	111689
	68679	87	5846	51 -52	111260	86 -87	111691
3	67138	88	3898	52 -53	111278	87 -88	111694
4	65577	89	1949	53 -54	111298	88 -89	111695
5	63995	90	0000	54 -55	111316	89 -90	111695

Deformācijas austrumu un rietumpusložu kartēs, kas darinātas Lamberta azimutālā ekvatoriālā projekcijā.

a - maksimālais līniskais mērogs, b - minimālais līniskais mērogs, p - laukumu mērogs,
 - maksimālā lenķu deformācija, $\frac{a}{b}$ - formu deformācijas koeficients.

Meridi- anu garums	austrumu puslo- des	70°+	+ 60° un + 80°	+ 50° un + 90°	+ 40° un + 100°	+ 30° un + 110°	+ 20° un + 120°	+ 10° un + 130°	0° un + 140°	- 10° un + 150°	- 20° un + 160°
		110°-	-100° un -120°	- 90° un -130°	- 80° un -140°	- 70° un -150°	- 60° un -160°	- 50° un -170°	- 40° un 180°	- 30° un +170°	- 20° un +160°
0°	a	1,000	1,004	1,015	1,035	1,064	1,103	1,155	1,221	1,305	1,414
	b	1,000	0,996	0,985	0,966	0,940	0,906	0,866	0,819	0,766	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	$\frac{a}{b}$	0°00'	0°26'	1°45'	3°58'	7°07'	11°15'	16°26'	22°43'	30°11'	38°57'
10°	a	1,004	1,008	1,019	1,039	1,068	1,107	1,158	1,223	1,307	1,414
	b	0,996	0,992	0,981	0,963	0,937	0,903	0,864	0,818	0,765	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	$\frac{a}{b}$	0°26'	0°52'	2°11'	4°23'	7°30'	11°37'	16°43'	22°56'	30°19'	38°57'
20°	a	1,015	1,019	1,031	1,050	1,078	1,117	1,166	1,226	1,311	1,414
	b	0,985	0,981	0,970	0,952	0,927	0,896	0,857	0,816	0,763	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	$\frac{a}{b}$	1°45'	2°11'	3°27'	5°36'	8°38'	12°37'	17°34'	23°09'	30°41'	38°57'
30°	a	1,035	1,039	1,050	1,069	1,097	1,133	1,181	1,242	1,319	1,414
	b	0,966	0,963	0,952	0,935	0,912	0,882	0,846	0,806	0,763	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	$\frac{a}{b}$	3°58'	4°23'	5°36'	7°39'	10°33'	14°20'	19°01'	24°39'	31°17'	38°57'

40°	a	0,940	0,937	0,927	0,912	0,891	0,864	0,832	0,794	0,753	0,707
	b	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	p	7°07'	7°30'	8°38'	10°33'	12°14'	16°43'	21°01'	26°09'	32°08'	38°57'
	dia	1,13	1,14	1,16	1,20	1,26	1,34	1,45	1,58	1,76	2,00
50°	a	1,103	1,107	1,117	1,133	1,158	1,190	1,226	1,280	1,341	1,414
	b	0,906	0,903	0,896	0,882	0,864	0,841	0,816	0,781	0,746	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	dia	11°15'	11°37'	12°37'	14°20'	16°43'	19°48'	23°09'	28°03'	33°11'	38°57'
60°	a	1,155	1,158	1,166	1,181	1,203	1,226	1,265	1,307	1,357	1,414
	b	0,866	0,864	0,857	0,846	0,832	0,816	0,791	0,765	0,737	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	dia	16°26'	16°43'	17°34'	19°01'	21°01'	23°09'	26°41'	30°19'	34°21'	38°57'
70°	a	1,221	1,223	1,226	1,242	1,259	1,280	1,307	1,338	1,374	1,414
	b	0,819	0,818	0,816	0,805	0,794	0,781	0,765	0,747	0,728	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	dia	22°43'	22°56'	23°09'	24°39'	26°09'	28°03'	30°19'	32°55'	35°49'	38°57'
80°	a	1,305	1,307	1,311	1,319	1,329	1,341	1,357	1,374	1,393	1,414
	b	0,766	0,765	0,763	0,758	0,753	0,746	0,737	0,728	0,718	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	dia	30°11'	30°19'	30°41'	31°17'	32°08'	33°11'	34°21'	35°49'	37°20'	38°57'
90°	a	1,414	1,414	1,414	1,414	1,414	1,414	1,414	1,414	1,414	1,414
	b	0,707	0,707	0,707	0,707	0,707	0,707	0,707	0,707	0,707	0,707
	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	dia	38°57'	38°57'	38°57'	38°57'	38°57'	38°57'	38°57'	38°57'	38°57'	38°57'
		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Paskaidrojums: lietojot Pielikuma II tabulu, ievērot, ka virzienā, pa kuru ir spēkā minimālais mērogs **b**, kurā katrā kartes punktā iet pa taisni, kas vieno šo punktu ar kartes tīkla centru, bet virziens, pa kuru ir spēkā maksimālais mērogs **a**, kurā katrā kartes p-tā ir perpendikulārs mēroga **b** virzienam.

Zemes meridiānu gradu garumi
(pēc Bessel'a)

1 gradu 1a 10°	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
km	0	m										
105,749	0	110	564	564	566	568	570	574	578	583	588	594
106,403	10		600	608	616	624	633	643	653	664	675	687
107,635	20		700	713	726	740	754	769	784	800	816	833
109,298	30		849	867	884	902	920	938	956	975	994	*013
111,195	40	111	032	052	071	090	110	129	149	168	187	207
113,097	50		225	245	264	283	301	320	338	356	373	391
114,773	60		407	424	440	456	472	487	501	515	529	542
116,020	70		555	567	578	589	599	609	619	627	635	642
116,686	80		649	655	661	665	670	673	676	678	679	680

Zemes paralēļu gradu garumi (metros)
(pēc Bessel'a)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
111307	111290	111239	111155	111037	110886	110701	110482	110230	109945
109627	109275	108890	108472	108021	107538	107022	106473	105893	105280
104635	103958	103250	102510	101740	100938	100106	99243	98350	97427
96475	95493	94482	93442	92374	91277	90153	89001	87822	86616
85384	84125	82841	81531	80196	78837	77454	76047	74616	73163
71687	70189	68670	67129	65568	63986	62385	60765	59126	57468
55793	54101	52392	50666	48926	47170	45399	43614	41816	40005
38182	36346	34500	32643	30775	28898	27012	25118	23216	21307
19391	17469	15542	13610	11673	9733	7700	5845	3898	1949

Pielikums IV

Zemes izmēri.

lā pusass (Kra- ska dati) a= 6378,245 km	Pasaules daļas un okeani	Kvadrāt- kilometri	Ciet- zemes %	Zemes virsmas %
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Europa	9970000	6,7	2,0
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Azija	44180000	29,7	8,7
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Afrika	29820000	20,0	5,9
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Ziemeļamerika	24200000	16,3	4,7
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Dienvīdamerika	17780000	11,9	3,5
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Austrālija un Okeānija	8900000	6,0	1,7
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Antarktiķa	14000000	9,4	2,7
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Cietzeme	148850000	100,0	29,2
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Klusais okeāns	180100000	49,8	35,3
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Atlantijas "	106000000	29,4	20,8
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Indijas "	75000000	20,8	14,7
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863	Pasaules jūras	361100000	100,0	70,8
ā pusass (Kra- ska dati) b= 6356,863			ūdeņu %	

Pielikums V.

Redzamā apvāršņa noliece un attālums

- novārotāja acs augstums virs jūras līmeņa, n - apvāršņa noliece, a - apvāršņa attālums

n	a	h	n	a	h	n	a	h	n	a	h	n	a
'	km	m	'	km	m	'	km	m	'	km	m	'	km
1,8	3,9	5	4,0	8,6	14	6,6	14,4	60	13,8	29,9	400	36,6	77,1
2,2	4,7	6	4,4	9,4	16	7,1	15,4	70	14,9	32,2	500	39,8	86,2
2,5	5,4	7	4,7	10,2	18	7,5	16,3	80	15,9	34,5	600	43,6	94,4
2,8	6,1	8	5,0	10,9	20	7,9	17,2	90	16,9	36,6	700	47,2	102,0
3,1	6,7	9	5,3	11,6	30	9,7	21,1	100	17,8	38,5	800	50,3	109,0
3,3	7,2	10	5,6	12,2	40	11,3	24,4	200	25,2	54,5	900	53,4	115,0
3,6	7,7	12	6,1	13,4	50	12,6	27,2	300	30,8	66,7	1000	56,3	121,0

Smaguma centrālā svārstinājums kā geografiskā platuma funkcija

būla aprēķināta pēc 1930.g. internacionāli pieņemtās Kasini (Cassini) formulas $g(\varphi) = 978,049 (1 + 0,0052884 \sin^2 \varphi - 0,0000059 \sin^2 2\varphi)$ cm/sec² (jūras līmeņa augstumā)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
978,049	051	055	063	074	088	105	125	149	171
204	237	272	310	350	394	440	489	541	594
652	711	772	836	902	969	x039	x111	x185	x260
979,338	417	497	578	661	746	831	917	x004	x000
980,180	270	359	449	539	629	720	810	900	990
981,079	x001	x077	x151	x224	x294	x362	x429	x493	x555
924	671	725	777	827	873	917	958	997	x03
982,614	094	121	144	165	182	196	207	215	22
983,055									

krundes svārsta
rums kā geogr.
at.funkcija.
mula: $L = g \cdot \pi$

Gaisa spiediens kā augstuma funkcija. Tab.aprēķ. pēc internac.augst.skālas $p = 760 (1 - \frac{0,0065 \cdot h}{288})^{5,255}$

h-augst.metros pār vietu, kur $p = 760$ mm Hg un $t = -15^\circ\text{C}$

Sausa gaisa sastāvs apakšējā troposfairā (F.A.Paneth'a dati)

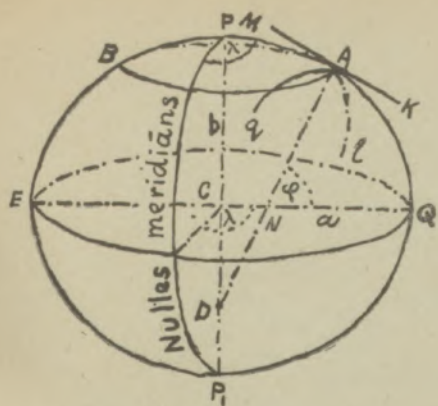
h	p	h	p	Gāze	Tilp.
m	mm Hg	m	mm Hg		
99,10	0	1000	674	Slāpekļis N ₂	78,09
99,12	100	1200	658	Skābeklis O ₂	20,95
99,16	200	1400	642	Argons Ar	0,93
99,23	300	1600	627	Oglsk.gāze CO ₂	0,03
99,31	400	1800	611	Neons Ne	1,8·10 ⁻⁴
99,40	500	2000	596	Hēlijs He	5,3·10 ⁻⁴
99,49	600	3000	526	Kriptons Kr	1·10 ⁻⁴
99,56	700	5000	405	Ūdeņradis H ₂	5·10 ⁻⁵
99,60	800	7500	237	Xsenons X	8·10 ⁻⁶
99,62	900	10000	198	Ozons O ₃	1·10 ⁻⁶
				Radons Rn	6·10 ⁻⁸

Dažu Latvijas pilsētu ģeogrāfiskās koordinātas.

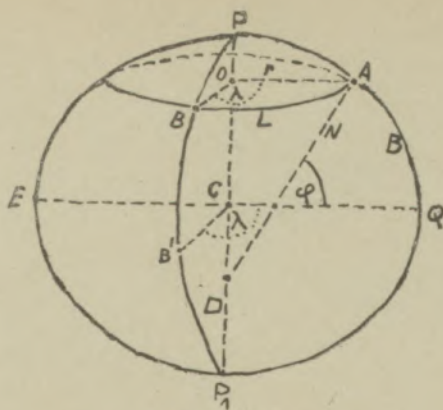
Pilsēta	φ	L	Pilsēta	φ	L
Ainaži	+ 57° 51,3	-1 ⁿ 37,4 ^m	Ogre	+ 56° 53,0	-1 ⁿ 41,9 ^m
Aizpute	+ 56 43,3	-1 26,4	Piltene	+ 57 13,4	-1 26,7
Alūksne	+ 57 25,6	-1 48,2	Preiļi	+ 56,17,7	-1 46,9
Bauska	+ 56 24,6	-1 36,7	Priekule	+ 56 26,6	-1 26,3
Cēsis	+ 57 18,8	-1 41,1	Rīga	+ 56 57,1	-1 36,5
Daugavpils	+ 55 52,3	-1 46,2	Rīgas Jūrm. (Dabulti)	+ 56 58,2	-1 35,1
Dobeles	+ 56 37,5	-1 35,1	Rūjiena	+ 57 53,6	-1 41,4
Durbe	+ 56 35,4	-1 25,5	Sabīle	+ 57 3,3	-1 30,3
Ilūkste	+ 55 58,7	-1 45,2	Salacgrīva	+ 57 45,4	-1 37,5
Jaunjelgava	+ 56 57,1	-1 40,3	Saldus	+ 56 40,1	-1 29,9
Jēkabpils	+ 56 30,1	-1 43,4	Sloka	+ 56 57,7	-1 34,6
Jelgava	+ 56 39,2	-1 34,9	Smiltene	+ 57 25,5	-1 43,6
Kandava	+ 57 2,2	-1 31,1	Strenči	+ 57 37,6	-1 42,8
Krustpils	+ 56 30,7	-1 43,4	Talsi	+ 57 14,8	-1 30,4
Kuldīga	+ 56 58,3	-1 27,9	Tukums	+ 56 57,9	-1 32,6
Lejasciems	+ 57 17,2	-1 46,3	Valdemārpils	+ 57 22,3	-1 30,4
Liepāja	+ 56 30,6	-1 24,1	Valka	+ 57 46,6	-1 44,1
Limbaži	+ 57 31,0	-1 38,9	Valmiera	+ 57 32,4	-1 41,7
Līvāni	+ 56 21,9	-1 44,7	Varakļāni	+ 56 36,7	-1 47,0
Ludza	+ 56 32,9	-1 50,9	Ventspils	+ 57 23,8	-1 26,2
Mazsalaca	+ 57 51,6	-1 40,2			

Naturalie trigonometriskie lielumi.

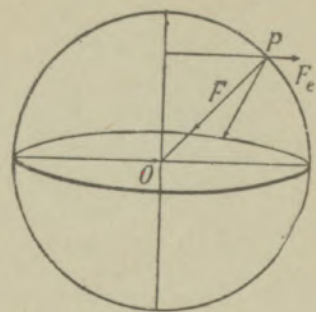
o	sin	tg	cos	o	o	sin	tg	cos	o
0	0,000	0,000	1,000	90	23	0,391	0,424	0,921	67
1	0,017	0,017	1,000	89	24	0,407	0,445	0,914	66
2	0,035	0,035	0,999	88	25	0,423	0,466	0,906	65
3	0,052	0,052	0,999	87	26	0,438	0,488	0,899	64
4	0,070	0,070	0,998	86	27	0,454	0,510	0,891	63
5	0,087	0,087	0,996	85	28	0,469	0,532	0,883	62
6	0,105	0,105	0,995	84	29	0,485	0,554	0,875	61
7	0,122	0,123	0,993	83	30	0,500	0,577	0,866	60
8	0,139	0,141	0,990	82	31	0,515	0,601	0,857	59
9	0,156	0,158	0,988	81	32	0,530	0,625	0,848	58
10	0,174	0,176	0,985	80	33	0,545	0,649	0,839	57
11	0,191	0,194	0,982	79	34	0,559	0,675	0,829	56
12	0,208	0,213	0,978	78	35	0,574	0,700	0,819	55
13	0,225	0,231	0,974	77	36	0,588	0,727	0,809	54
14	0,242	0,249	0,970	76	37	0,602	0,754	0,799	53
15	0,259	0,268	0,966	75	38	0,616	0,781	0,788	52
16	0,276	0,287	0,961	74	39	0,629	0,810	0,777	51
17	0,292	0,306	0,956	73	40	0,643	0,839	0,766	50
18	0,309	0,325	0,951	72	41	0,656	0,869	0,755	49
19	0,326	0,344	0,946	71	42	0,669	0,900	0,743	48
20	0,342	0,364	0,940	70	43	0,682	0,933	0,731	47
21	0,358	0,384	0,934	69	44	0,695	0,966	0,719	46
22	0,375	0,404	0,927	68	45	0,707	1,000	0,707	45
o	cos	ctg	sin	o	o	cos	ctg	sin	o



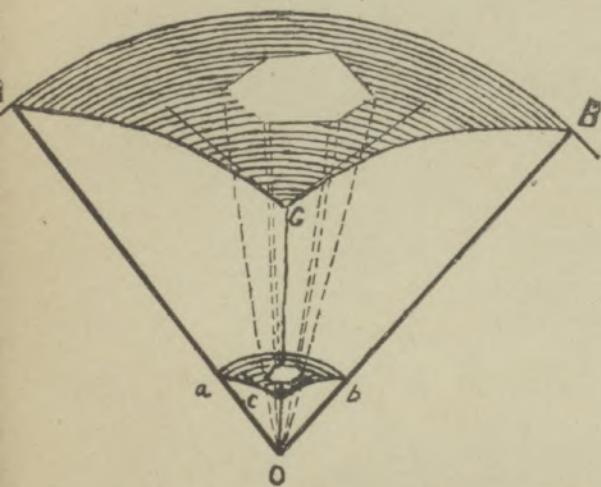
Zīm.1.



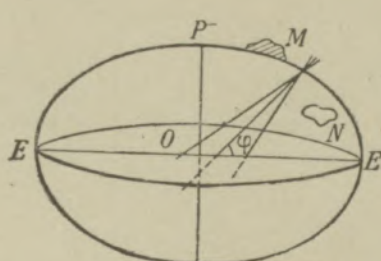
Zīm.2.



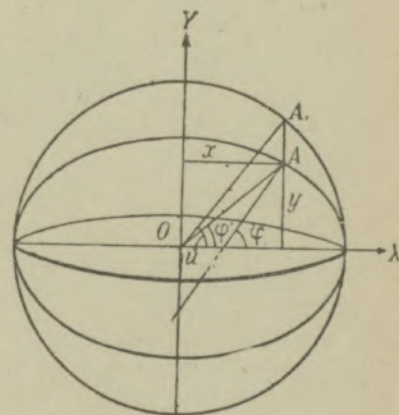
Zīm. 2a.



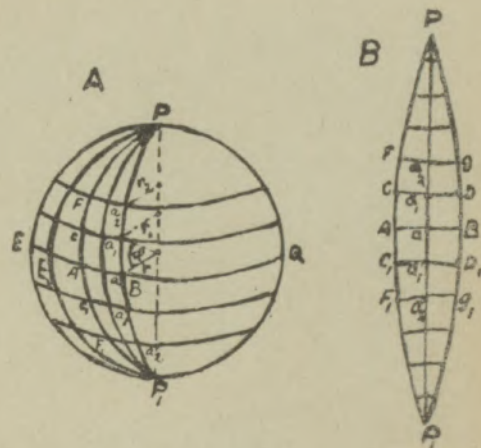
Zim. 3.



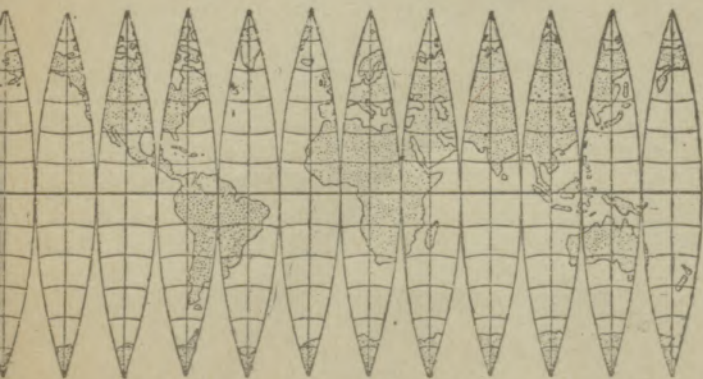
Zim. 2d.



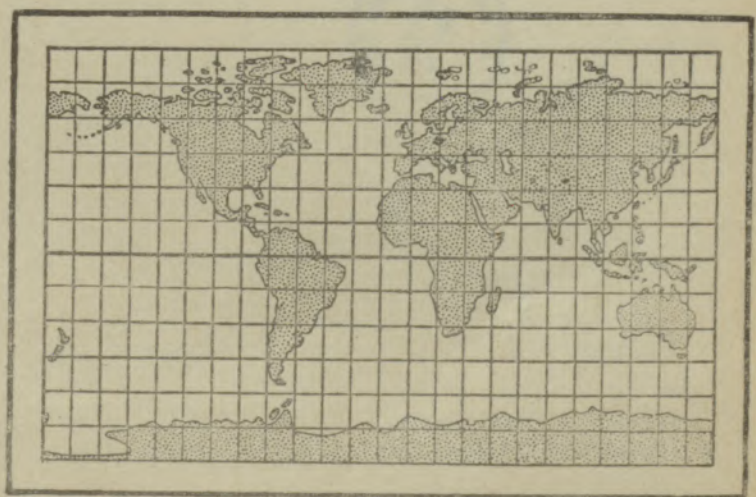
Zim. 2c



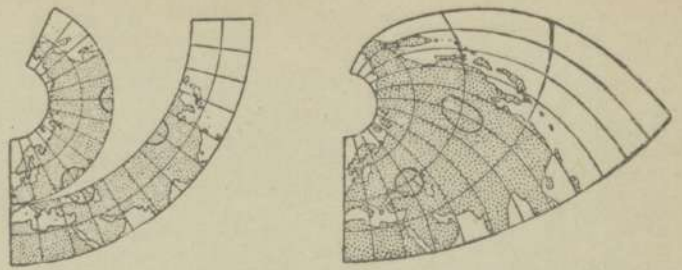
Zim. 4.



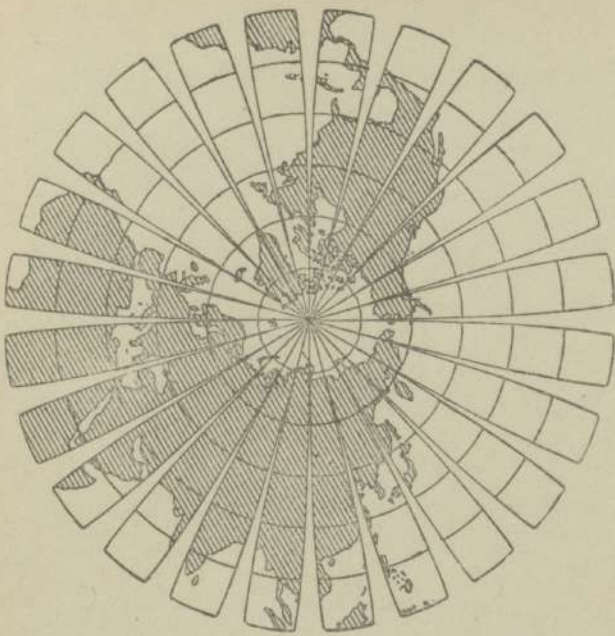
Zim. 5. Globa virsa sagrieza strēmēlēs („fizo“) meridiānu virzienos un izstiepta uz plaknes. Strēmēles saskaras tikai pa ekvatora līniju. Tālāk, polu virzienos — pārrāvumi.



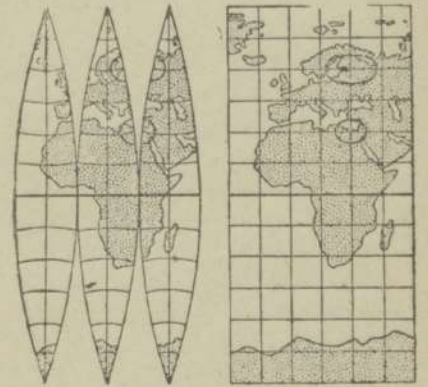
Zīm. 5a. Tie paši „fizo“, kas zīmējumā 5, pārvērti pasaules kartē, kvadratajā cilindriskajā projekcijā, aizpildot pārrāvumus ar vienmērīgu izstiepumu (deformāciju) palīdzību.



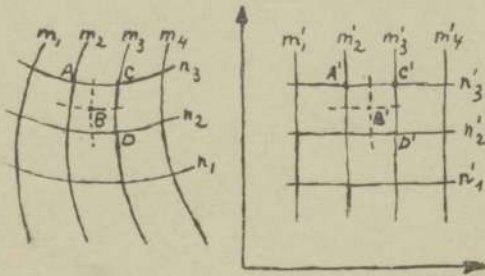
Zīm. 5b. Divi aplīši, kas atrodas uz vienas un tās pašas paralēles dabā, pārnesti uz kartes, pārvēršas (deformējas) elipsēs.



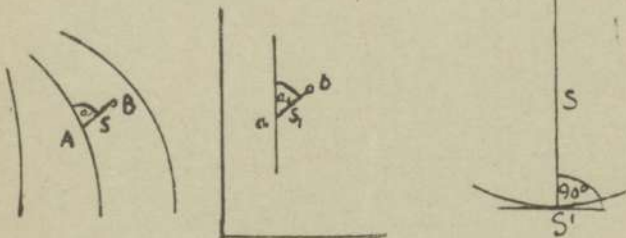
Zīm. 5d. Globa virsa ziemeļpuslode, izklāta plaknē, ar pārrāvumiem. Aizpildot pārrāvumus ar vienmērīgu izstiepumu palīdzību, dabūsim vienādatstarpoto polaro Posteļa projekciju (zīm. 22).



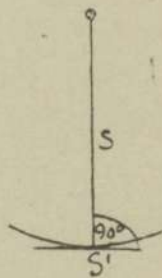
Zīm. 5c. Divi aplīši, kas atrodas uz viena un tā paša meridiana dabā, pārnesti uz kartes, pārvēršas elipsēs.



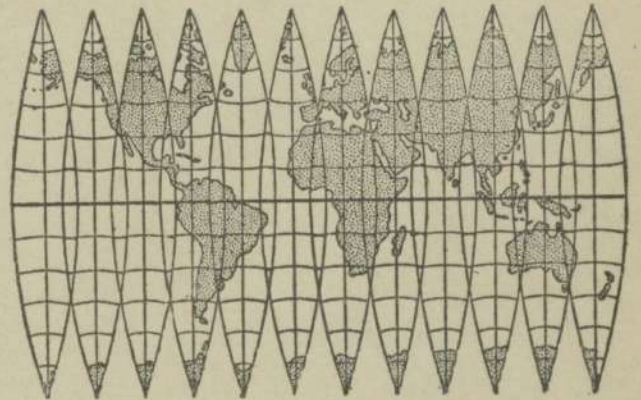
Zīm. 6.



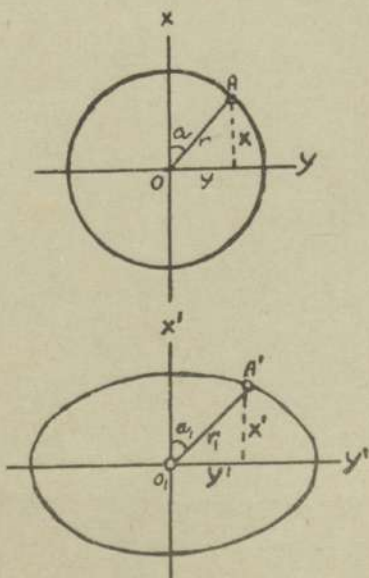
Zīm. 7.



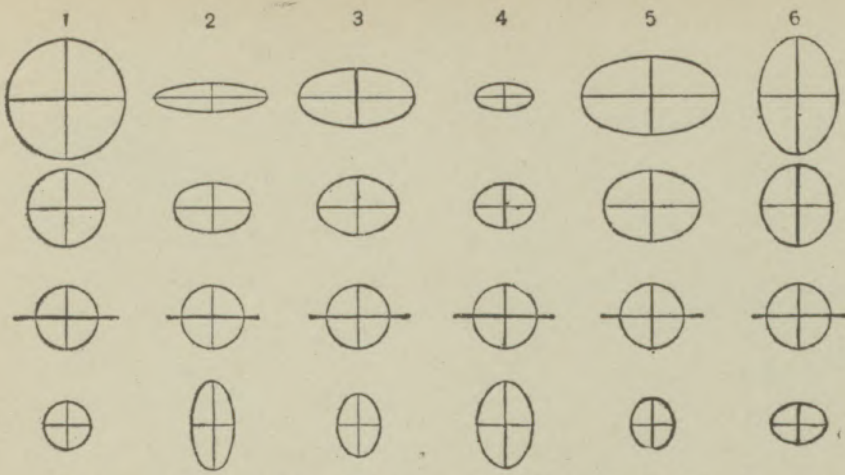
Zīm. 8.



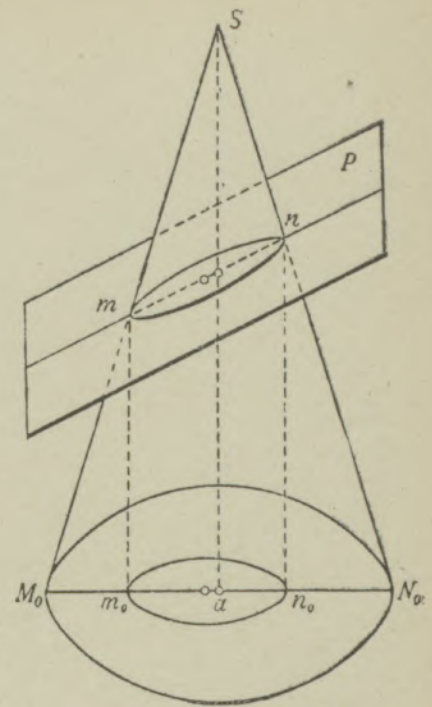
Zīm. 5e. Globa virsa sagriezta strēmelēs („fizo“). Strēmeles izklātas plaknē, pārklājot viena otru. Sašaurinot pārklājumus un papildot pārrāvumus, dabūsim taisnstūrains cilindrisko (šķēlošo) projekciju (zīm. 28).



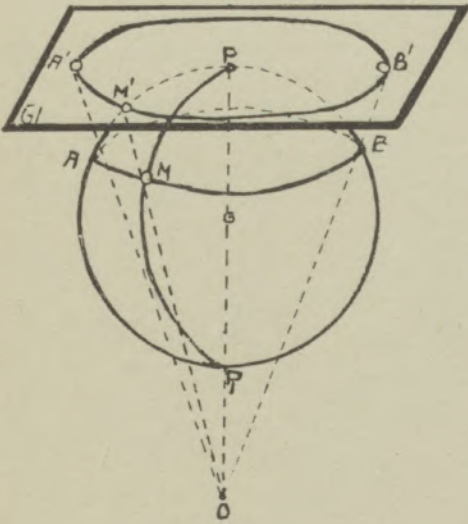
Zīm. 9.



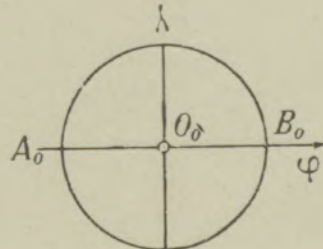
Zīm. 9a. Kartografisko tīklu deformāciju elipses (indikālisnes) projekcijās: 1) vienādleņķiskās; 2) vienādlīdās; 3) un 4) vienādatstarpotās — viens no galveniem virzieniem nemainās; 5) un 6) patvaļīgās.



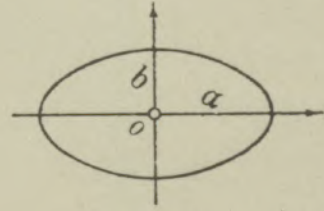
Zīm. 10d.



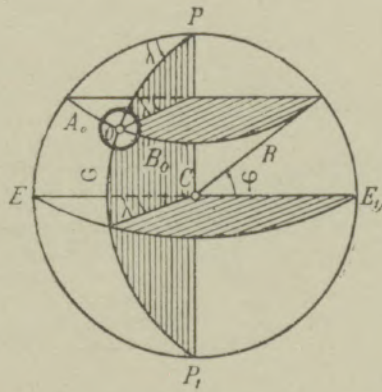
Zīm. 10.



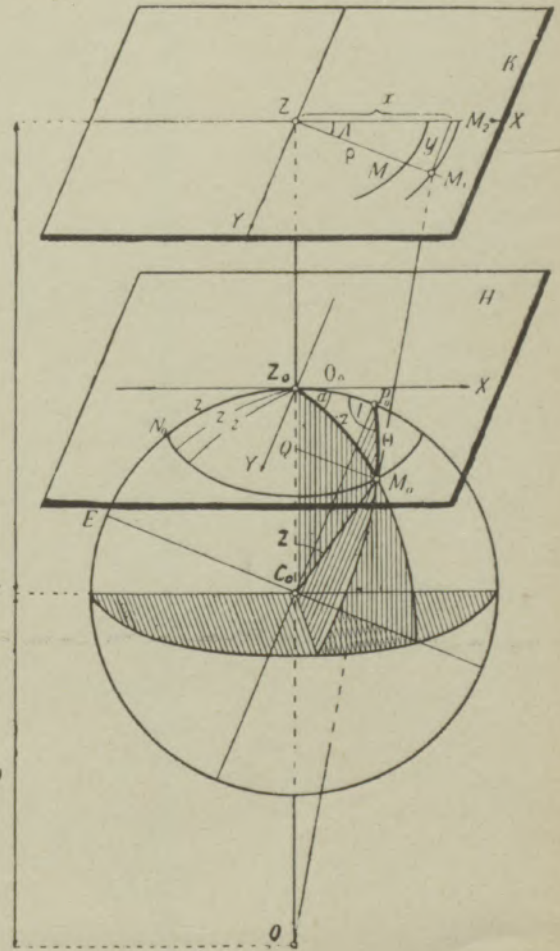
Zīm. 10b.



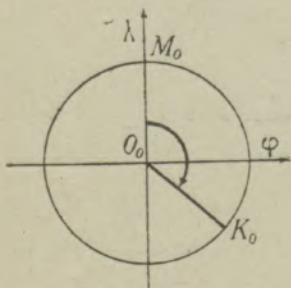
Zīm. 10c



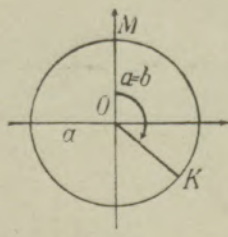
Zīm. 10a.



Zīm. 10f.

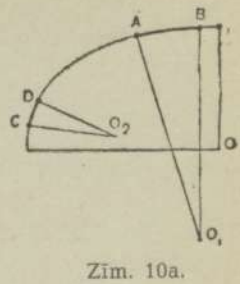
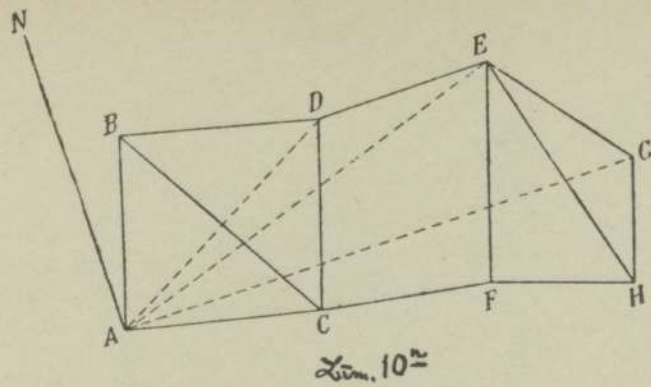
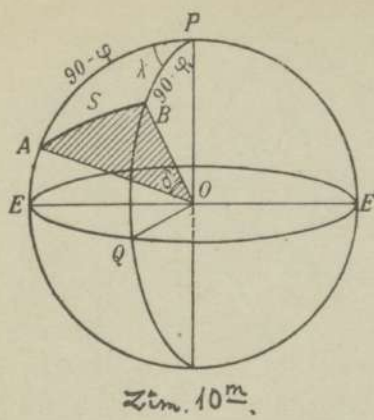


Глобус

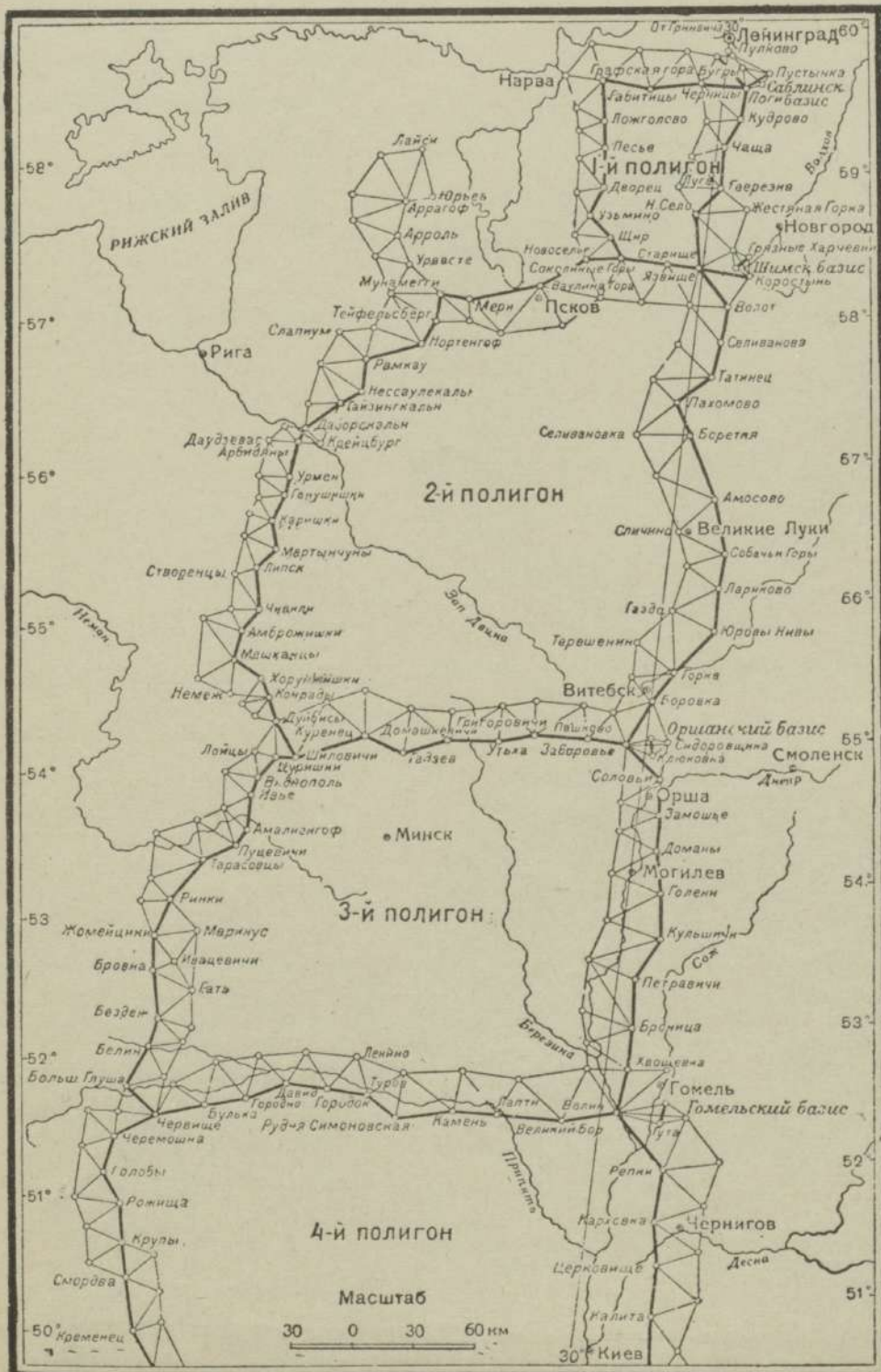


Карта

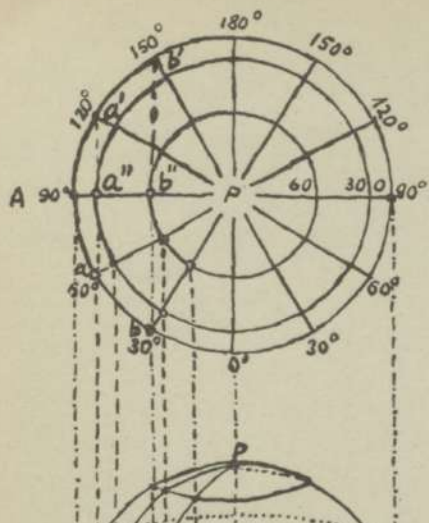
Zīm. 10e.



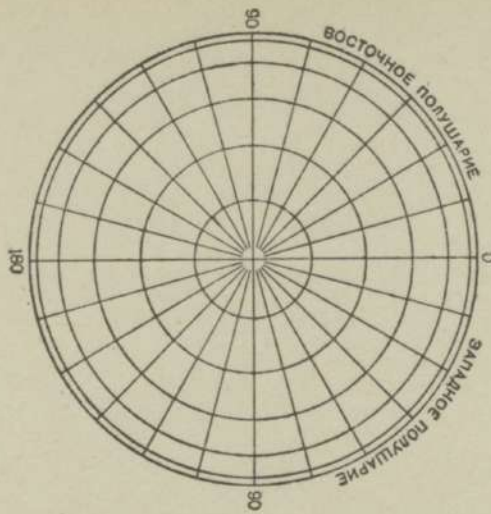
Зим. 10а.



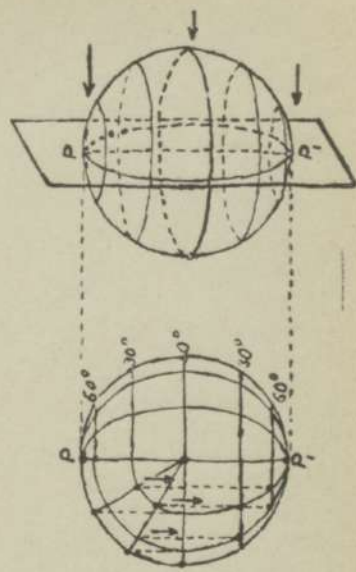
Зим. 10р.



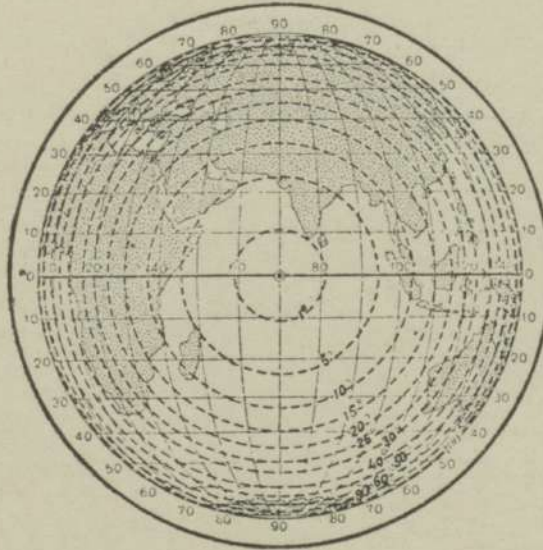
Zīm. 11. Ortografiskās polarās projekcijas konstrukcija.



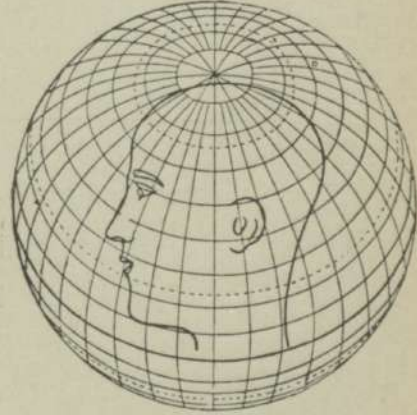
Zīm. 11a. Polarā ortografiskā projekcija.



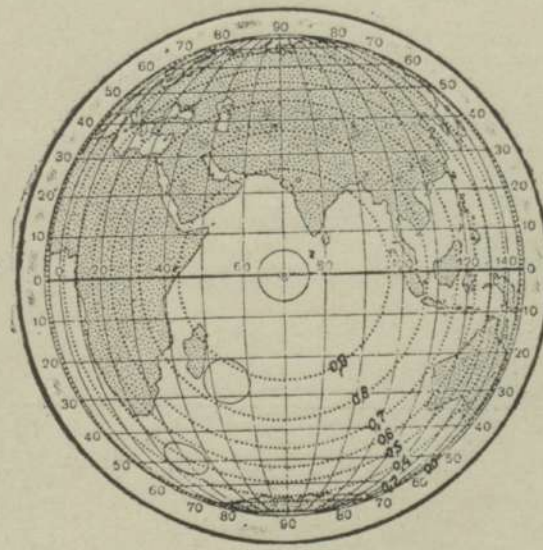
Zīm. 12. Ortografiskās ekvatoriālās projekcijas konstrukcija.



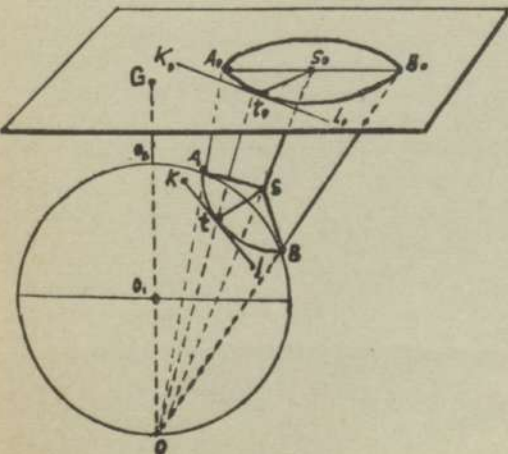
Zīm. 12a. Ortografiskā ekvatoriālā projekcija ar leņķu deformāciju izokolām.



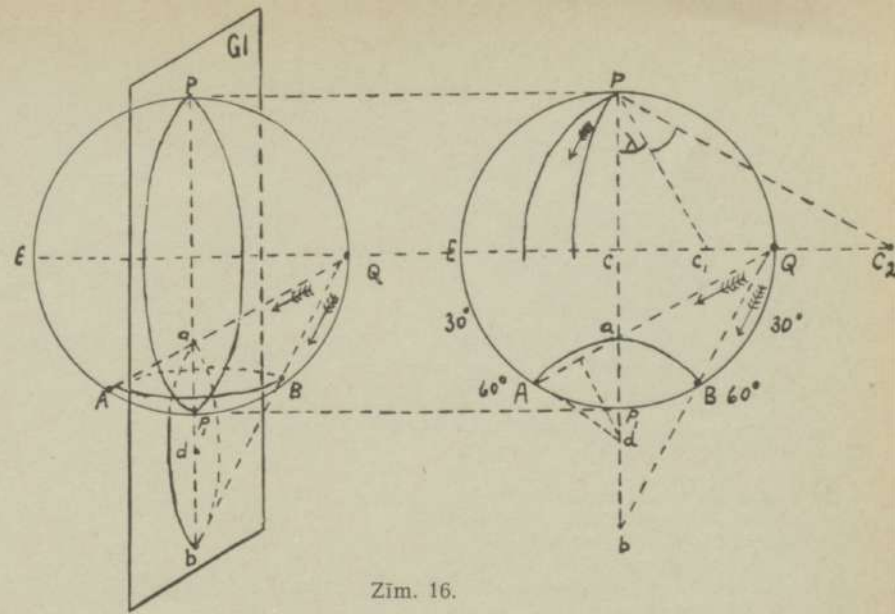
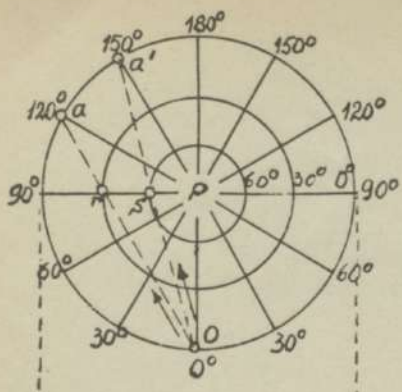
Zīm. 13. Ortografiskā ekvatoriālā projekcija, gandrīz bez deformācijām centrā.



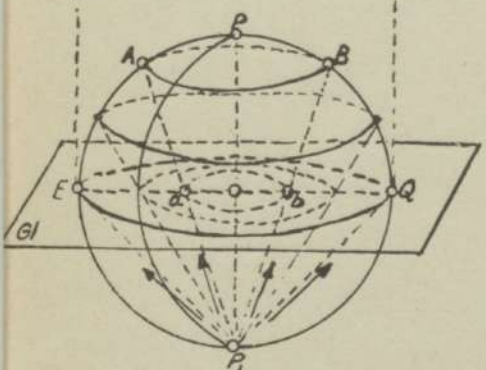
Zīm. 12b. Ortografiskā ekvatoriālā projekcija ar laukumisko deformāciju izokolām.



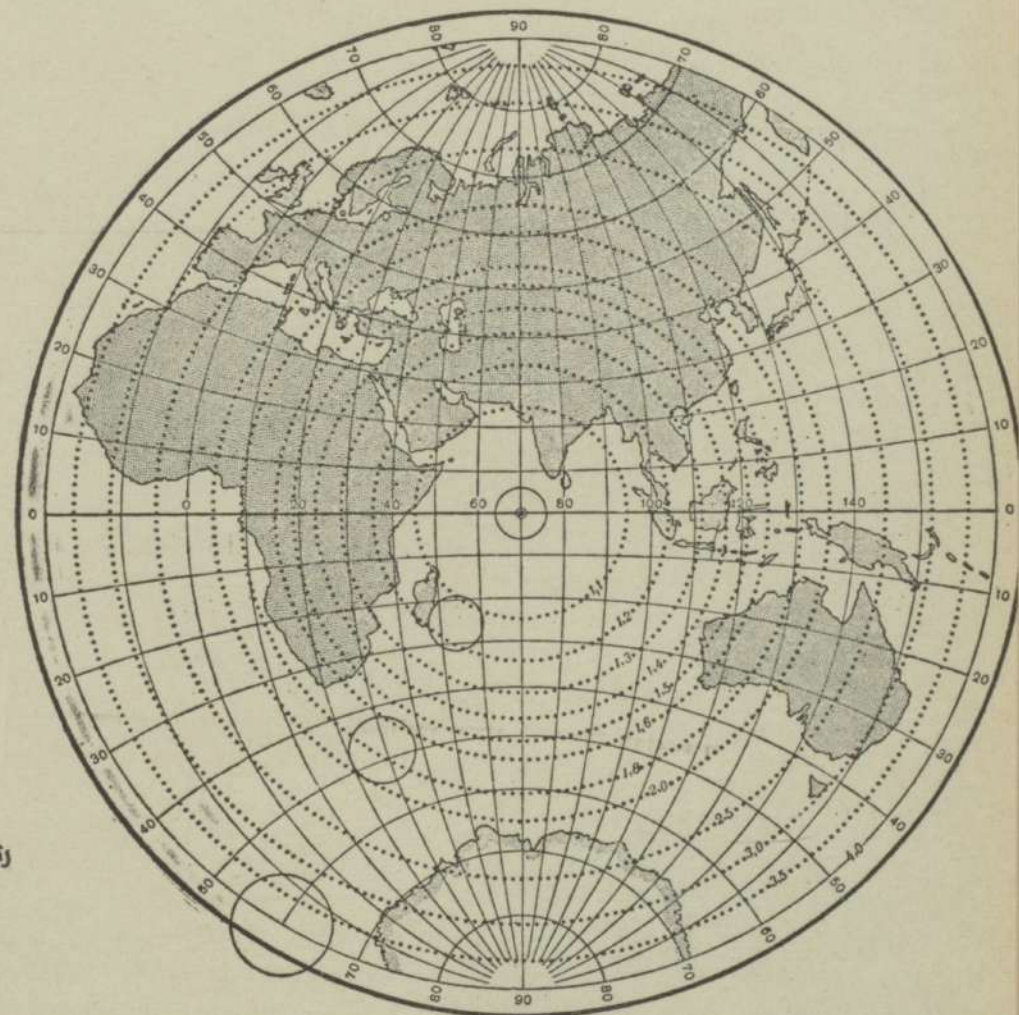
Zīm. 14.



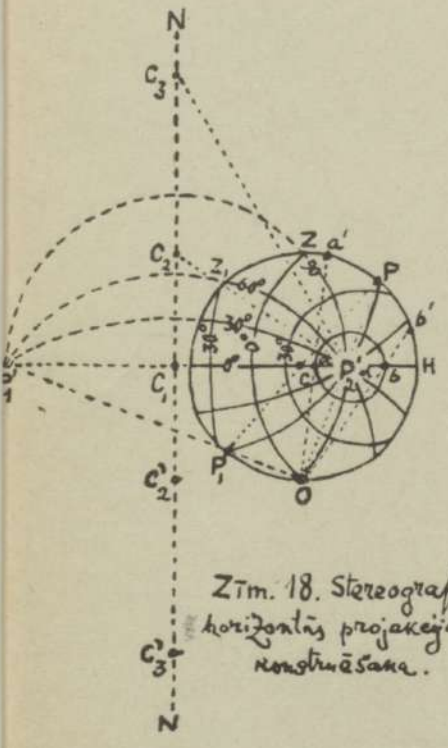
Zīm. 16.



Zīm. 15.



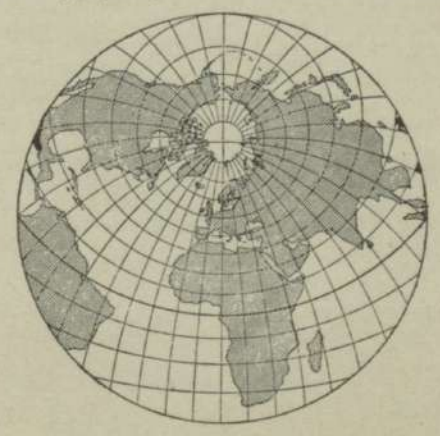
Zīm. 17. Stereogrāfiskā ekvatoriālā projekcija ar laukumisko deformējumu izkolān



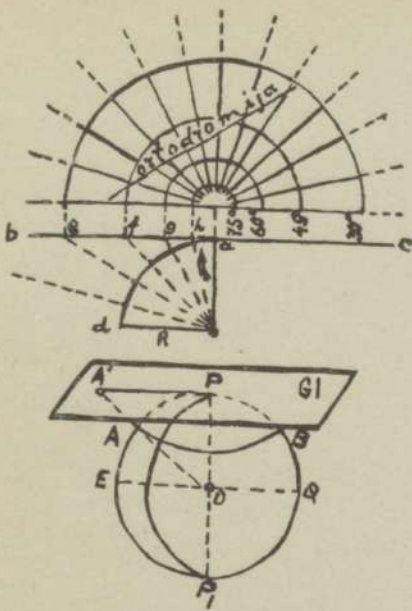
Zīm. 18. Stereogrāfiskās horizontālās projekcijas konstruēšana.



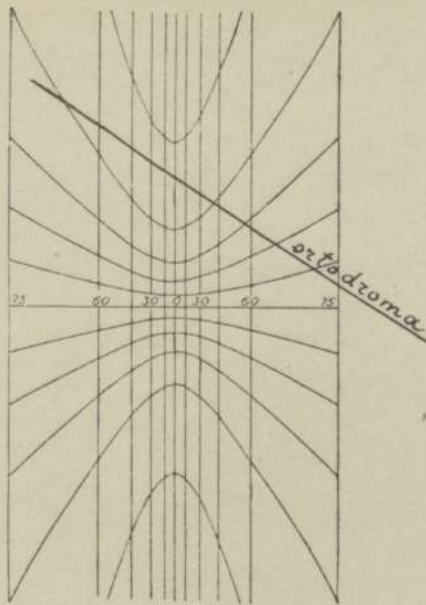
Zīm. 13a. Ortogrāfiskā horizontālā projekcija.



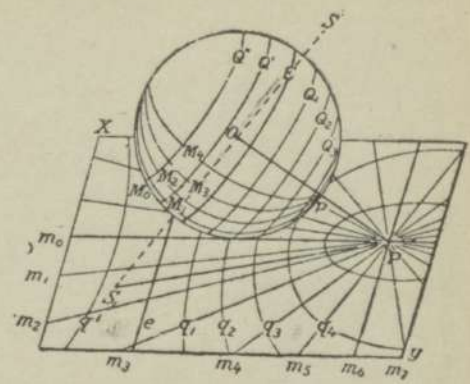
Zīm. 18a. Stereogrāfiskā horizontālā projekcija.



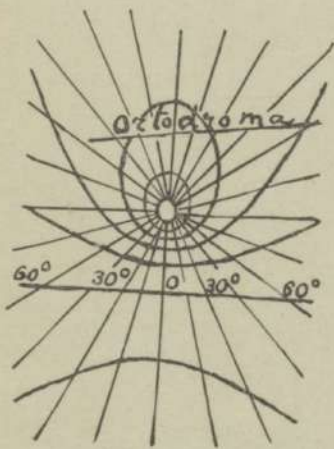
Zīm. 19.



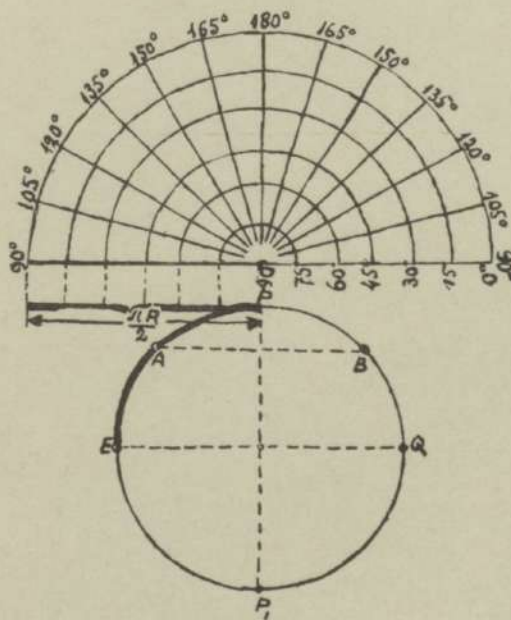
Zīm. 20.



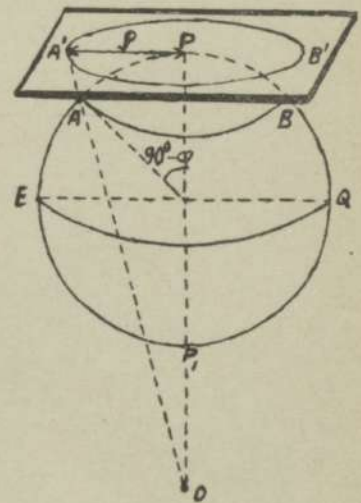
Zīm. 19a. Globa sferiskās virsas paraleļu un meridiānu pārvešana uz plaknes Centrālā horizontālā azimutālā projekcijā. Gaismas avots — globa centrā; pieskares punkts — 30° paraleles (q_2) krustojums ar vidējo meridiānu (m_0).



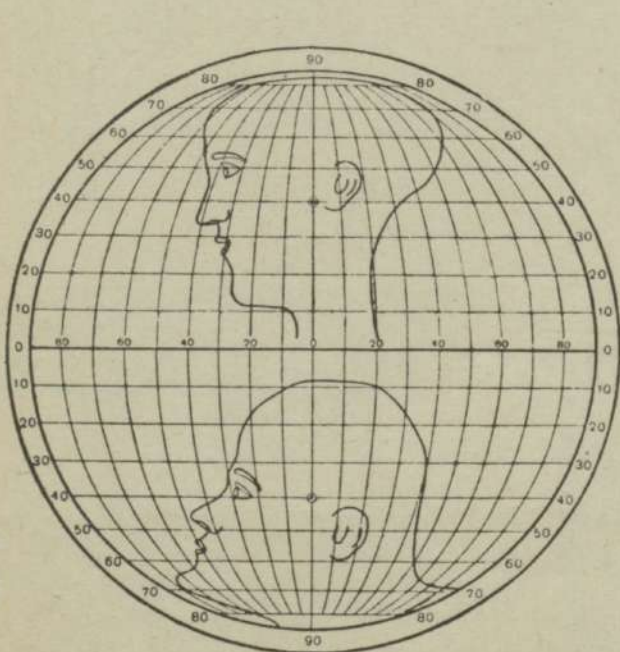
Zīm. 21. Horizontālā Centrālā projekcija



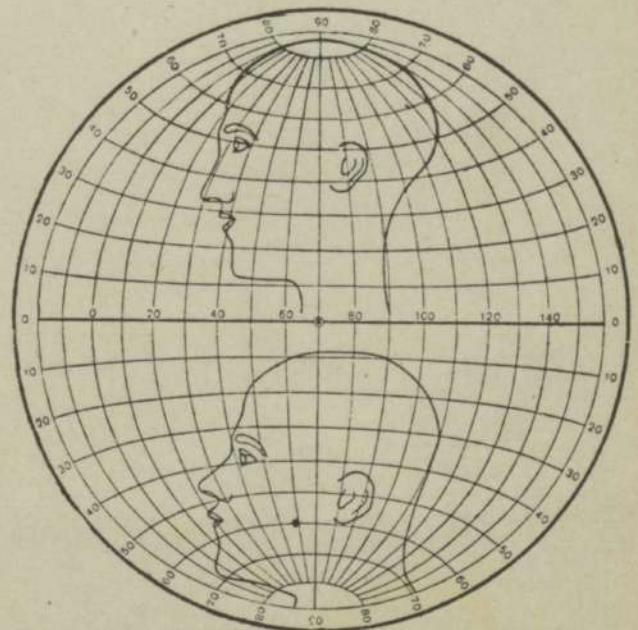
Zīm. 22.



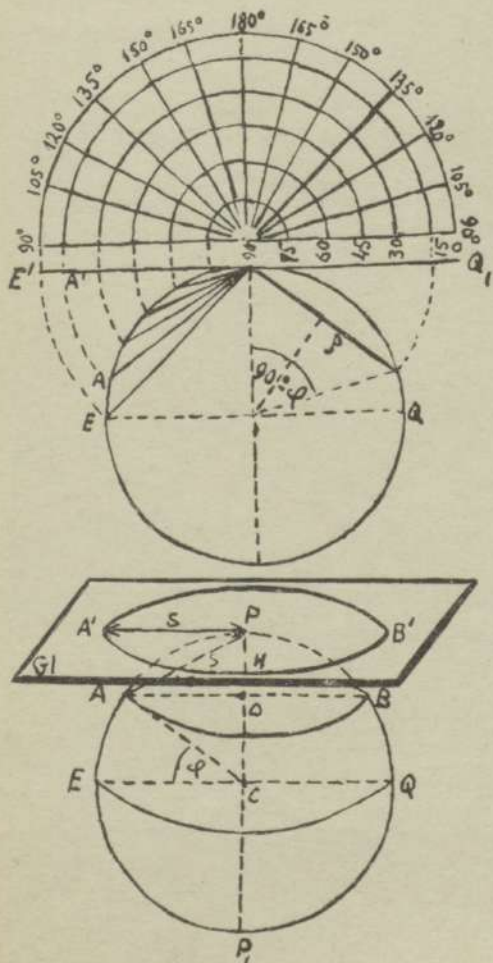
Zīm. 22b.



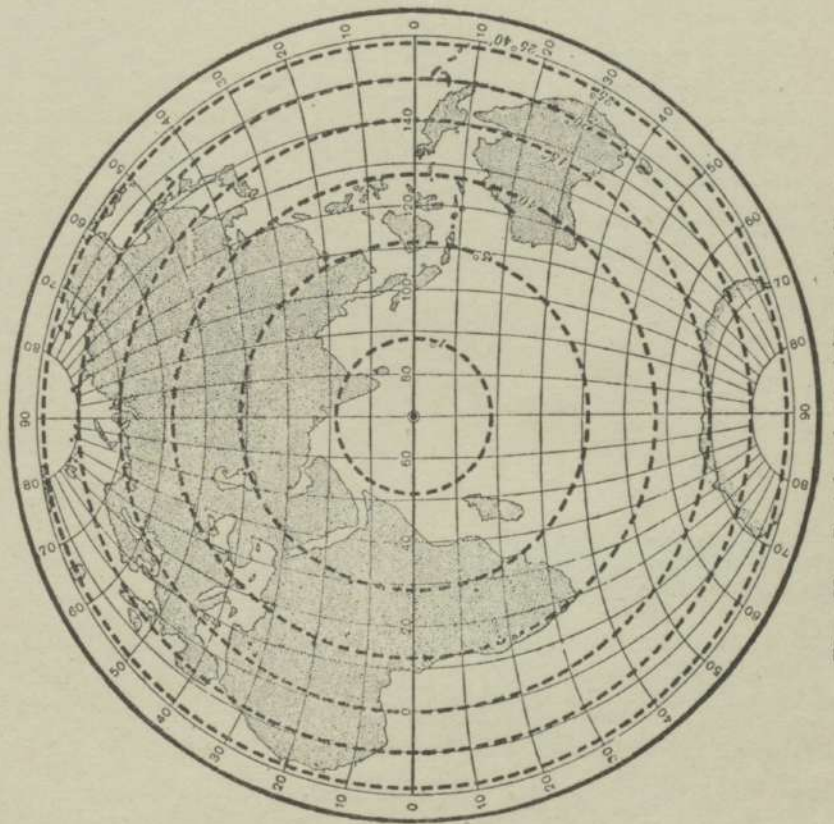
Zīm. 22a. Posteja vienādatstarpotā ekvatoriālā projekcija ar deformāciju raksturojumu.



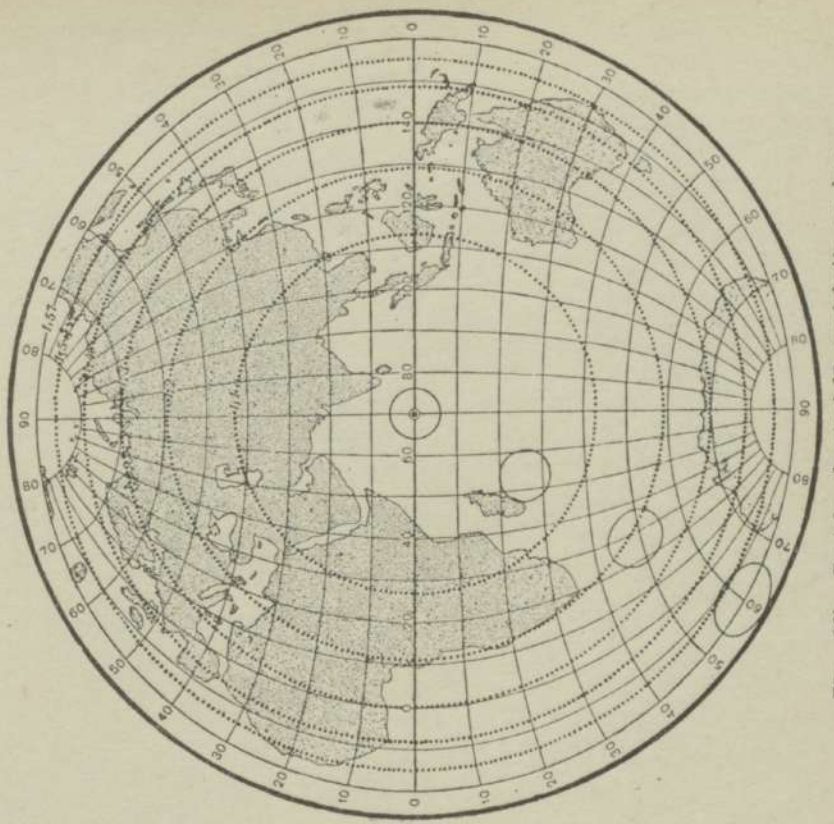
Zīm. 23^a Azimutālā ekvatoriālā Lamberte projekcija. Rastārsta deformācija



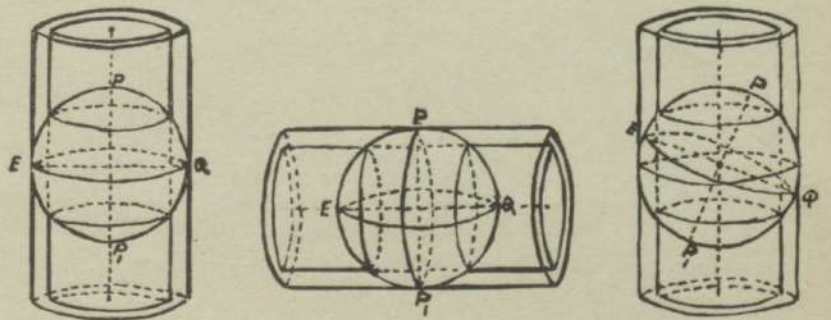
Zīm. 23. Lamberta polārā projekcija.



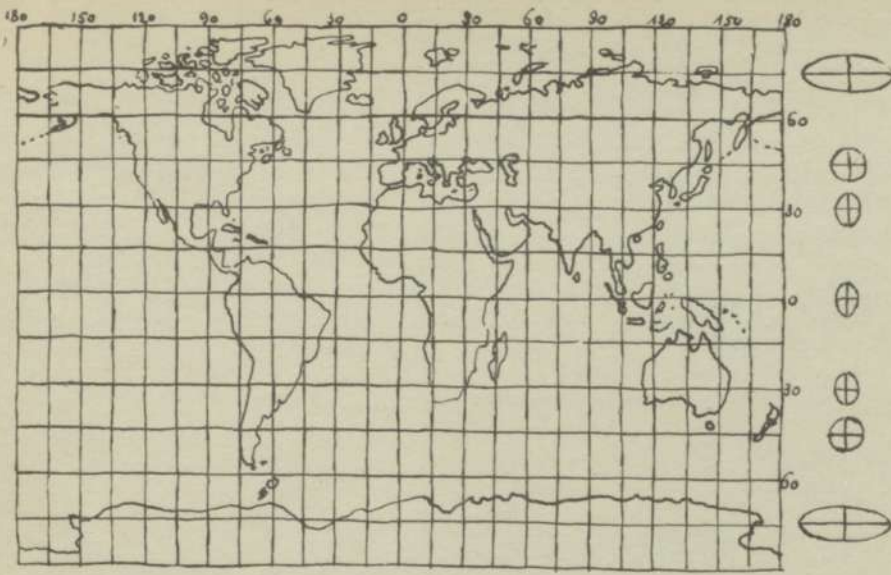
Zīm. 22c. Posteļa ekvatoriālā projekcija ar leņķisko deformējumu izokolām.



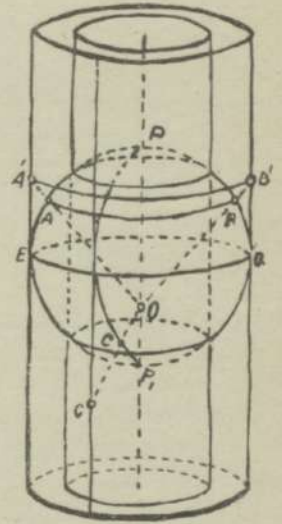
Zīm. 22b. Posteļa ekvatoriālā projekcija ar kumisko deformējumu izokolām.



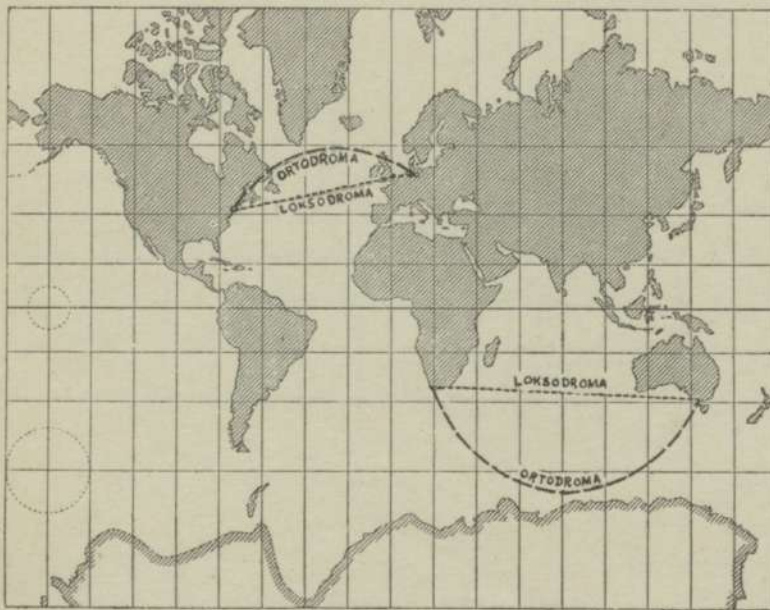
Zīm. 24.



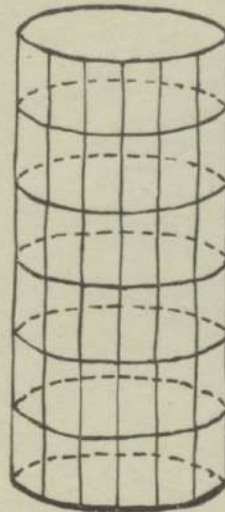
Zīm. 28. Vispasaules karte taisnleņķu cilindriskajā projekcijā.
(Anaksimandra)



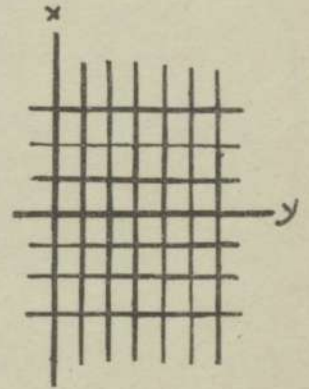
Zīm. 25.



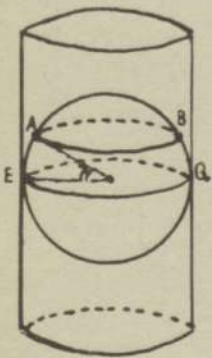
Zīm. 29. Merkatora projekcija. Ortodromas un loksodromas ziemeļ un dienvid puslodēs
Paralēles un meridiani ik pa 20.



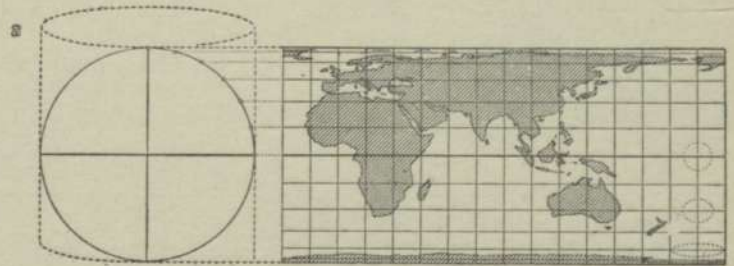
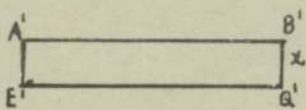
Zīm. 25a.



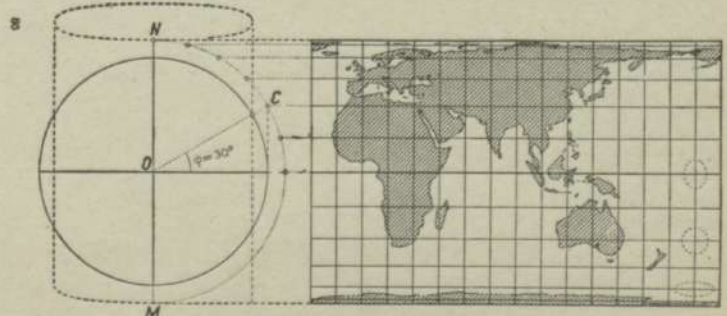
Zīm. 26.



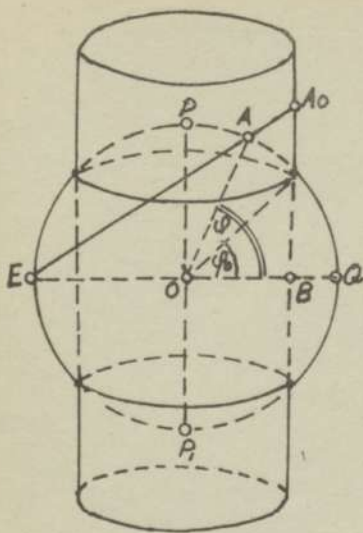
Zīm. 30.



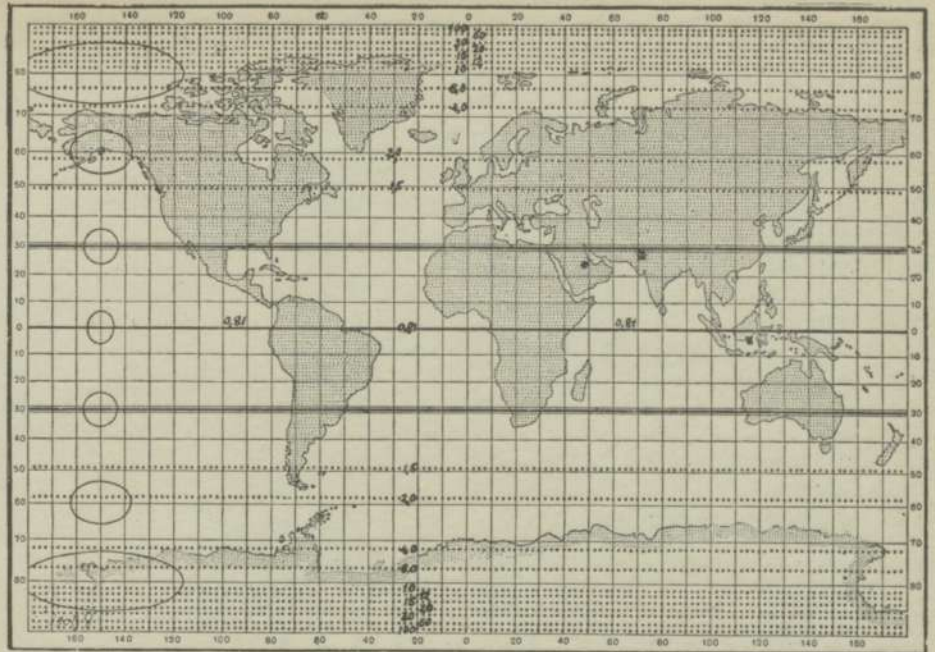
Zīm. 31. Lamberta cilindriskā vienādlielā projekcija. Viņas
konstrukcijas paņēmieni. Parādītas deformācijas elipses.



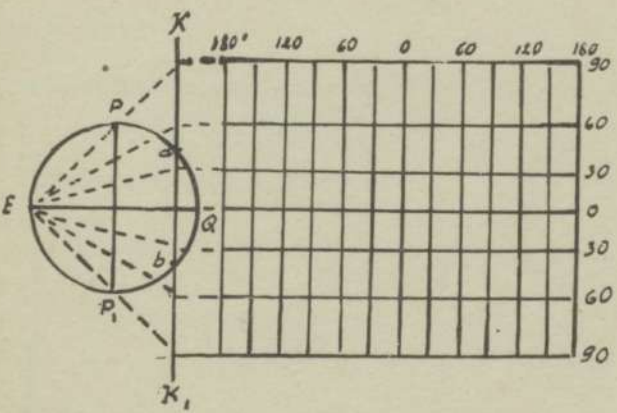
Zīm. 32. Bērmana cilindriskā vienādlielā projekcija. Parādīti
viņas konstrukcijas paņēmieni un deformācijas elipses.



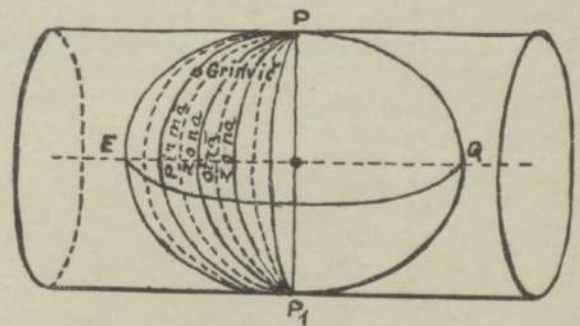
Zīm. 33.



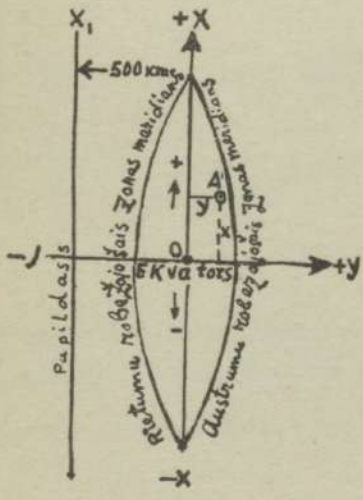
Zīm. 34. Golla stereografiskā cilindriskā projekcija ar laukumu izkōlām.



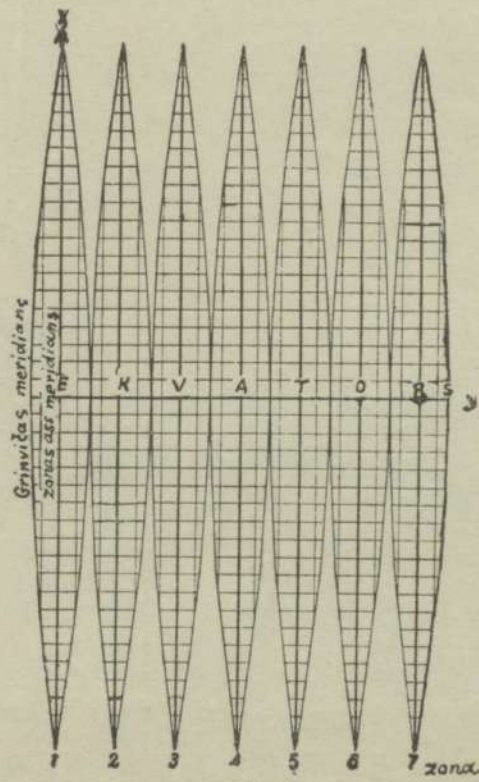
Zīm. 35.



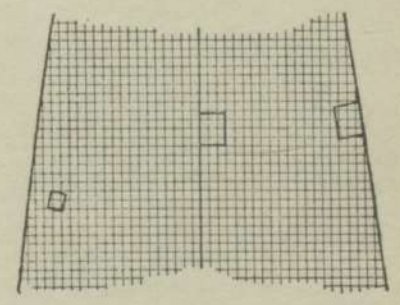
Zīm. 36.



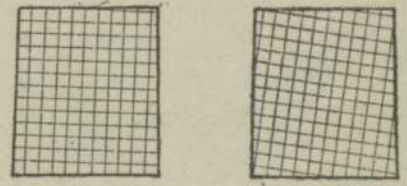
Zīm. 37



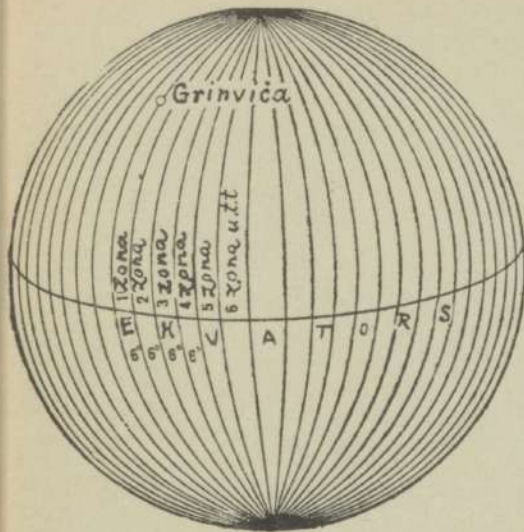
Zīm. 37^a, I.



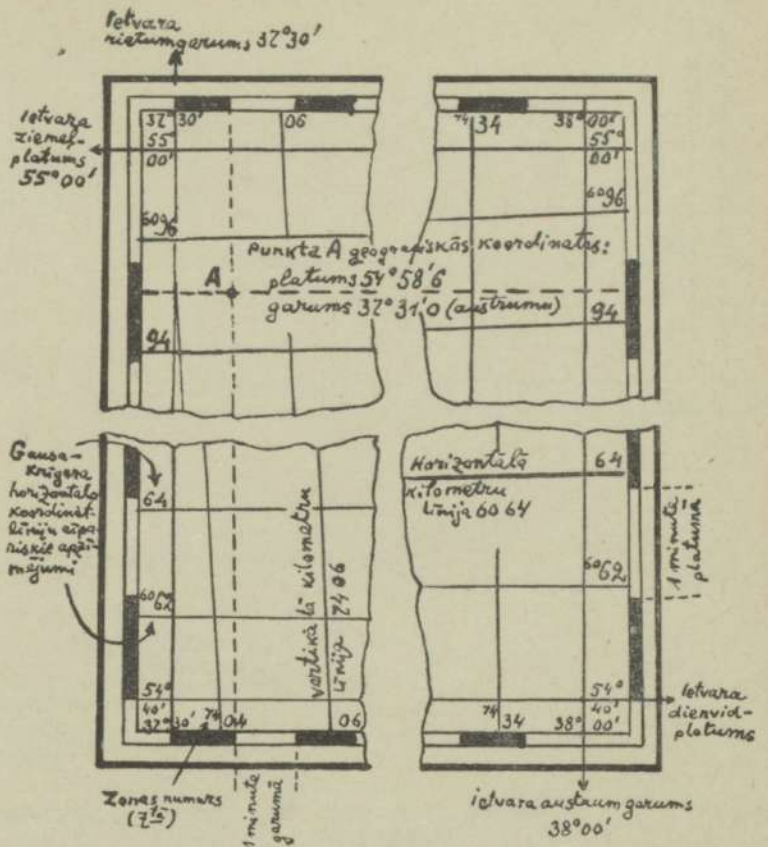
Zīm. 37a, II. Zonas daļa, pārklāta ar kilometrtīklu, paraleļu vidus (ass) meridianam. Parādīti lielmērogrāšu ietvari, kas nesakrīt ar meridianiem.



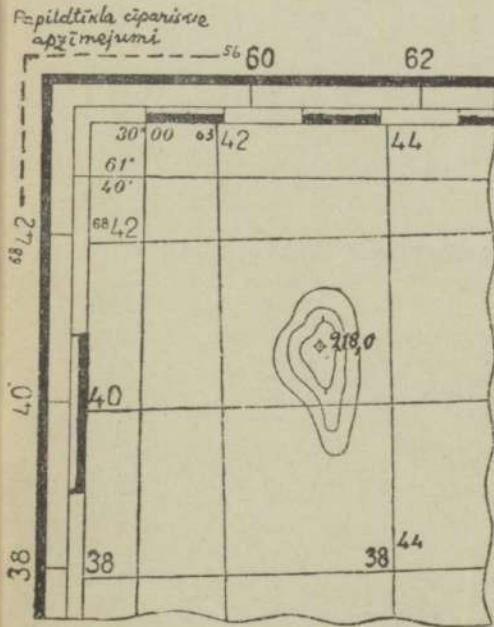
Zīm. 37a, III. Lielmērogu karšu ietvari un kilometrtīkli. Parādīta kilometrtīklu nesakrīšana ar ģeogrāfisko tīklu.



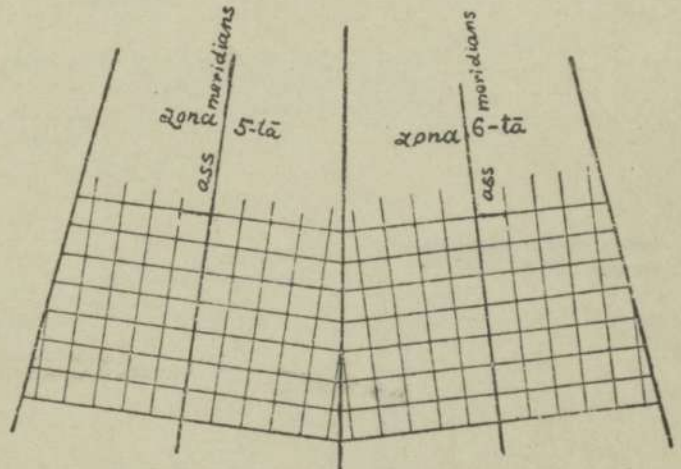
Zīm. 37^b. Zemes lodes virsas sadalījums koordinātu zonās.



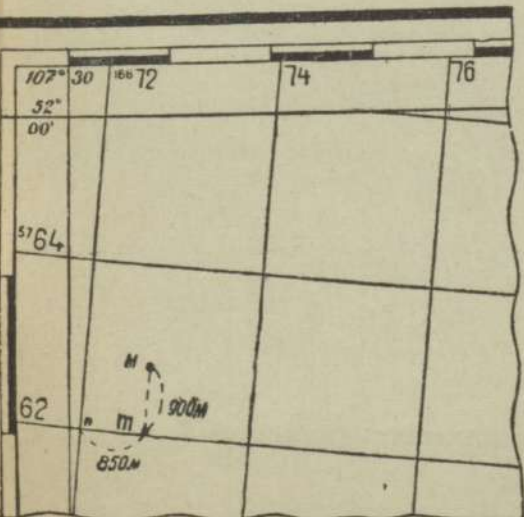
Zīm. 37^c Kartes lapas ietvari (mērogs 1:100,000)



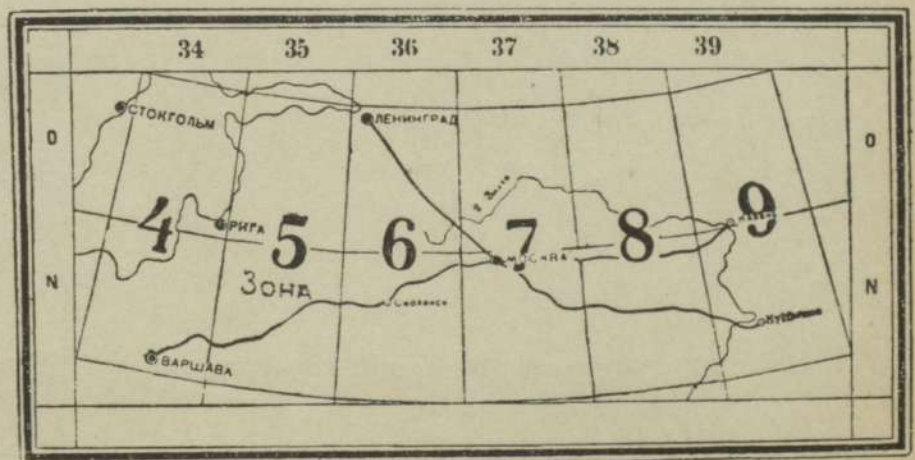
Zīm. 37^d. Papildtīkla aizietvara apzīmējumi.



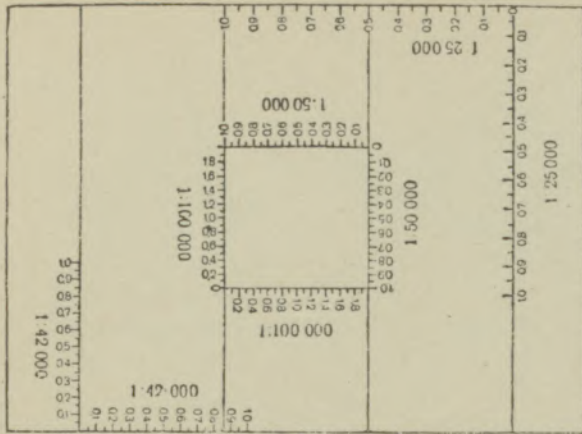
Zīm. 37^e Kilometru līniju stāvoklis blakus zonu saskarē.



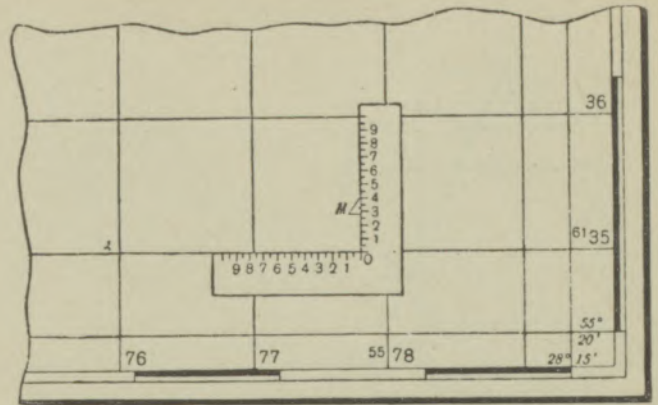
Zīm. 37^f. Koordinātu mērījumi pēc kartes metrus.



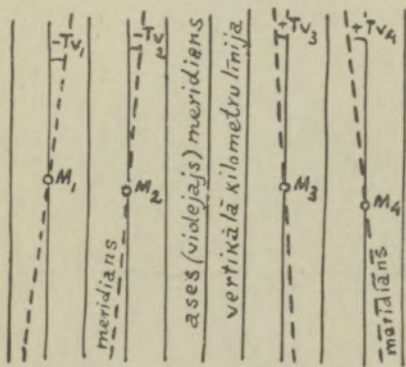
Zīm. 37^g. Zonas PSRS Eiropas daļā.



Zīm. 37k.

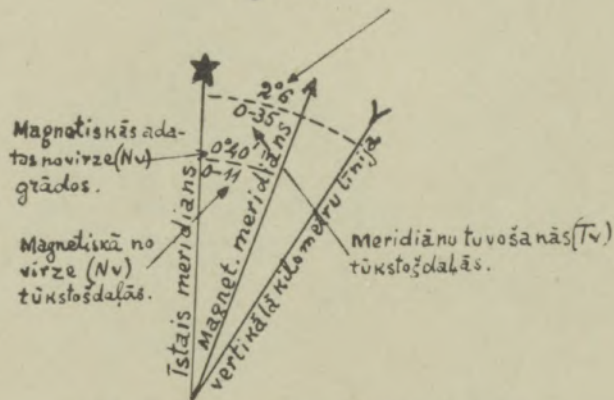


Zīm. 37m.



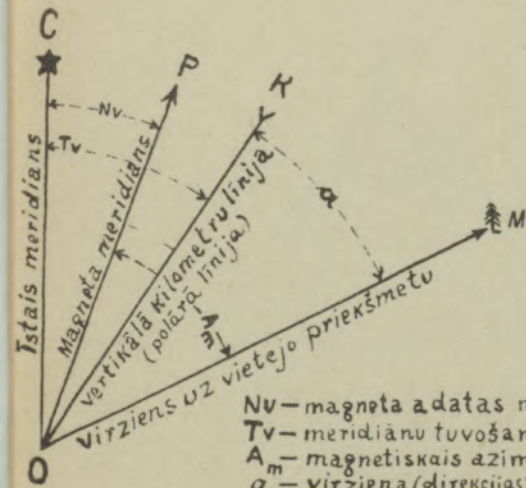
T_v - meridiānu tuvošanās leņķis.
Zīm. 37n.

Meridiānu tuvošanās (T_v) grādu mēros



Meridiānu tuvošanās un magnētiskās adatas novirze (šādā veidā šīs dotības tiek iespiestas moderno karšu apkārtnē) malā.

Zīm. 37p.

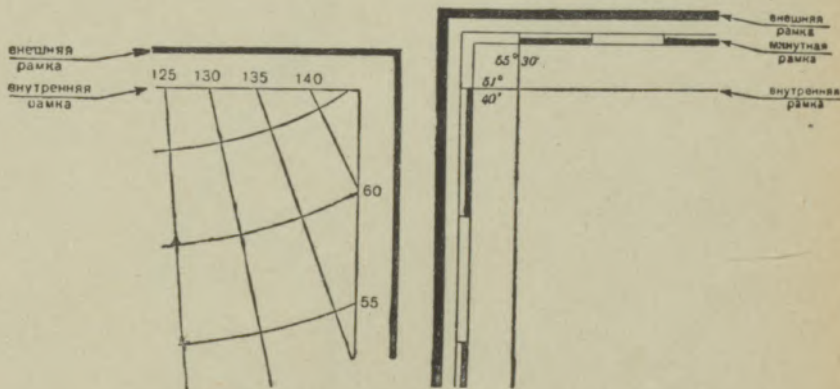


N_v - magnētiskās adatas novirze;
 T_v - meridiānu tuvošanās;
 A_m - magnētiskais azimuts;
 α - virziena (direkcijas) leņķis;
 V_k - virziena korektūra;

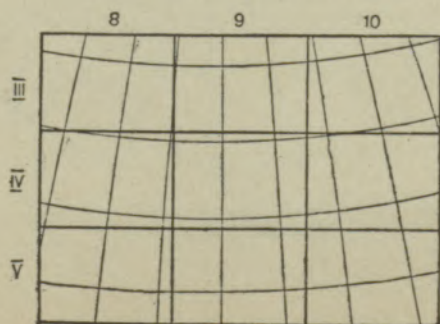
Zīm. 37r

$$A_m = \alpha - V_k = \alpha - (N_v - T_v) = \alpha - N_v + T_v,$$

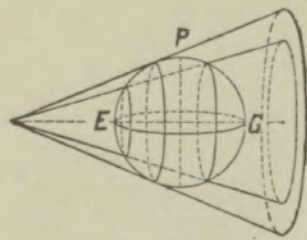
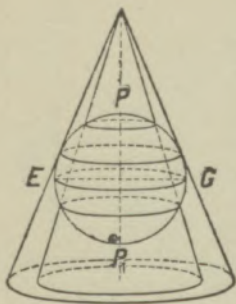
kur $V_k = N_v - T_v$.



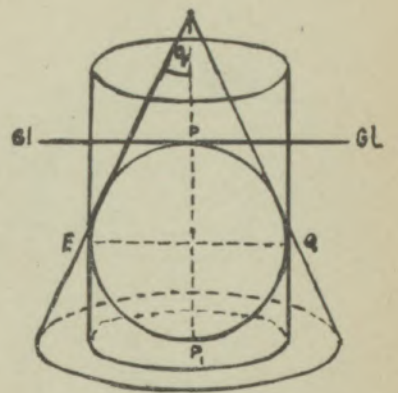
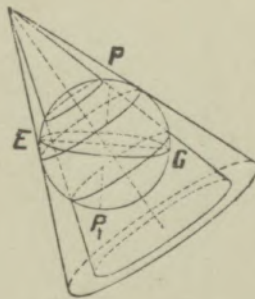
Zīm. 37t. Lielmērogu un sīkmērogu karšu ietvaru ciparošana.



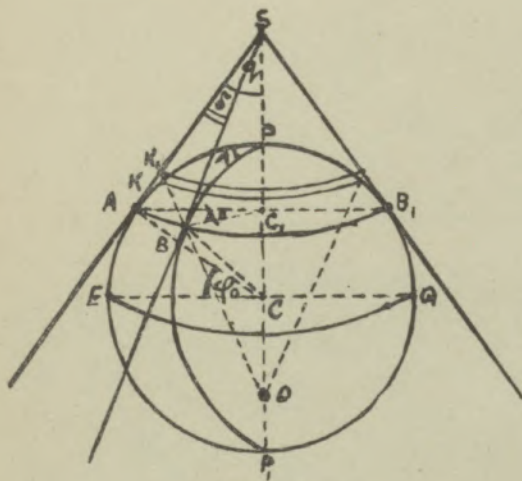
Zīm. 37i. Trīsverstes kartes (1:126.000) taisnstūrotais ietvars nesakrīt ar kartes lapas ģeogrāfiskajām koordinātām.



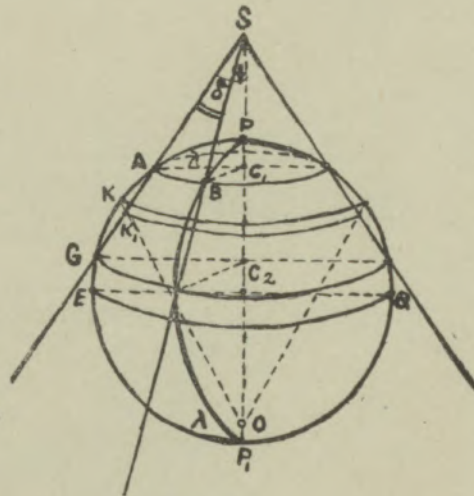
Zim. 40.



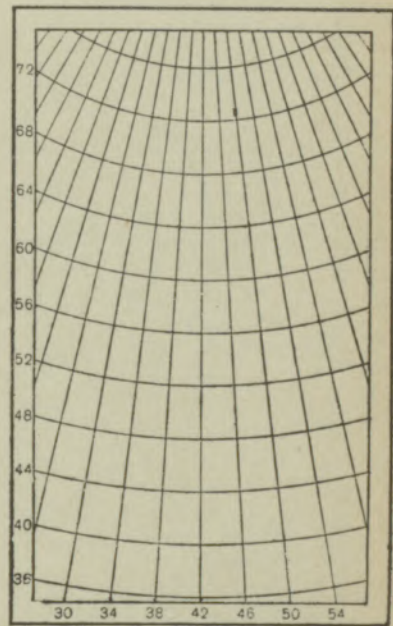
Zim. 41.



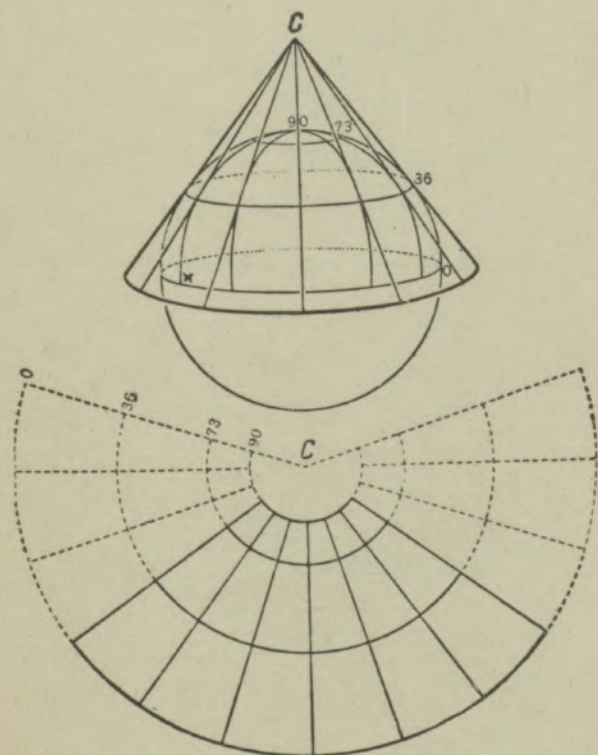
Zim. 42.



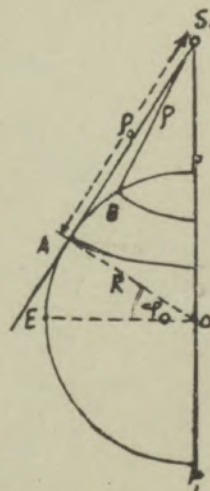
Zim. 43.



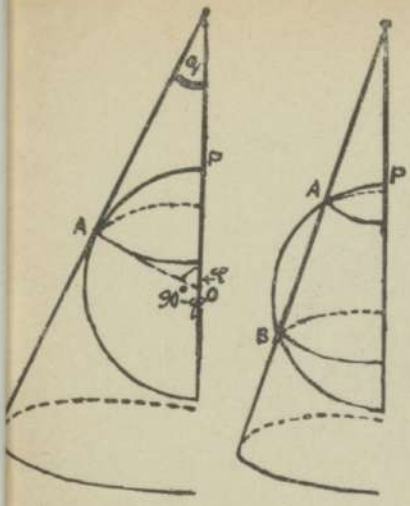
Zim. 46. Ptolomeja vienādatstarpotā koniskā projekcija.



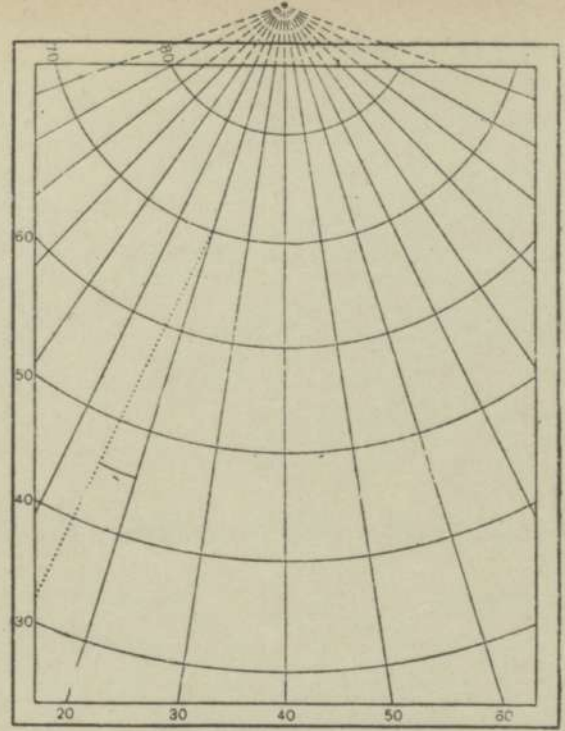
Zim. 44. Koniskā tīkla izvēršana plaknē. Kons skar globu pa 36° paralēli.



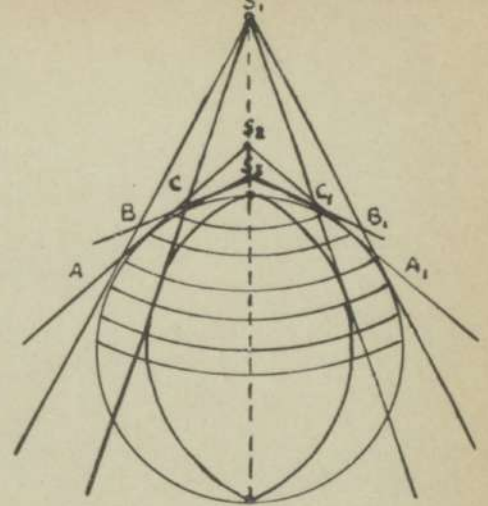
Zim. 45.



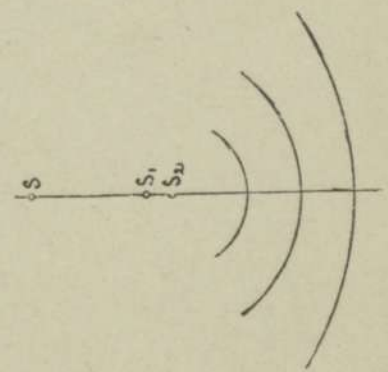
Zīm. 49.



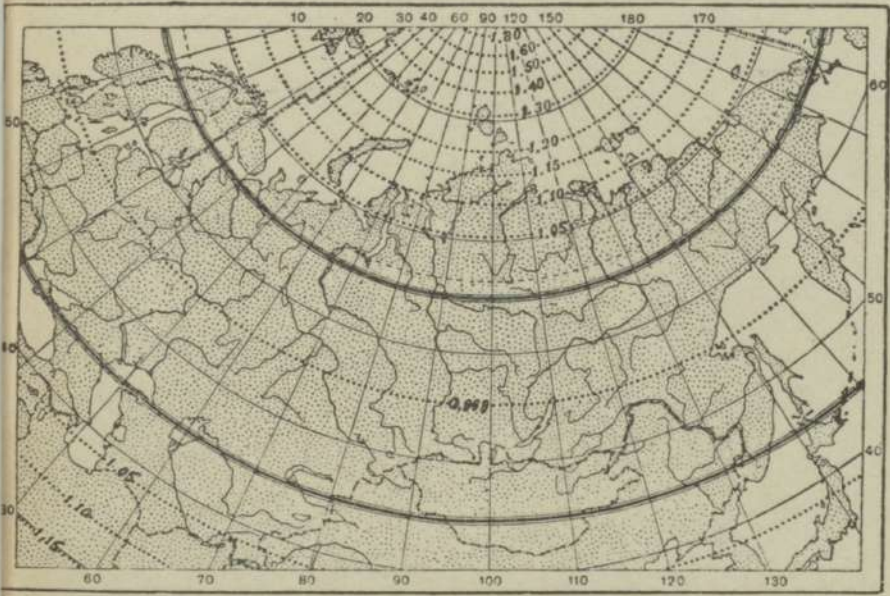
Zīm. 49^a. Lamberta-Gausa konformā koniskā projekcija. Parādīts meridiānu tuvšanās līnija nolaišanās grafiskais pārņemums



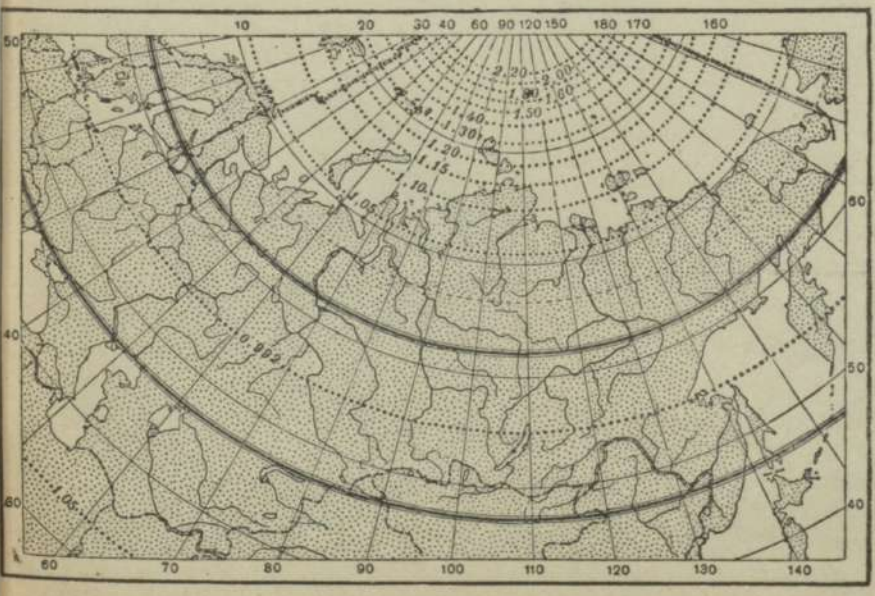
Zīm. 50.



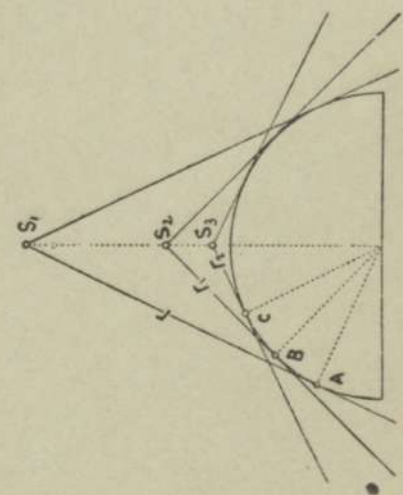
Zīm. 50^a. Paralēļu konstruēšana, a, b, c - paralēļu centri.



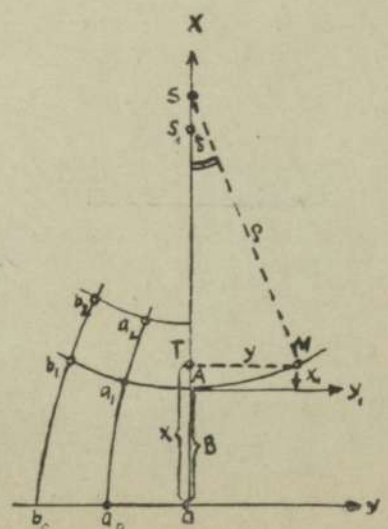
Zīm. 49^b. Vienādleņķu koniskā projekcija ar laukumiskām izokolām.



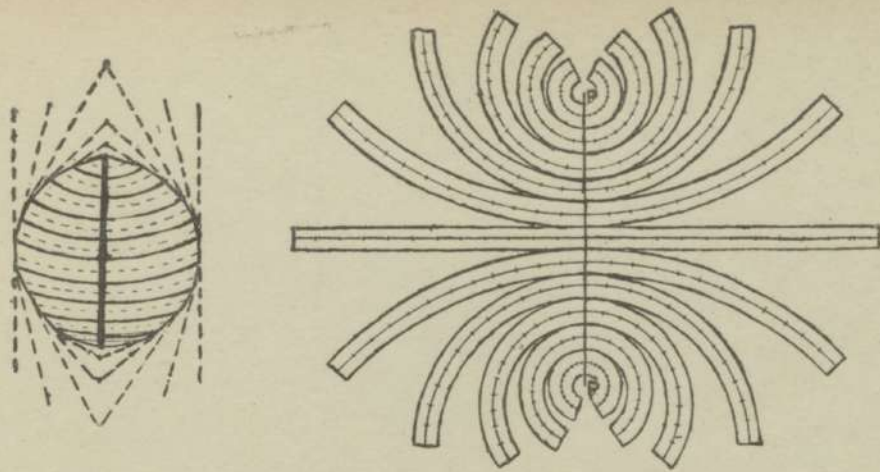
Zīm. 49c. Lamberta-Gausa vienādleņķu koniskā, šķelošā projekcija ar laukumisko deformāciju izokolām.



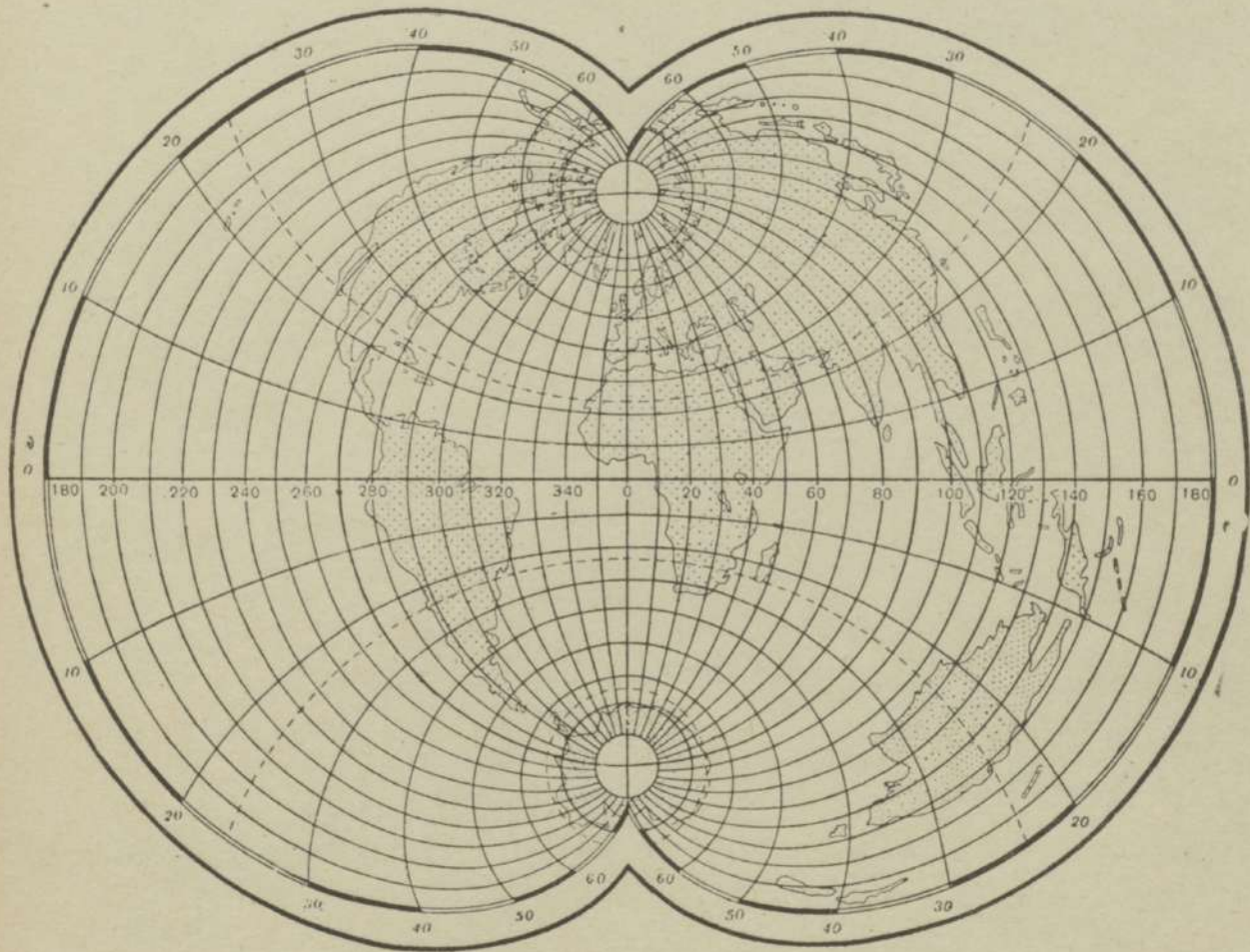
Zīm. 50^b. Polikoniskās projekcijas konstruēšana.



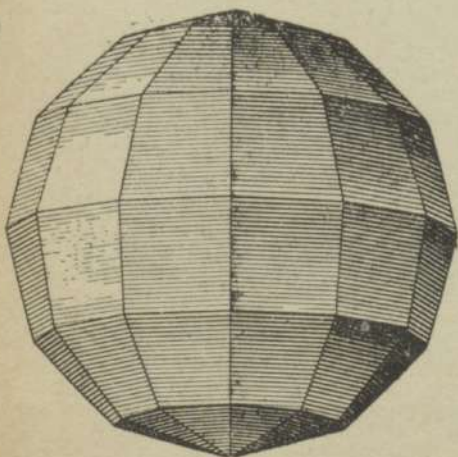
Zīm. 51.



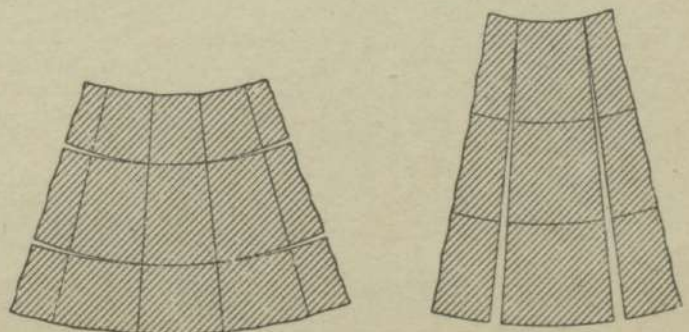
Zīm. 51^c. Polikoniskātīkla veidošanas shēma.



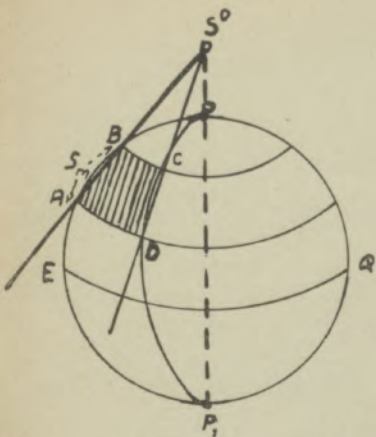
Zīm. 51a. Pasaules karte polikoniskajā projekcijā.



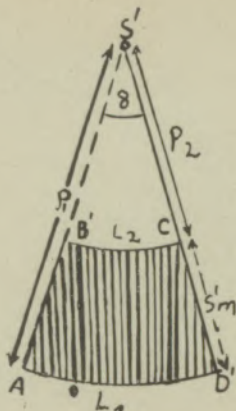
Zīm. 51b. Ap globu aprakstītais daudzplāksnis.



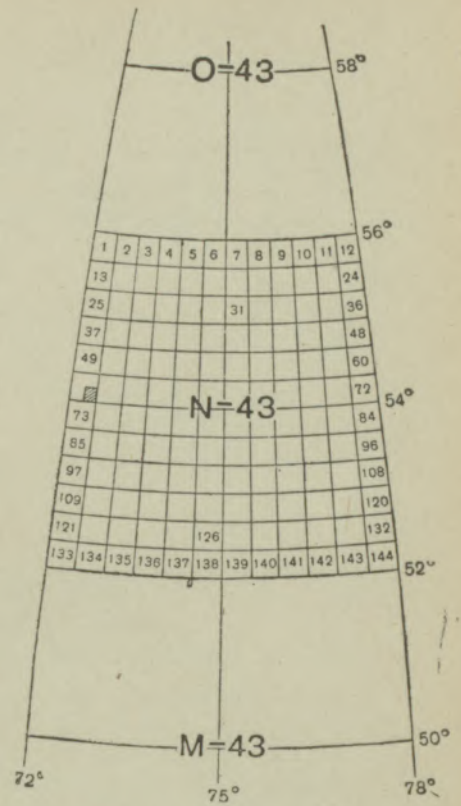
Zīm. 51c.



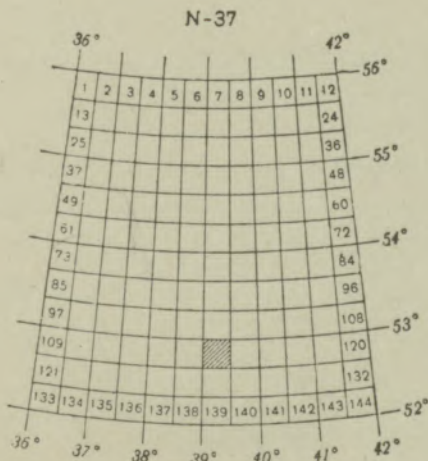
Zīm. 52.



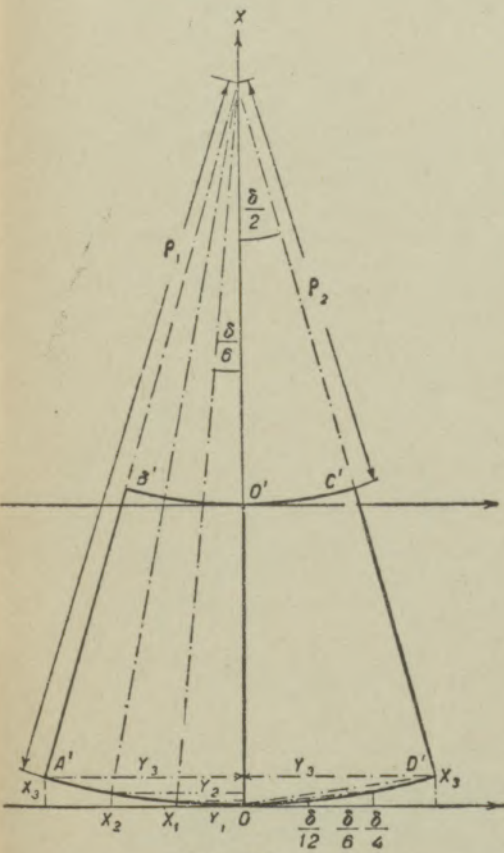
Zīm. 53.



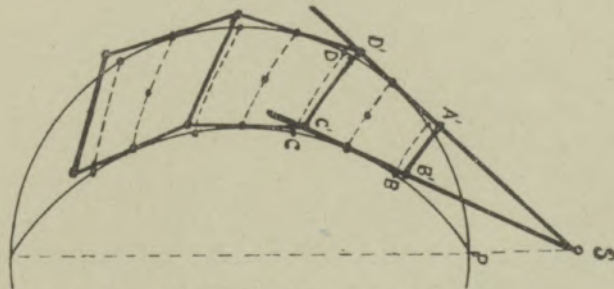
Zīm. 53a. Miljonkartes lapas N-43 un N-37, sadalītas 144 lapās, mērogā 1:100.000.



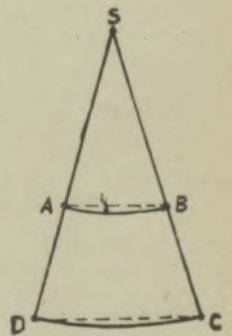
Zīm. 53b.



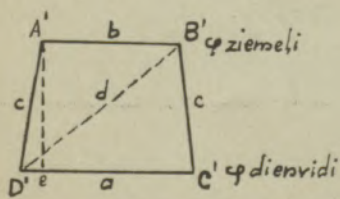
Zīm. 54.



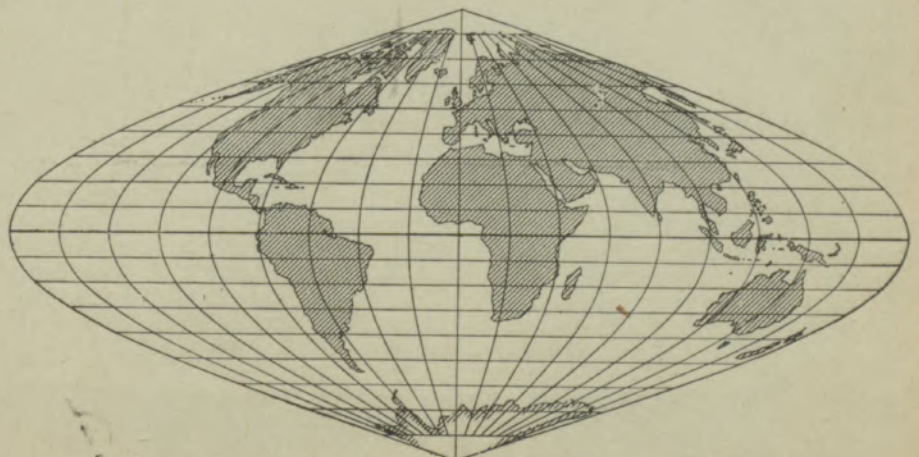
Zīm. 55. Daudzplāksņu projekcija.



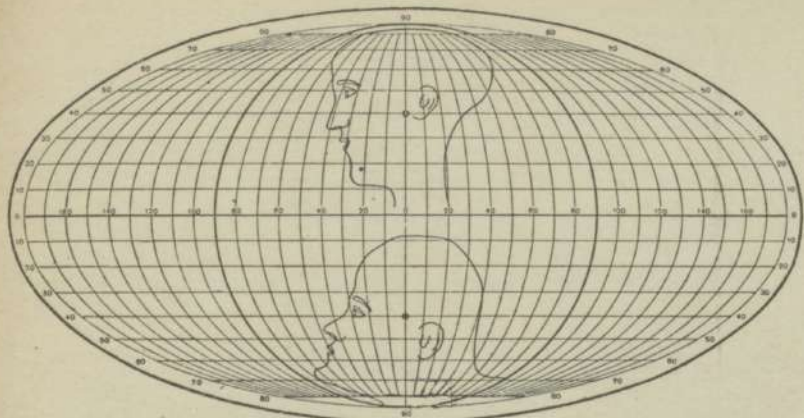
Zīm. 56.



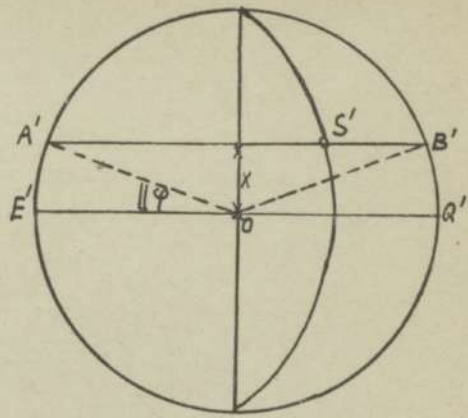
Zīm. 57.



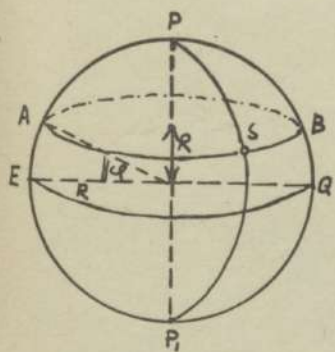
Zīm. 58. Sansona projekcija. Tīkla biežums: 10°-platumā un 20°-garumā.



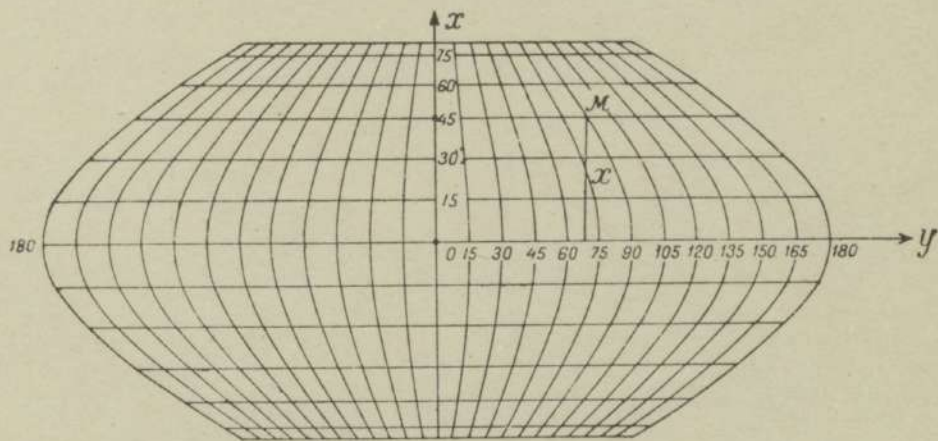
Zīm. 59. Molweides projekcija.
Raušsturole deformācija.



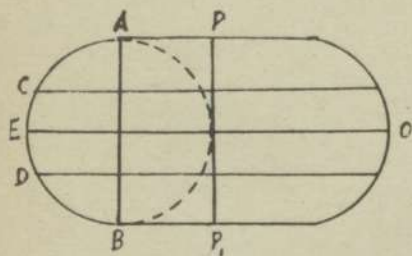
Zīm. 60.



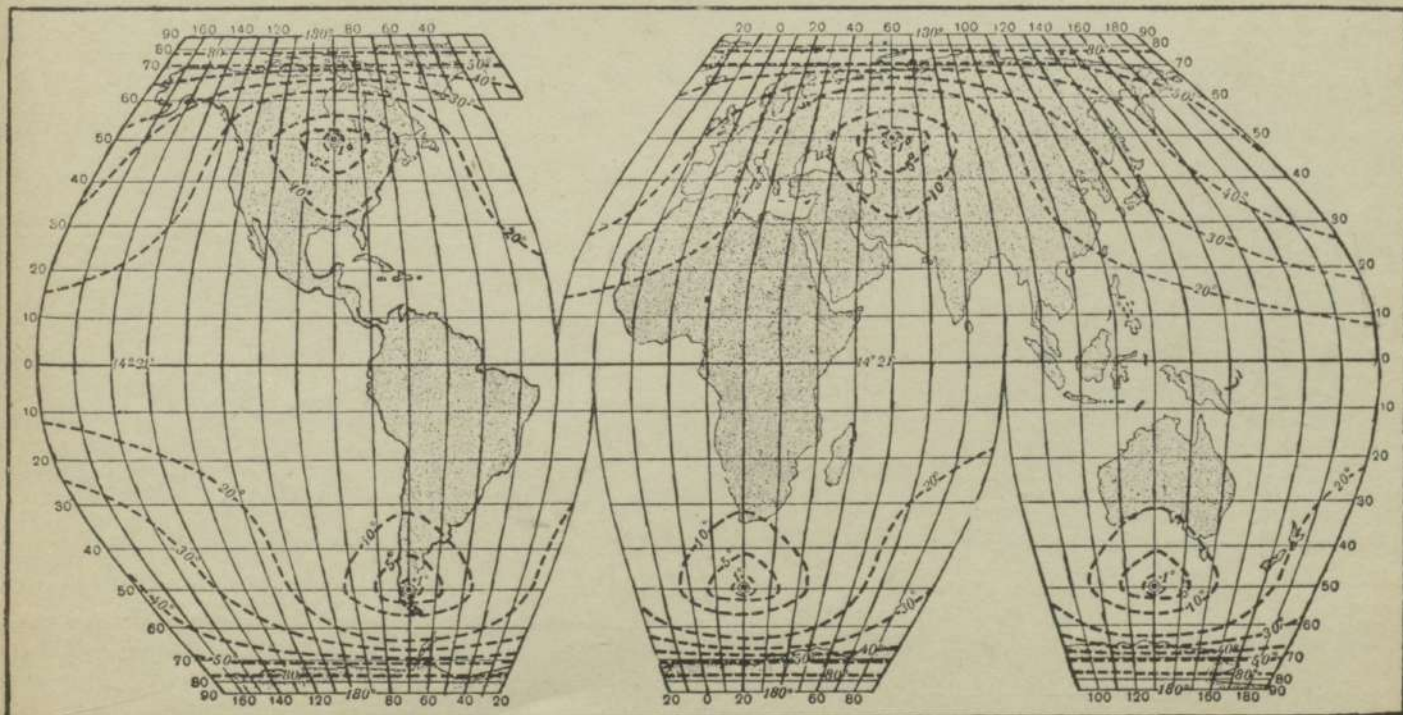
Zīm. 60a.



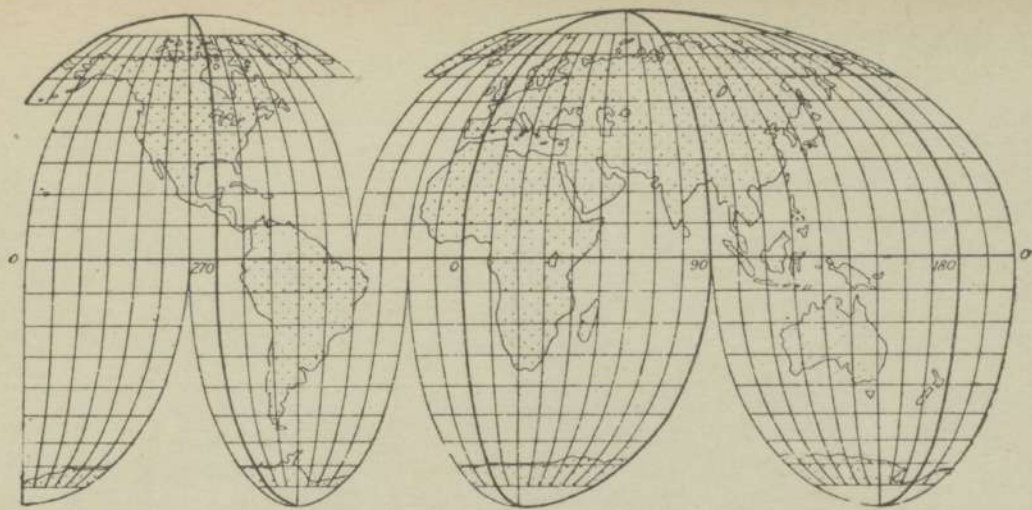
Zīm. 62. Ekkerta projekcija.



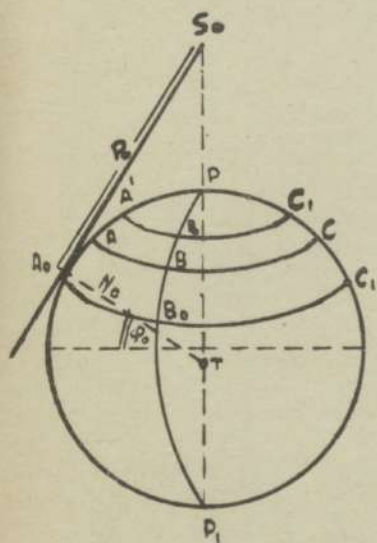
Zīm. 61.



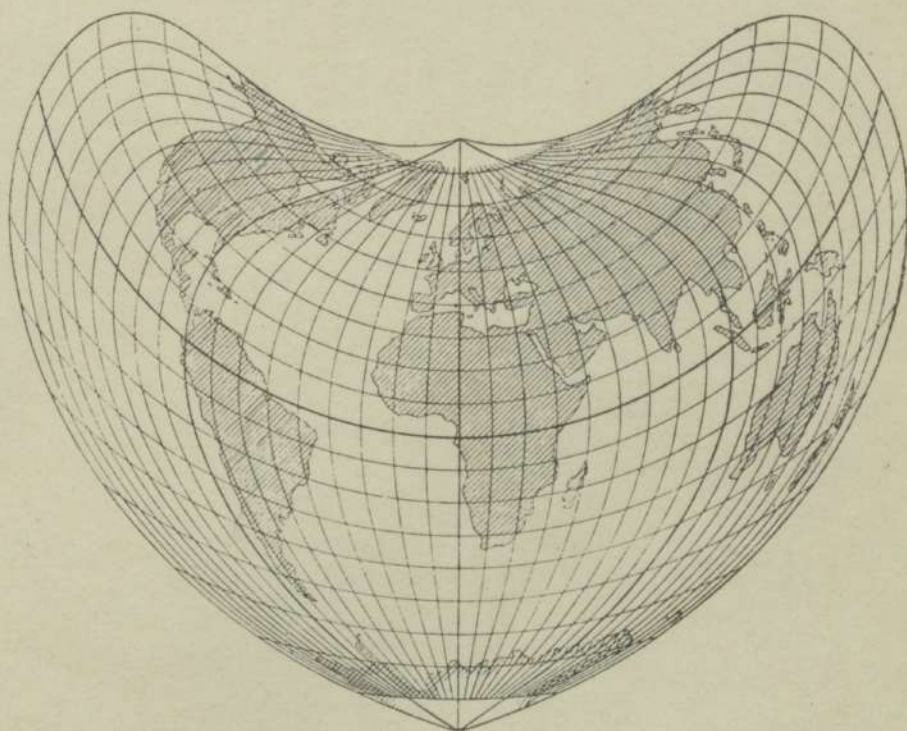
Zīm. 64. „Sarautā” Ekkerta projekcija pēc Guda metodes. Parādītas leņķisko deformējumu izokolas.



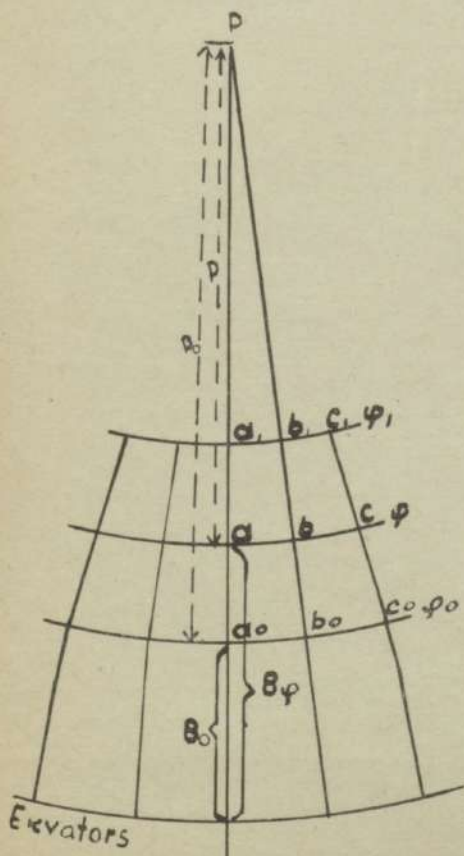
Zīm. 63. Sarautā "Molveides" projencija pēc Guda metodes.



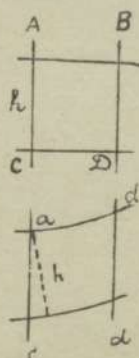
Zīm. 65.



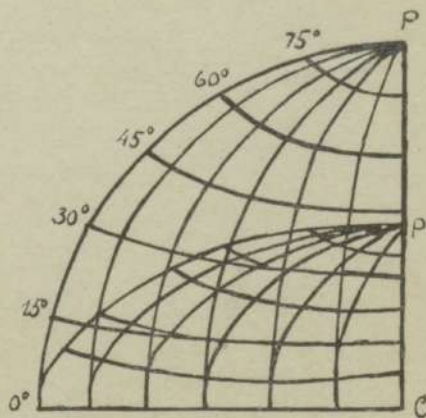
Zīm. 68. Bonne projekcijā vispasaules karte. Tikla biezums 10° .



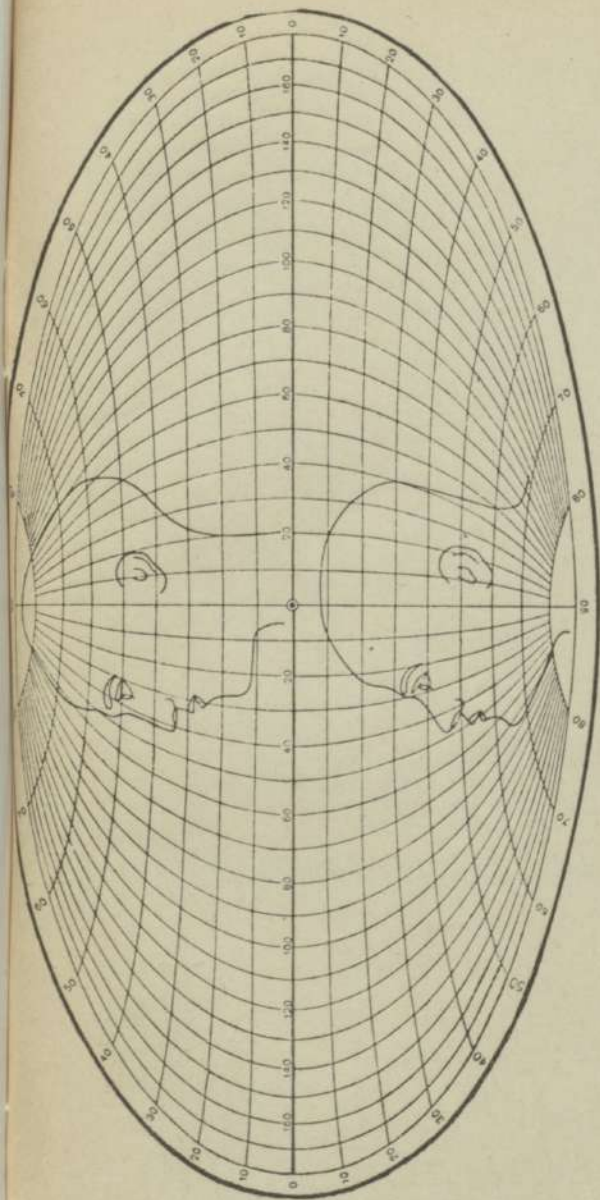
Zīm. 66.



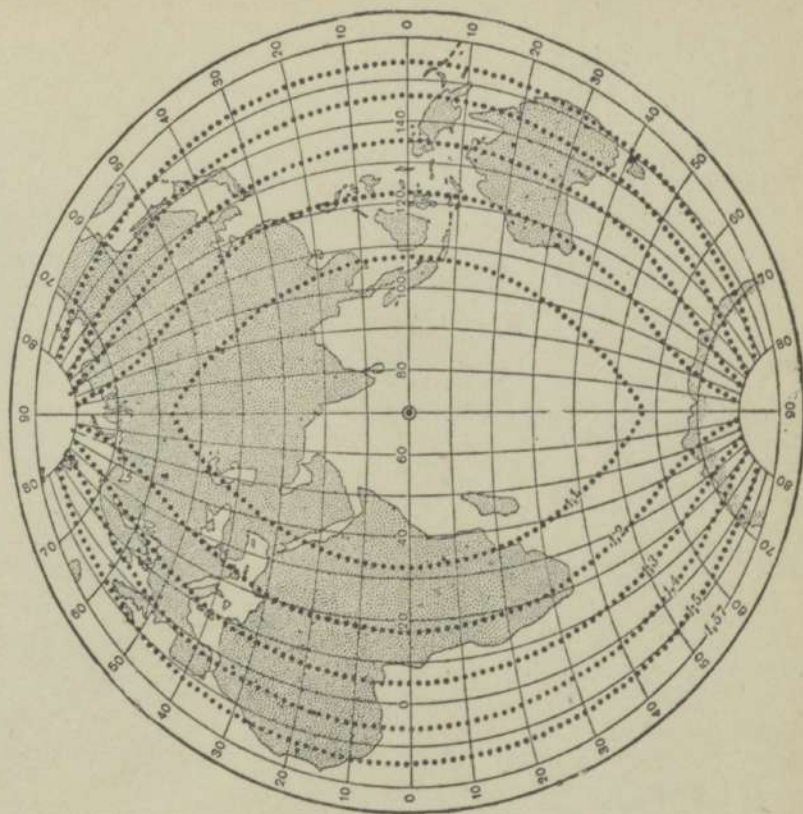
Zīm. 67.



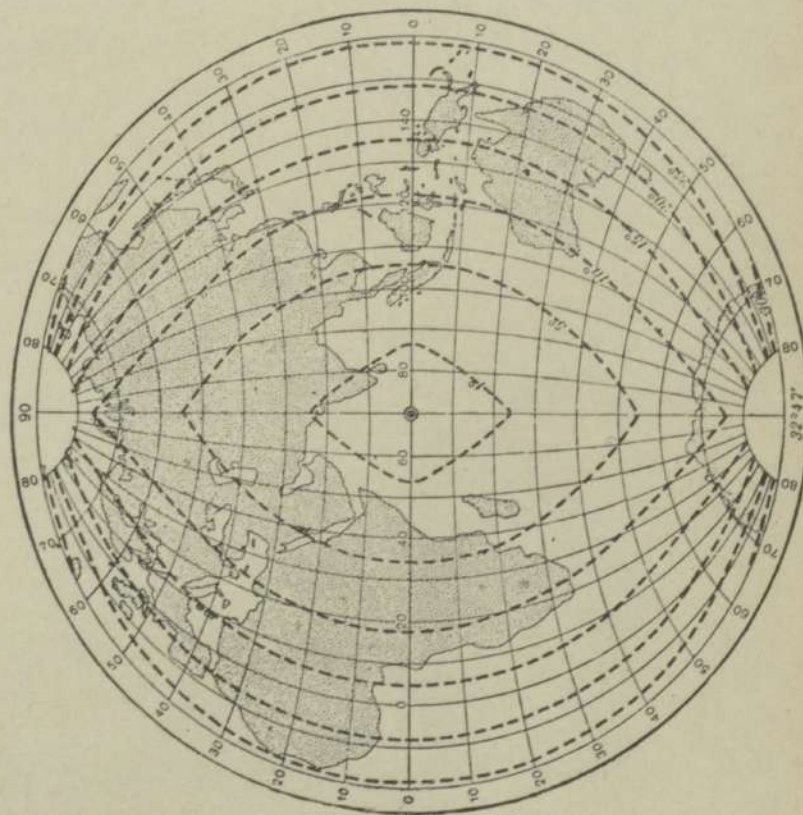
Zīm. 69.



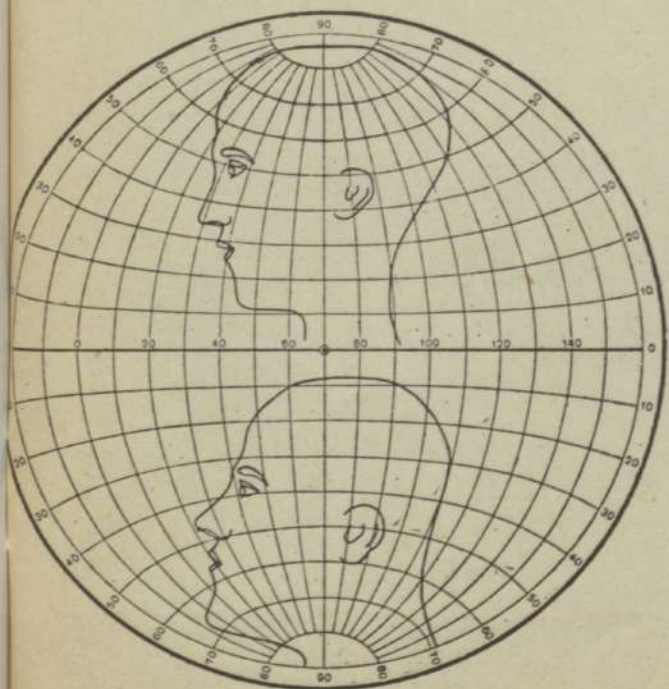
Zīm. 70. Aitova projekcija.



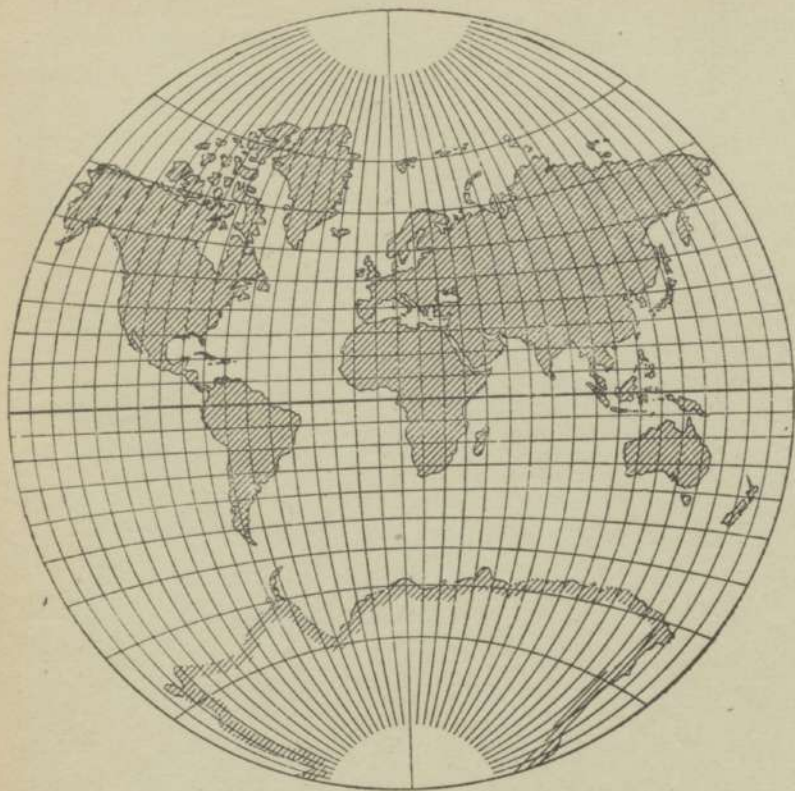
Zīm. 71c. Globulārā projekcija ar laukumiskām izkolām.



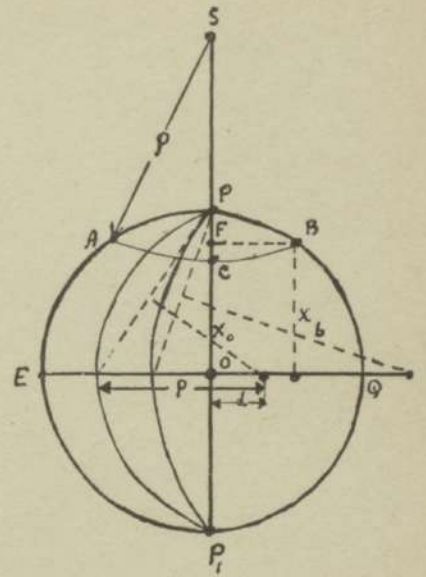
Zīm. 71b. Globulārā projekcija ar lepkiskām izkolām.



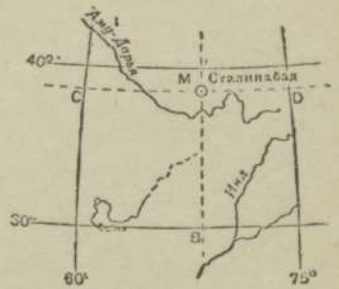
Zīm. 71a. Globulārā (Nikolsi-Arousmita) projekcija. Raksturota deformācija.



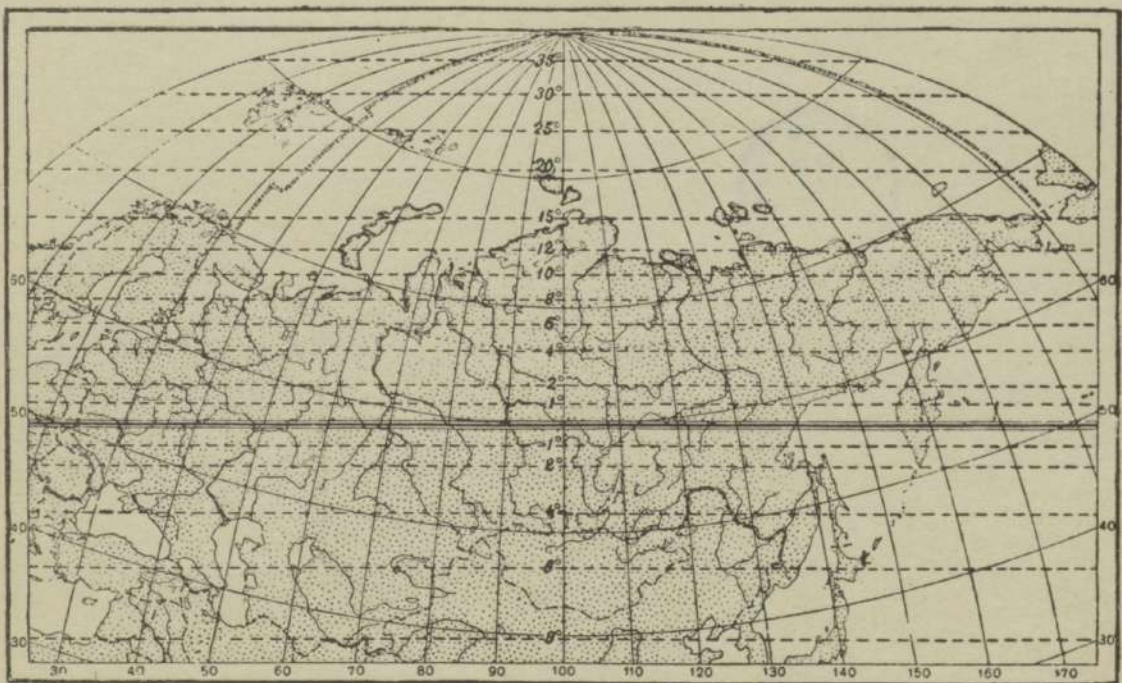
Zīm. 74. Gruntena projekcija. Tīkla biezums -10° .



Zīm. 73.



Zīm. 77.



Zīm. 75. Solovjeva projekcija ar lanku izokolām.

