

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

А.С.СУЮНОВ, Д.О.ЖЎРАҚУЛОВ, А.А.САЛАХИДДИНОВ

“МАТЕМАТИК КАРТОГРАФИЯ”

Дарслик техника фанлари доктори, профессор А.С.Суюновнинг умумий таҳрири остида нашрга тайёрланган

УДК 912(075.8)

РЕЦЕНЗЕНТЛАР:

т.ф.н. доцент И.М.Мусаев (Тошкент ирригация ва мелиорация институти “Геодезия ва ер кадастри” кафедраси мудири);

т.ф.н., доцент Ғ.А.Артиков (Мирзо Улуғбек номидаги Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти “Геодезия” кафедраси доценти);

Т.У.Сафаров (Мирзо Улуғбек номидаги Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти “Геодезия” кафедраси катта ўқитувчиси)

АННОТАЦИЯ

Дарсликда математик картография фанининг бугунги замонавий компьютерлашган янги ютуқлари келтирилган. Барча картографик проекцияларни чуқур анализ қилиниши ва қўлланилиши мумкин бўлган объектлар ёритилган. Барча турдаги хариталарни тузишда уларнинг ўзгаришларида проекцияларнинг ўрни қанақалиги атрофлича баён қилинган.

Дарслик касб хунар коллежларининг геодезия, картография йўналиши бўйича таълим олаётган ўқувчилар учун тайёрланган. Шу билан биргаликда дарсликдан геодезия, картография йўналишлари бўйича таҳсил олаётган олий ўқув юртлари талабалари, шу соҳа мутахассислари ҳам фойдаланилишлари мумкин.

АННОТАЦИЯ

В учебнике дана современная трактовка математической картографии с учетом новейших достижений в области компьютеризации картографической науки. Освещены темы, касающиеся создания, анализа и применения картографических проекций. Используются методы визуализации и анализа искажений. Рассмотрены проекции, применяемые для создания географических карт. Для студентов учащихся в колледже по специальности «Геодезик и картографик». Может быть использован студентами и магистров геодезических специальностей.

ANNOTATION

The modern treatment of mathematical cartography with application of advanced achievements in the field of computerization is given in life textbook. Many themes are covered concerning creations, analysis and application of cartographical projections. Used projections are considered for creation of geographical maps of different spatial scope. The textbook is intended for the students of professional colleges on specialty of geodesy and cartography. It can be used by students, competitors of geodetic, cartographical and geographical specialties.

МУНДАРИЖА

Кириш.....	9
1-Б О Б Хариталарнинг геодезик асослари	11
§1. Картографияланувчи жисмларнинг шарсимон модели	12
§2. Картографияланувчи жисмларнинг сферасимон модели	15
§3. Эллипсоидни шар билан алмаштириш	20
§4. Шарнинг шарга акс этиш.....	23
§5. Қутбли сферали координаталар.....	24
2- Б О Б Хариталарнинг математик асосларининг элементлари	30
§ 6. Хариталар масштаби.....	30
§ 7 Картографик проекция.....	34
§ 8. Картографик сеткалар.....	36
§ 9. Хариталар рамкаси ва координатали сеткалар.....	38
§ 10. Проекциянинг ўртача меридиани.....	40
3-БОБ Картографик проекцияларда янглишлар.....	43
§ 11. Юзанинг метрик элеменлри.....	43
§ 12. Узунликлар хатоси.....	47
§ 13. Майдонлар хатоси.....	50
§ 14. Бурчак катталиклари хатоси. Азимутлар хатоси.....	51
§ 15. Шаклларнинг ўзгариши.....	53
§ 16. Хариталарда локал хатоларнинг акс этиш.....	57
§ 17. Минтақавий масштабдаги хатоларнинг хариталарда акс этиш.....	60
4-БОБ Картографик проекциялар классификацияси.....	66
§ 18. Картографик проекцияларнинг классификация аломатлари.....	66
§ 19. Хатолар катталиги ва характериға кўра проекциялари классификацияси.....	68
§ 20. Нормал картографик сетка кўриниши бўйича проекциялар классификацияси.....	75
§ 21. Математик элементлар параметрларининг таркибига кўра картографик	

проекциялар классификацияси.....	106
5-БОБ Картографик проекцияларни танлаш.....	123
§ 22. Проекцияларни танлашни умумий қоидалари.....	123
§ 23. Ўзгаришлар характери ва катталиқнинг проекция танлашга таъсири...126	
§ 24. Картографик проекцияларни танлаш учун экспертли тизим.....	128
§ 25. Картографик проекцияларни автоматик танлаш.....	131
Фойдаланилган адабиётлар.....	135

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	9
Глава 1. Геодезические основы карт.....	11
§ 1. Шарообразная модель картографируемых тел.....	12
§ 2. Сфероидическая модель картографируемых тел.....	15
§ 3. Замена эллипсоида шаром.....	20
§ 4. Отображение шара на шар.....	23
§ 5. Полярные сферические координаты.....	24
Глава 2. Элементы математической основы карт.....	30
§ 6. Масштабы карты.....	30
§ 7. Картографическая проекция.....	34
§ 8. Картографические сетки.....	36
§ 9. Рамки карты и координатные сетки.....	38
§ 10. Средний меридиан проекции.....	40
Глава 3. Искажения в картографических проекциях.....	43
§ 11. Метрические элементы поверхности.....	43
§ 12. Искажения длин.....	47
§ 13. Искажения площадей.....	50
§ 14. Искажения угловых величин.....	51
§ 15. Искажения форм.....	53
§ 16. Отображение на картах локальных искажений.....	57
§ 17. Отображение на картах искажений регионального масштаба.....	60
Глава 4. Классификация картографических проекций.....	66
§ 18. Признаки классификации картографических проекций.....	66
§ 19. Классификация проекций по характеру и	

величинам искажений.....	68
§ 20. Классификация проекций по виду нормальной картографической сетки.....	75
§ 21. Классификация картографических проекций по составу параметров математических элементов.....	106
Глава 5. Выбор картографических проекций.....	123
§ 22. Общие положения выбора проекций.....	123
§ 23. Влияние характера и величин искажений на выбор проекции.....	126
§ 24. Экспертная система для выбора картографических проекций.....	128
§ 25. Автоматизированный выбор картографических проекций.....	131
Список литературы.....	135

TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION	9
CHAPTER 1. Geodetic basis of maps	11
§ 1. Spherical (ball-shaped) model of cartographic bodies	12
§ 2. Spheroid model of cartographic bodies	15
§3. Replacement of ellipsoid by a sphere	20
§4. Display of a sphere to a sphere	23
§5. Polar spherical coordinates	24
CHAPTER 2. Elements of a mathematical basis; of maps	30
§6. Scales of maps	30
§7. Cartographical projection	34
§8. Cartographical grids.....	36
§9. Framework of a map and coordinate grids	38
§10. An average meridian of rojection.....	40
CHAPTER 3. Distortions in cartographical rojections.....	43
§11. Metric elements of a surface	43
§12. Distortions of lengths	47
§13. Distortions of the areas	50
§14. Distortions of angular values	51
§15. Distortions of forms.....	53
§16. Reflection (display) of local distortions on maps	57
§17. Reflection (display) of regional scale distortions on maps.....	60
CHAPTER 4. Classification of cartographical projections	66
§18. Signs of classification of cartographical projections.....	66
§19. Classification of projections by character and sizes of distortions	68
§20. Classification of projections by the form of normal cartographical grid	75
§21. Classification of cartographical projections by structure of parameters of mathematical elements	106

CHAPTER 5. Choice of car to graphical projections.....	123
§22. General positions of avbore projections.....	123
§23. Influence of character and sizes of distortions on the choice of Projection	126
§24. Expert system for a choice of cartographical projections	128
§25. The automated choice of cartographical rojections	131
LIST OF LITERATURE.....	135

КИРИШ

Географик карталарнинг асосий ва ўзига хос хусусиятлари, бу уларнинг математик аниқ тузилганлигидир. Карталарнинг геодезик асосига таяниш йўли билан ва карталарнинг математик асоси ёрдамида математик аниқликка эришилади. Шу туфайли картографик тасвирларнинг картага жойлаштирилиши, улар томонидан акс эттириладиган воқеъларнинг ва объектдаги ҳодисаларнинг жойлашишига тўғри келади.

Геодезик асос деганда, карталарни яратиш учун керакли бўлган геодезик маълумотларнинг йиғиндиси тушунилади. Бу масалалар батафсил геодезия фанида кўриб чиқилади.

Математик картографияни ўрганиш предмети - картани яратиш жараёни бошланувчи картанинг математик асоси ҳисобланади. Мазкур масалани ҳал қилишда маълум математик қонунлар қўлланилади. Улар картографияланувчи юза ва текислик нуқталари координаталарининг ўзаро алоқасини ўрнатади, яъни картографик тўр танлайди, картографик тўр қурилади, сўнгра уларнинг масштаблари, ўлчашлари, карталарнинг компоновкаларини аниқлаш геометрик жабҳалари, чизилиши ва номенклатураси ҳақидаги барча масалалар ҳал қилинади.

Шундай қилиб, математик картографиянинг катта қисмини картографик проекциялар назарияси эгаллайди. Картографик проекцияларни яратиш қадим ўтмишда бошланган. Бунда Ернинг шарсимонлигини ҳақидаги тасаввур ёрдам берган. Ўтмишнинг юксак олимлари бу масалани ҳал қилиш учун катта ҳисса қўшган. Мутафаккир Фалес Милетский (625-547 эр. олдинги) юлдузли осмон картаси учун гномоник проекцияни тузган. Эротесфен Киренский (эрамиздан олдинги 276-194) тенг ораликли цилиндрик проекцияда қуруқлик тасвирланган хартани тузди. Математик ва астроном Аполлоний Пергскийга (эрам.олдинги 260-170) ортографик проекция маълум эди. Буюк астроном Гиппарх (эр.олдинги 160-125) ортографик ва стереографик проекцияларни қўллаб, географик координаталарни келтириб чиқаради ва аниқ карталар учун кенгликлари ва узокликлари ўлчанган таянч пунктларининг кераклигини

биринчи бўлиб кўрсатган. Клавдий Птоломей (90-160 йиллар атрофида) псевдоконусли проекцияни тузди, бошқа проекцияларни кўллади ва конусавий проекцияларни тузиш усулини ишлаб чиқди.

XI асрда ватандошимиз Беруний Хоразмда ишлаб, шарсимон глобуляр проекциясини яратди. XV асрда денгиз сайёҳи – Генрих квадрат-цилиндрли проекцияни қайта тиклади. Ҳиндистонга ғарбий денгиз йўлини излаш сабабли Паоло Тосканелли псевдоцилиндрли картани яратди. Буюк картограф Г.Меркатор (Герард Кремер, 1512-1594) дунё картаси учун тенг бурчакли цилиндрлик проекцияни кўллади, бу кейинчалик унинг номи билан аталди.

XVIII-XIX асрларда геодезия фани гуркираб ривожланди. Ўтказилган кенг геодезик ўлчаш ишлар ва топографик план олишлар картографик проекциялар назариясининг ривожланишига кўмаклашди. Немис олими Т.Г.Ламберт (1728-1777) тенг бурчакли проекциялар назариясини тузди.

Петербург фанлар академияси аъзоси Л.Эйлер (1707-1783) тенг катталикдаги проекцияларини ўрганди. Буюк немис математик К.Ф.Гаусс (1777-1855) бир юзанинг бошқасига акс этиш назариясини ишлаб чиқди.

Француз олими Н.А.Тиссо (1824-1897) картографик проекцияларда хатоликлар умумий назариясининг яқунланган кўринишида баён қилди.

1856 йилда буюк рус математики П.Л.Чебышев (1821-1894) «энг фойдали» проекция ҳақидаги муҳим назарияни яратди.

Чунончи дарслиқда математик картография фанини ўрганадиган олий ўқув юртлари ва коллежлар талабалари учун зарур бўлган маълумотлар ва уларнинг турлари, хилма хиллиги, усуллари тегишли мисоллар билан қисқа ва лўнда қилиб баён қилинди.

Дарслиқнинг ёзишда бир қатор хориж олимларнинг охириги йилларда чоп этган ишларидан ва интернет маълумотлардан афрофлича фойдаланилди.

Ушбу дарслиқ шу соҳадаги ўзбек тилида ёзилган илк китоб бўлгани ва қисқа фурсатда тайёрланиши зарурлиги сабаб, камчиликлардан фориқ эмас. Шунинг учун муаллифлар дарслиқ тўғрисида билдирилган барча фикр ва мулоҳазаларни мамнуният билан қобул қиладилар.

1 – Б О Б

КАРТАЛАРНИНГ ГЕОДЕЗИК АСОСЛАРИ

Картография фан геодезиядан авваламбор картографияланувчи жисмларнинг математик моделлари ҳақидаги маълумотларни олади. Бу жисмларнинг шакли ва ҳажмини тавсифловчи параметрлар, параллеллар ва меридианлар ёйи узунлигини, трапециялар майдонини ҳисоблаш ва карталарни яратиш ва проекцияларини тузилиши билан боғлиқ булган керакли ҳисоб-китобларни бажариш имконини беради. Шунингдек геодезик координаталар тизими қўлланилади жойда нукта координаталарини сакловчи булиб ҳисобланган. Геодезик тўрлар шахобчалари катта аҳамиятга эгадир. Шу шахобчалар асосида топографик план олишлар бажарилади ва топографик карталар яратилади. Ўз навбатида уларнинг асосида, қўплаб мавзули карталар яратилади.

Астероидлар, комета ядролари ва баъзи сайёраларнинг йўлдошларидан ташқари, картографияланувчи жисмларнинг фигуралари, одатда, математик тўғри жисмлар билан аппроксимацияланиши мумкин. Кўпинча улар шар ёки айланиш эллипсоида бўлиши мумкин. Бундай жисм юзаси нисбийлик юзаси ёки референц-юза деб аталади. Айнан нисбийлик юзаси танланган картографик проекцияда текисликка лойиҳаланади.

Уч ўқли эллипсоид картографиялаш учун кам қўлланилади, чунки унинг қўлланилиши аниқланмаган мураккаб ҳисоблар билан бириктирилгандир. Одатда, уни сайёраларнинг баъзи йўлдошларини картографиялаш учун қўллайдилар. Шундан, масалан Марс йўлдоши Фобос ҳисобланади. Нотўғри шаклли жисмга келсак, ҳозирги вақтда карталарда уларнинг ҳақиқий юзасининг визуаллашуви ғоялари кузатилмоқда.

Картографияланувчи моделда нуктанинг ҳолати географик координаталар-кенглик ва узоклик билан аниқланади. Кенглик экваторда 0 дан Шимолий қутбда $+90^\circ$ гача ва Жанубий қутбда -90° гача ҳисобланади. Узоклик ҳисоби бошланғич меридиандан 0 дан шарқий йўналишда $+180^\circ$ гача

ва ғарбий йўналишда - 180° гача олиб борилади. Кейинчалик узоклик ҳисобининг айнан шу тизими қўлланилади. Баъзан узокликлар шарқий ёки ғарбий йўналишда 0 дан 360° гача ҳисобланади.

Халқаро астрономик иттифок планетографик узокликларни осмон жисмларига қарама-қарши йўналишда ҳисоблашни тавсия этади.

Шарли модел ҳолатида сферик кенглик ва узоклик, эллипсоидли айланиш ҳолатида эса эллипсоидли координаталар қўлланилади.

Эллипсоидли координаталар ўз навбатида эллипсоид марказига тегишли геоцентрик ва геодезик кенглик ва узунликларга бўлинади. Асосийси геодезик координаталар ҳисобланади.

§ 1. КАРТОГРАФИЯЛАНУВЧИ ЖИСМЛАРНИНГ ШАРСИМОН МОДЕЛИ

Кўплаб картографияланувчи жисмлар шар билан аппроксимацияланиши мумкин. Агар Ер глобусини экваториал диаметри 1м килиб тайёрланса, у ҳолда унинг кутбий диаметри ҳаммаси булиб 3,4 мм га қисқа бўлади. Кўплаб сайёралар юзасидаги нотекисликлар ўлчамлари уларнинг сфералари диаметрларидан анча кичикдир.

Шундай, Ер ҳолатида ҳам картографияланувчи юза рельефи параметрларининг максимал катталиги, тоғларнинг баландлиги ва чуқурликлар сайёранинг ҳажмига нисбатан катта эмас. Агар яна ер диаметрини 1 м гача кичрайтурсак, у ҳолда анча силлиқ юзали шар ҳосил бўлади.

Ердаги Мариан нови, 0,9 мм чуқурча бўлади, Эверест эса 0,7 мм ли баландликни ҳосил қилади

Шарнинг шакли ва ўлчамлари унинг радиуси билан аниқланади. 1-жадвалда Куёш системаси сайёралари учун шар радиуслари кийматлари келтирилган. Ернинг айланиш уки билан ёки бошқа космик жисмга мос равишда мослаштирилувчи шарнинг диаметри, кутбий айланиш уки деб қабул қилинади. Шарнинг маркази орқали унинг айланиш ўқидан перпендикуляр ўтувчи текислик экватор текислигини ҳосил қилади. Шардаги нуқта ҳолатини

аниқловчи асосий координаталар сферали кенглик ва узоклик ҳисобланади.

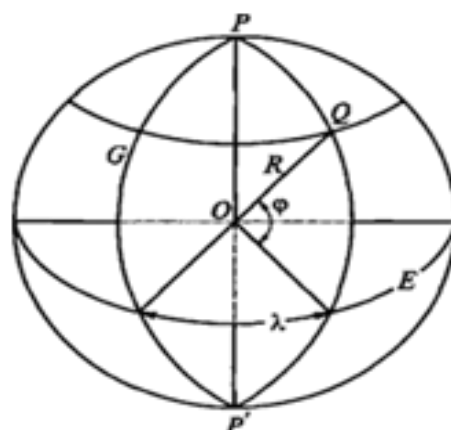
(1-расм). Сферик кенглик φ –бурчак, экватор текислиги ва берилган нуктанинг Q нормал чизиги орасидаги бурчакдан иборат.

1-жадвал

Куёш системаси сайёраларининг радиуслари ва ярим ўқлари

Саёралар	Шар радиуси R , км	Экваториал радиус а, км	кутбий радиус в км
Меркурий	2439,7	2439,7	2439,7
Венера	6051,8	6051,8	6051,8
Ер	6371,00	6378,14	6356,75
Марс	3390	3397	3375
Юпитер	69 911	71492	66 854
Сатурн	58232	60268	54 364
Уран	25 362	25 559	24 973
Нептун	24 622	24 764	24 341
Плутон	1195	1195	1195

Сферага бўлган нормаль унинг радиусига туғри келади, кенглик шар радиуси ўртасидаги марказий бурчакка тенг. **Экватор текислиги** экватор бўйлаб шар юзасини кесиб ўтади. Экваторга параллель бўлган текисликлар тизими шар юзасини кесиб ўтиб, унда **параллелларни** ҳосил қилади. Исталган меридианнинг текислиги шарнинг айланиш ўқи орқали ўтади.



1-расм. R-радиусли шар нукталарининг географик координаталари:
 φ -сферик кенглик; λ -сферик узоклик; P_1P^1 -географик кутблар;
G-Гринвич (бошлангич) меридиани; **E**-экватор

Сферик узоклик λ берилган нукта меридианни текислиги ва бошланғич (Гринвич) меридиани ўртасидаги икки қиррали бурчак билан аниқланади. Шардаги меридиан ва параллеллар тўри географик тўрни яратади.

Параллеллар ва меридианлар ёйи. Сферада параллель айлана ёйи ҳисобланади. Унинг радиуси (r) кенгликка боғлиқ ва

$$r = R \cos \varphi. \quad \text{га тенг.}$$

A_1 ва A_2 булган узокликга тенг бўлган, иккита нукта ўртасидаги параллель ёйи узунлиги (s)

$$s = r (\lambda_2 - \lambda_1). \quad \text{га тенг.}$$

Узокликлар фарқи радианларда ифодаланган.

Меридианлар – айлана ёйидир, уларнинг радиуси шар R радиусига тенг. Радианларда ифодаланган экватор ва кенглик φ параллели ўртасидаги меридиан (S) ёйи узунлиги учун

$$S = R\varphi.$$

га эга бўламиз.

Сферик трапеция майдони. Тенг катталиқдаги проекцияларни қуришда математик картографияда сферик трапеция майдони қўлланилади, у шарда экваторда, берилган кенглик φ параллели ва иккита меридиан билан чекланган, уларнинг узокликлари фарқи бир радианга тенг. Бу майдон (P) қиймати кўйидаги формула билан аниқланади.

$$P = R^2 \sin \varphi.$$

Шарли модель анча оддий ва муҳим амалий аҳамиятга эга. Бу модель Ерни кичик масштабли картографиялашда қўлланилади. У шунингдек оралиқ юза сифатида ҳам қўлланилади, унда “қўш лойиҳалаш” усули деб аталадиган картографик проекцияни тузишда дастлаб ер эллипсоиди тасвирланади. Сфера юзаси мураккаб шаклга эга бўлган жисмларни картографиялашда қўлланилади.

Бундай ҳолатда ушбу жисм моделига сфера туширилади ва ундан картографияланувчи юза баландлиги ҳисобланади.

§ 2. КАРТОГРАФИЯЛАНУВЧИ ЖИСМЛАРНИНГ СФЕРАСИМОН МОДЕЛИ

Ўзгармас ўқ атрофида айланувчи катта жисмларнинг аниқроқ модели **сфероид** ҳисобланиб, унинг зарраларининг ўзаро тортишиш кучи таъсири остида бўлган жисм қабул қилувчи фигурадир. Энг оддий сфероидлар бўлиб кутб ўқи бўйлаб кичик сиқилишли айланиш эллипсоиди ҳисобланади.

Айланиш эллипсоиди- геометрик жисм бўлиб, эллипснинг кичик ўқи атрофида эллипснинг айланишидан ҳосил бўлади. Агар сферани факат битта параметр-радиуси аниқласа, у ҳолда айланиш эллипсоидини иккита параметр тавсифлайди. Асосий параметр бўлиб эллипсоиднинг катта экваториал ярим ўқи a ҳисобланади. Иккинчи параметр сифатида кўпинча кутбий сиқилиш α ёки меридианли эллипс эксцентритетларининг биринчи (e) ёки иккинчи (e') ёки кутбий кичик ярим ўқ b қўлланилади. Айтилган катталиклар кўйидагича ўзаро боғлиқдир:

$$\alpha = (a - b)/a; e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}; (e')^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2};$$
$$b = a(1 - \alpha) = a\sqrt{1 - e^2}; \alpha = 1 - \sqrt{1 - e^2}; e^2 = \alpha(2 - \alpha).$$

Куёш системаси сайёралари учун айланиш эллипсоидлари параметрларининг қийматлари 1-жадвалда, тарқалган ер эллипсоидлари учун эса 2-жадвалда кўрсатилган.

Бу ер эллипсоидларининг айланишлари яхши маълумдир. **Деламбра** эллипсоиди бўйича, Париж меридани узунлигининг қирқ миллиондан бир қисмига тенг бўлган метр узунлиги келтириб чиқарилган. **Вальбек** эллипсоиди XIX асрда Россияда қўлланилган Эйри эллипсоиди Буюк Британияда киритилган, **Эверест** эллипсоидлари Ҳиндистонда қўлланилган **Бессель** эллипсоиди Европа ва Осиё мамлакатларида қўлланилган. Шимолий ва

Марказий Америка мамлакатларида эса 1866 йил **Кларк** эллипсоиди киритилган. Осиё, Африка ва Марказий Американинг баъзи мамлакатларида 1880 йилдан бошлаб **Кларк** эллипсоиди қўлланилди. Америкалик геодезист Хейфорднинг эллипсоиди 1924 йилда Мадридда бўлиб ўтган халқаро микёсида тан олинди, Европа. Осиё ва Жанубий Америка мамлакатларида ва ҳаттоки Антарктидада қўлланилган. Бироқ унинг ҳажми етарлича тўғри аниқланмаган ва у ҳозирги шароитда халқаро умумер эллипсоиди сифатида қўлланила олмайди.

2-жадвал

Асосий ер эллипсоидлари ва уларнинг параметрлари

Эллипсоид	Йил	Катта ярим ўқ а, м	Сиқилиш α
Деламбра	1800	6 375 653	1/334
Вальбека	1819	6 376 896	1/303
Эйри	1830	6 377563	1/299,3250
Эвереста	1830	6 377276	1/300,8017
Бесселя	1841	6 377397	1/299,15
Кларка	1866	6 378 206	1/294,98
Кларка	1880	6 378249	1/293,46
Хейфорда	1909	6 378388	1/297
Красовского	1940	6 378245	1/298,3
Австралийский	1965	6 378160	1/298,25
GRS-67	1967	6 378160	1/298,2472
WGS-72	1972	6 378 135	1/298,26
GRS-80	1979	6 378 137	1/298,25722
WGS-84	1984	6 378 137	1/298,25722
ПЗ-90	1990	6 378 136	1/298,25782

Красовский эллипсоиди собиқ СССРда геодезик ва картографик ишлар учун 1940 йили тасдиқланган. Бу эллипсоид ва унинг параметрлари буюк олим Ф.Н. Красовский (1878-1948) ва унинг шогирди А.А. Изотов (1907-1988) томонидан ҳисобланган. Красовский эллипсоиди бугунги кунгача МДХ мамлакатларида қўлланилмоқда.

XIX асрнинг 60-70-йилларда халқаро астрономик геодезик ташкилотлар томонидан тавсия қилинган **GRS-67** ва **WGS-72** эллипсоидлар параметрлари Австралия ва унинг атрофида, шу билан бирга Жанубий Америкада қўлланилган. Бу эллипсоидлар замонавий техники ютуқларининг дастлабки авлодларидир.

Ҳозирги вақтда замонавий аниқлик параметрларига эга бўлган **GRS-80**

Эллипсоид системасига эгамиз (Geodetic Reference System, 1980 –

Геодезик референци тизим 1980 й)

Унинг асосида Австралия, Европа,

Шимолий ва Марказий Америка

мамлакатларининг замонавий

координата тизимлари яратилган.

WGS-84 (World Geodetic System,

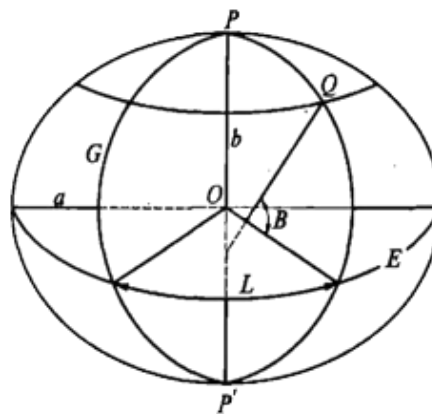
1984-йил Жаҳон геодезия тизими)

эллипсоиди дунё миқёсида тан

олиниб, йўлдошли **GPS** Америка

глобал тизими туфайли кенг

тарқалди.



2-расм. а ва в ярим ўқли

айланиш эллипсоиди

нуқталарининг геодезик

координаталари.

B- Геодезик кенглик;

L- Геодезик узоклик;

P, P' –Географик қутблар;

G- Гринвич (бошланғич) меридиани;

E- Экватор.

Космик аппаратларни қўллаш билан боғлиқ масалаларни ечиш учун Россияда **ПЗ -90** эллипсоиди қўлланилмоқда.

Эллипсоиддаги исталган нуқтанинг геодезик ҳолати **кенглик** ва **узоклик** билан аниқланади (2-расм)

Геодезик *B* кенглик - мазкур нуқтада ер эллипсоиди юзасига нормал билан ва экватор текислиги орасида ҳосил бўлган бурчакдир. Геодезик *L* узоклик - мазкур нуқта текислиги ва бошланғич меридиан ўртасидаги икки қиррали бурчакдир.

Эллипсоиддаги меридианлар ва параллеллар тўри географик тўрни шаклантиради.

Шардан фарқли айланиш эллипсоиди бир нечта радиусларга эга. Айланиш эллипсоидининг энг муҳим радиуслари қўйидагилар:

M – меридиан эгрилик радиуси;

N – биринчи вертикал эгрилик радиуси;

R – унинг мазкур нуқтасида нормал орқали ўтувчи турли текисликлар билан эллипсоидларнинг кесишувидан билан ҳосил бўлган чизик эгрилигининг ўртача радиуси;

r – параллель радиуси.

Айтилган радиуслар қўйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 B)^{3/2}};$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}};$$

$$R = \sqrt{MN};$$

$$r = N \cos B.$$

Меридиан радиуси меридианлар ёйи узунлигини ҳисоблаш ва шу ёйлар бўйича кенгликни топиш учун қўлланилади. Биринчи вертикалнинг эгрилик радиуси параллеллар радиусларини ва ўрта радиусларни ҳисоблаш учун керак бўлади. Қутбда радиуслар $M=N$. Бошқа кенгликларда барча радиуслардан энг каттаси N , энг кичиги эса – M дир. Шунинг учун меридиан ва биринчи вертикал радиуслари эгриликнинг **асосий радиуслари** деб ҳам аталади. Ўрта радиус эллипсоид юзасини шар юзасига айлантириш билан боғлиқ бўлган масалаларни ечимида қўлланилади

Параллеллар ва меридианлар ёйлари.

Айланиш эллипсоидидаги параллел айлана ҳисобланади. Иккалама нуқта ўртасидаги ёйларининг узунлиги параллель радиусининг r *қунайтмасига тенг*:

$$s = r(L_2 - L_1).$$

Меридиан эллипсни англатади. Унинг ёйлари узунлигининг ҳисоблаш анчагина мураккаб ҳисобланади. Экватордан параллелгача меридиан ёйи учун қўйидаги формулага эгамиз.

$$S = \int_0^B M dB.$$

Бу интеграл сонли усул билан ёки интегралости ифодаси қаторига жойлаштириш йўли билан ечилади.

Математик картографияда ёйлар узунлигини ҳисоблаш кўпинча Красовский эллипсоидининг картографик проекцияларини тузиш ёки янгилаш билан боғлиқ. Радианларда ифодаланган Красовский эллипсоиди ва кенгликлари учун формула қўйидагича бўлади:

$$S = 6367558,5 B - \sin B \cos B (32005,6 + 134,6 \sin^2 B).$$

Ёйларни бу формула бўйича ҳисоблаш хатолиги 0,2 м дан ошмайди. S ўқ белгиси бўйича B кенгликнинг кетма-кет яқинлашувини ҳисоблашда ҳам, бу формуладан фойдаланилади. Бунда биринчи яқинлашишда $B = \beta$ деб қабул қилинади, унда

$$\beta = S/6367558,5.$$

Сфероидли трапеция майдони. У экватор, берилган кенглик B параллели ва турли узокликдаги иккала меридианлар билан чекланган бўлади ва улар қўйидаги формулалар билан ҳисобланади:

$$P = b^2 / 2 \cdot [(\sin B / 1 - e^2 \sin^2 B) + (1/2 e \cdot 1n) (1 - e \sin B) / 1 - e \sin B]$$

$$P = b^2 (\sin B + 2/3 e^2 \sin^3 B + 3/5 e^4 \sin^5 B + 4/7 e^6 \sin^7 B + \dots).$$

Ернинг аниқ фигурасини уч ўқли эллипсоид намоиш этади. Бироқ картографик ишларда Ернинг уч ўқли эллипсоидидан уч ўқлиликнинг заиф

кўриниш ва ҳисоблаш формулаларининг ҳаддан ортиқ мураккаблиги сабабли, у жуда кам ишлатилади

§ 3. ЭЛЛИПСОИДНИ ШАР БИЛАН АЛМАШТИРИШ

Барча ҳолларда, аниқлик имкон берганда эллипсоид ёки унинг қисмлари шарнинг юзаси билан алмаштирилади. Бундай алмаштириш майда масштабда картографиялашда жуда долзарбдир. Ундан ташқари, айтиб ўтганимиздек, математик картографияда иккиламчи лойиҳалаш усули қўлланилади, аввал эллипсоид шарга проекцияланади, кейин эса шар текис берилган проекцияга акс эттирилади.

Эллипсоидни шарга проекциялашда шарнинг радиусини танлаш ва эллипсоиднинг кенглиги B ва узоклиги L дан шарнинг кенглиги φ ва узоклиги λ га ўтиш усулини танлаш масаласи келиб чиқади. Одатда эллипсоид шар билан шундай мослаштириладики, уларнинг маркази, айланиш ўқи ва меридианлар бошланғич текислиги туғри келсин. Бунда экваторлар текислиги ва барча меридиан текисликлари бир-бирига мос келади ва узокликлар ўзгармас бўлиб қолади:

$$\lambda = L$$

Фақат кенгликлар ўзгартирилади. Бунда кутблардава экватордаги уларнинг кийматлари ўзгармасдан қолади. Урта кенгликларда яқинлашган сари улар тез узгаради. Сферик кенглик киймати ва шарнинг радиусини танлаш эллипсоиднинг шарда акс эттириш усули билан аниқланади. Бундай усулларнинг бир нечтаси мавжуд.

Сферик акс этиш. Бу ҳолатда сфера ва эллипсоиднинг тегишли нукталарида нормаллар ўзаро параллел жойлашади. Шунинг учун жорий сферик ва геодезик кенгликлар бир-бирига тенг деб қабул қилинади:

$$\varphi = B$$

Катта бўлмаган ҳудудлар учун шарнинг радиуси картанинг марказий нуктасида ўртача радиусга R тенглаштирилади. Бутун сайёралар шар билан

алмаштирилганда, унинг радиуси кўйидаги учта киймат ўртача арифметигидан ҳисобланади.

- эллипсоиднинг учта ярим ўқларининг ўртачасига тенг шарнинг радиусидан;
- эллипсоид юзасининг майдонига тенг шар радиусидан;
- ҳажми эллипсоид ҳажмига тенг шар радиусидан.

Ер учун шарнинг ўртача радиуси $R = 6371\text{км}$. Чизиқли ўлчамлари ҳажми, юза майдони ва ҳажмига кўра бундай радиусли шар ер эллипсоидига яқиндир. Бу шарда экватор ва қутб ўртасидаги меридиан ёйи 5,6 км га (0,05%) узунроқдир, чорак экваторнинг ёйи эса айланиш эллипсоидига нисбатан 11,2 км га (0,1%) қисқароқдир. Бундай хатоликлар майда масштабда географик карталарда намоён бўлмайди.

Тенг бурчакли акс этиш. Эллипсоиддан бурчаклар шарга хатоликсизкўчирилади. 1807 йилда таклиф қилинган Мольвейде усулида шарнинг радиуси эллипсоиднинг катта ярим α ўқига тенглаштирилади. Кенликлар φ радианларда кўйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\varphi = B - \alpha \sin^2 B + \beta \sin 4B;$$
$$\alpha = \frac{e^2}{2} + \frac{5e^4}{24} + \frac{3e^6}{32} + \dots; \quad \beta = \frac{5e^4}{48} + \frac{7e^6}{80} + \dots$$

Красовский эллипсоиди учун бурчак секундларга айлантирилгандан кўчиришдан кейин $\alpha = 692,234''$, $\beta = 0,963''$ деб олинади. Узунликларнинг максимал хатолиги қутбларда ҳосил бўлади ва у 0,3% ни ташкил этади. Эллипсоид ва шарнинг кенликлар бўйича энг катта фарқи 45° - параллелда бўлиб у $11' 32,23''$ ни ташкил этади. Бу дегани, шарда мазкур параллел унинг эллипсоиддаги ҳолатига нисбатан экваторга 21,4 км га силжиганлигини билдиради.

Тенг катталиқдаги акс этиш. Шардаги объектлар майдони эллипсоиддаги мос майдонларга тенгдир. Сферик кенглик радианларда қўйидаги формула билан ҳисобланади.

$$\varphi = B - \alpha \sin 2B + \beta \sin 4B;$$

$$\alpha = \frac{e^2}{2} + \frac{31e^4}{180} + \dots; \quad \beta = \frac{17e^4}{360} + \dots$$

Красовский эллипсоиди учун бурчак секундига айлантирилгандан сўнг $\alpha = 461,797''$, $\beta = 0,436''$ келиб чиқади Шар радиуси эса шар ва эллипсоидларни юза майдонларининг тенглиги шarti билан қўйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$R = a \left(1 - \frac{e^2}{6} - \frac{17e^4}{360} - \frac{201e^6}{9072} - \dots \right).$$

Красовский эллипсоиди учун бундай шарнинг радиуси 6371116 м. ни ташкил этади. Узунлик ва бурчакларнинг максимал хатолиги ўзгариши экватор нукталарида ҳосил бўлади ва 0,1% ва 3,8' ни ташкил этади. Кенгликларнинг энг кўп узоқлашуви 45° параллелда бўлади ва у 7' 43,8'' га тенг. Бу параллел шарда тахминан 14,3 км га экватор томонга силжийди

Тенг оралиқли акс этиш. Эллипсоидни шарга проекциялаш икки хил усулда: Булар меридианлар ёки параллеллар узунлигини сақлаб бажарилиши мумкин. Агар меридианлар узунлиги шарда эллипсоидаги S кийматларига тенг бўлиб қолса, унда сферик кенгликнинг φ радианларда ва шарнинг радиуси R қўйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$\varphi = S/R;$$

$$R = \frac{a}{1+n} \left(1 + \frac{n^2}{4} + \frac{n^4}{64} + \dots \right); \quad n = \frac{a-b}{a+b}.$$

Красовский эллипсоиди ҳолатида $R = 6\,367\,558,5$ м га тенг.

Агар эллипсоид шарга шундай проекцияланса, яъни шардаги параллеллар узунлиги эллипсоиддаги тегишли параллеллар узунлигига тенглашса, бу ҳолатда шарнинг радиуси айланиш эллипсоидининг катта ярим ўқиға(а) тенглашади. Сферик кенгликлар эса қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади

$$\operatorname{tg} \varphi = \sqrt{1 - e^2} \operatorname{tg} B.$$

Параллелларнинг силжиш катталиги карталарнинг қайси масштабларида нуқталар кенглигини ҳисоблаш керак, ёки бўлмаса қайсисида буни бажариш шарт эмаслигини кўрсатувчи омил бўлиб хизмат қилади. Масалан, параллелларнинг энг катта силжишларини проекциялашнинг иккита биринчи усулда содир бўлади. Ер ҳолатида айтиб ўтилганидек, улар 21,4 км. га етади. 1:20 000000 масштабли картада бу 1,07 ммни ташкил этади.

Бутун дунёни ёки унинг бир қисмини тасвирловчи майда масштабли карталарда эллипсоидни шарга алмаштириш туфайли хатоликлар сферик юзадан текисликга ўтишда ҳосил бўлувчи хатоликдаги нисбатан кичик бўлади. Масалан, олий мактаблар учун мавзули дунё картасида 1:1500 000 масштабда экватор -эллипсоидни сфера билан алмаштирилиши сабабли 0,1% га ва сферанинг текисликда акс этиш туфайли 15.7%га қисқарган.

§ 4 ШАРНИНГ ШАРДА АКС ЭТИШ

Картографик проекцияларини конструкциялашнинг баъзи ҳолларида бошлангич шарни тасвирлашдан фойдаланилади. Масалан, Ер шарини бошқа оралиқ шарга. Гильбертнинг усули шарни шарга проекциялашга мисол бўла олади (3-расм). Бутун ер шари тенг бурчаклилиқ шартида янги сферанинг битта ярим шарига проекцияланган. Бунда узоклик ва кенглик қуйидаги формулалар буйича ҳисобланади янги шар нуқталари учун координаталар штрих билан белгиланган:

$$\lambda' = \lambda/2; \sin \varphi' = \operatorname{tg} \varphi/2.$$



3-расм. Бутун Ер шари битта ярим шарда тасвирланган

§ 5. ҚУТЪЛИ СФЕРИК КООРДИНАТАЛАР

Шарда меридианлар ва параллелларнинг географик тўри, экватор ва географик кутблар ўрнига қатор ҳолларда сферик кутбли координаталарни қўллаш қулай ҳисобланади. Бунинг учун сферада координаталарнинг кутбли тизими кутби деб, полюсини қабул қилинувчи нуқта танланади. Қисқача қилиб айтганда, уни шартли кутб деб атаймиз. Кутбдан 90° га орқада қолувчи сферадаги катта айлана ёйи шартли экватор деб қабул қилинади. Бу кутб билан

экваторга нисбатан координата чизиқларининг янги тўри курилади, уларни биз шартли параллел ва меридианлар деб атаймиз.

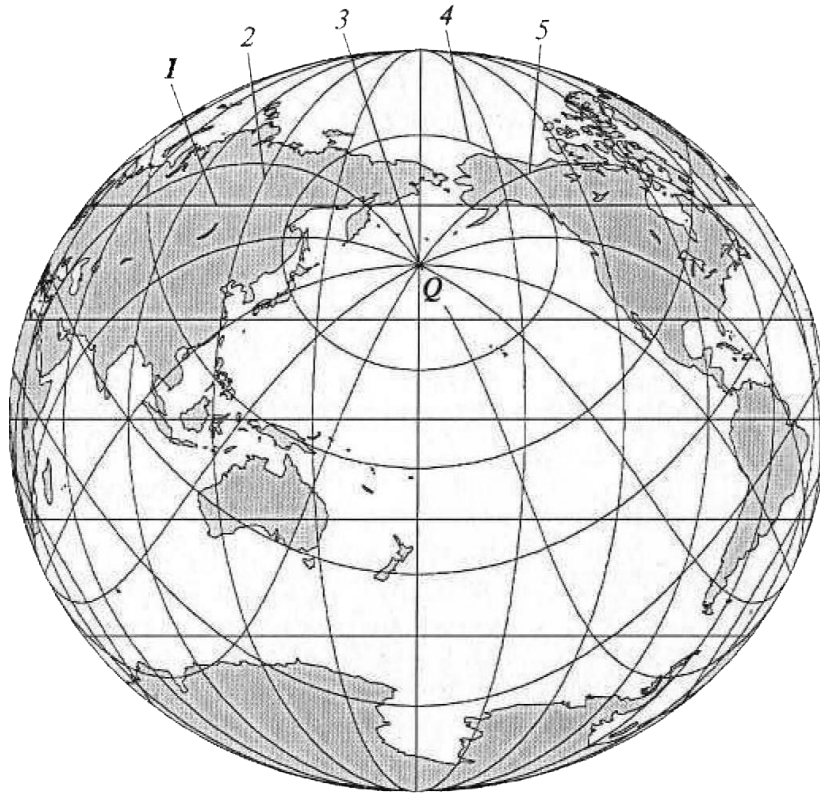
Географик тўрли глобусга шаффоф сфера тортилган деб тасаввур қилайлик. Бу сферада яна қутб, экватор мавжуд, меридиан ва параллелларининг географик тўри курилган. Шаффоф сферани айлантириб, унинг қутби, тўри ва экваторини глобусдаги географик тўрга нисбатан силжитамиз. Энди глобусдаги ҳар қандай нуқтанинг ҳолатини янги сферик координаталар билан аниқлаш мумкин: шаффоф сфера тўрларига нисбатан ҳисобланувчи шартли кенглик φ' ва шартли узоқлик λ' . Шартли кенглик ўрнига уни **зенитли масофа** (Z) деб номланувчи. тўғри бурчакгача уни тўлдирувчи кўлланилади (Z). Агар шартли кенглик шартли экватор ва сфера радиуси ўртасидаги бурчак билан аниқланса, унда зенитли масофа бу радиус ва координаталарнинг қутбли тизим қутбига бўлган йўналиш ўртасидаги бурчакка тенгдир. Шунинг учун кенглик ва зенитли масофа ҳар доим бир-бирини тўғри бурчаккача тўлдиради:

$$\varphi + Z = \pi/2.$$

Ҳар бир шартли параллел зенитли масофанинг доимий қийматига туғри келади. Уни яна альмуқантарат-зенитли масофанинг **тенг чизиги** деб ҳам аташади. Ҳар бир шартли меридиан баъзи азимут (α) остида шартли қутбдан келиб чиқади. Уни вертикал деб аташади. Бу азимутни шартли узоқлик ёки уни белгиловчи катталиқ каби қабул қилиш мумкин.

Альмуқантаратлар ва вертикаллар тўрини меридианлар ва параллелларнинг силжиган тўри каби қараш мумкин. Унда географик қутб координаталарнинг қутбли сферик тизми қутб ҳолатига жойлаштирилган бўлади.

Шартли қутбнинг жойлашиш кенлигидан қатъий назар координаталарнинг бир нечта тизими мавжуд;



Расм 4. Қийшиқ қутбий координата системаларининг географик ва ёрдамчи тўрлари

1-параллел; 2-меридиан; 3-қутб, қийшиқ координата системаларининг б қутби (сананинг ўзгариши ва 45°-параллеллар кенглигини меридианда жойлашуви); 4-альмукантарат; 5-вертикал

- **нормал координаталарнинг тизими** - қутбли сферик координаталар тизими; унинг қутби географик қутб билан мослаштирилган;
- **кўндаланг координаталарнинг тизими** – қутбли сферик координаталар тизими, унинг қутби экваторда жойлашган;
- **қийшиқ координаталар тизими** – қутбли сферик координаталар тизими, унинг қутби географик қутб ва экватор ўртасида жойлашган бўлади.

Шунга мос равишда картографик проекциялар **нормал, бўйлама ёки кўндаланг** деб аталади.

Географик тўр ва альмукантаратлар ва вертикаллар тўри шартли меридианлар ва параллеллар 4 – расмда кўрсатилган.

Жорий нуктанинг, шартли кенгликлари φ' ва зенитли масофани Z ўрта меридиандан ҳисобланувчи унинг географик кенлиги φ ва узоклиги λ бўйича ҳисоблаш кўйидаги формула бўйича ҳисобланади.

$$\sin \varphi' = \sin \varphi_0 \sin \varphi + \cos \varphi_0 \cos \varphi \cos \lambda;$$

$$Z = \pi/2 - \varphi'.$$

Бу ерда φ_0 шартли кутбий кенглик

Жорий вертикал азимути λ кўйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$\operatorname{tg} a = \frac{\cos \varphi \sin \lambda}{\cos \varphi_0 \sin \varphi - \sin \varphi_0 \cos \varphi \cos \lambda}.$$

Азимут қийматини тўғри аниқлаш учун шуни унутмаслик керакки, формулада кўрсатилган суратдаги ишоралар $\sin \lambda$ нинг ишорасига махраждаги ишоралар $\cos \alpha$ нинг ишорасига тўғри келади. Шунинг учун азимутини ҳисоблашда кўйида келтирилган коидалардан фойдаланиш керак:

Ишора		Азимут
суратда	махражда	
+	+	$\operatorname{arctg} a$
+	-	$\pi + \operatorname{arctg} a$
-	-	
-	+	$2\pi + \operatorname{arctg} a$

Баъзан картада аралаш картографик тўрни куриш зарурати туғилиши мумкин, яъни шартли меридианлар ва параллеллар тўрини масалан, агар географик кутб у ёки бу сабаб туфайли уз холатини ўзгартирган холларда

меридианлар ва параллелларнинг қандай жойлашувини кўриш муҳимдир. Шунинг учун шартли кенглик φ^1 ва азимутларнинг α берилган кийматлардаги жорий нукталарнинг кенглик φ азимутларнинг α берилган кийматлардаги жорий нукталарнинг кенглик φ узокликларини ҳисоблаш учун формулалар керак.

Агар сферада географик ва шартли кутбларни жойини алмаштирсак. Унда мос келувчи меридианлар ва параллеллар турлари ҳам уз жойларини алмаштиради.

Масалан, агар 4 –расмда географик полюсни координаталар кутбий тизими кутби ўрнига жойлаштирсак, у ҳолда географик тўрининг кўриниш вертикаллар ва альмукантаратларининг ёрдамчи тўрлари эга бўлган кўринишга эга бўлади. Шунинг учун масалани ечишда φ ва φ' кенгликларни шунингдек, азимутлар ва узокликларни λ ўзаро алмаштириш керак.

Бир қатор кийшик проекцияларда шартли кутбни географик кутбдан кейинги урта меридиан давомидан жойлаштирилади, яъни меридиан 180° га силжитилган.

φ' (Z) ва a ни ҳисоблаш учун келтирилган формулалардан фойдаланиш мумкин, унда a ъзо олдидаги ишора узгартирилади. Бундай ҳолда азимут α географик кутб ва жорий нукта йуналиши орасидаги шартли кутбий бурчакни аниқлайди. Уни берилган шартли меридианнинг шартли узоклиги деб ҳам айтишимиз мумкин.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Математик картография нимани ўрганади?
2. карталарнинг геодезик асоси деганда нима тушинилади?
3. Математик картографияда қандай геодезик элементлар қўлланилади?
4. Карталарни тузиш учун қандай нисбийлик юзаси қўлланилади?
5. Ернинг шарли модели қачон қўлланилади?
6. Қандай параметрлар сфероидли моделни аниқлайди?

7. Картографиялашда айланиш эллипсоидининг қанақа эгрилик радиуслари қўлланилади?
8. Сферик узокликлар ва кенгликлар геодезик узокликлар ва кенгликлардан нимаси билан фарқ қилади?
9. «Географик тўр» ибораси деганда нима тушинилади?
10. Сферада ва айланиш эллипсоидида параллеллар ва меридианларнинг ёй узунликлари қандай ва қай мақсадларда аниқланади?
11. Узокликларни фарқи бир радиан бўлган сферик ва сфероидик трапециялар майдони нима учун керак?
12. Қайси мақсадларда эллипсоид шарга проекцияланади?
13. Нима учун узоклар эллипсоиддан шарга ўтишда қайта ҳисобланмайди? Қайси ҳолатларда кенгликлар ҳам қайта ҳисобланмайди?
14. Гийбертнинг «Икки олам» проекцияси қандай топилган?
15. Қайси мақсадларда шартли қутб, шартли экватор танланади ва альмукантаратлар ва вертикаллар тўри қурилади?
16. Қутбли сферали координаталарнинг нормал эгри ва кўндаланг тизимларида шартли пелюс қаерда жойлашади?
17. Зенитли масофа ва шартли кенглик қандай боғлиқдир?
18. Жорий нуқта учун альмукантаратнинг зенитли масофасини ва вертикал азимутини ҳисоблаш учун қанақа маълумотлар керак?

2 - Б О Б

ХАРИТАЛАРНИНГ МАТЕМАТИК АСОСЛАРИНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Хариталарнинг математик асосларини *математик элементлар* йиғиндисиди ташкил этади.

Математик элемент – бу объектив реаллик ва харитани картографиялаш модели ўртасида алоқани ўрнатувчи ва уни тузиш ёки кўллашда ишлатиладиган элементдир.

Хариталарнинг математик элементларига унинг масштаби, картографик проекцияси, картографик тўр, координаталар тўри, харита рамкаси, проекциясининг ўқ меридиани киради. Хариталарнинг математик элементларига шунингдек таянч нуқталар, харитада тасвирланган жой объектлари, ариқ координаталар ёки картада киришади мумкин. Таянч пунктларга геодезик пунктлар, харитадаги аниқ объектлар, масалан йўл кесишмалари, ороллар, куллар ва бошқалар таянч нуқталари бўлиш мумкин.

Таянч нуқталарининг йиғиндисиди хаританинг тасвирланувчи жой билан математик аниқ алоқасини ўрнатишга имкон беради.

§ 6. ХАРИТАЛАР МАСШТАБИ

Масштаблар асосий, қисман ва вақтинчалик турларга бўлинади.

Узунликнинг бош масштаби – эллипсоид ёки шарнинг харитада тасвирланишида чизиқли қийматларининг неча марта кичирайганлигини кўрсатувчи нисбатдир .

Харитада узунлиги асосий масштабда тасвирланган параллеллар асосий параллеллар деб аталади. Улар баъзи проекцияларни куришда катта аҳамият кашф этади.

Майдонларнинг асосий масштаби- эллипсоиднинг ёки шарнинг уни харитада тасвирланишда ҳажми қанчага камайганини кўрсатувчи муносабатдир.

Майдонларнинг асосий масштаби узунликларнинг бош масштаби квадратига тенг. Харитада у ёзилмайди. Харитада у фақат алоҳида нукталарда ёки чизикларда сақланади. Бироқ алоҳида ҳолларда тенг катталиқдаги лойиҳалар мавжуд бўлиб, майдонларининг асосий масштаби бутун харитада ўзгармасдан қолади.

Майдонларнинг бош масштабининг узунликларнинг бош масштабидан фарқи анча шундадир.

Асосий масштаб жуда муҳим математик элемент ҳисобланади. У харитани тайинлаш функцияси ва унинг асосий материал билан таъминланганлиги ҳисобланади.

Хариталар йирик, ўрта ва майда масштабли бўлади. Хар бир ҳудудий даражага бош масштабларнинг баъзи оптимал диапазони туғри келади.

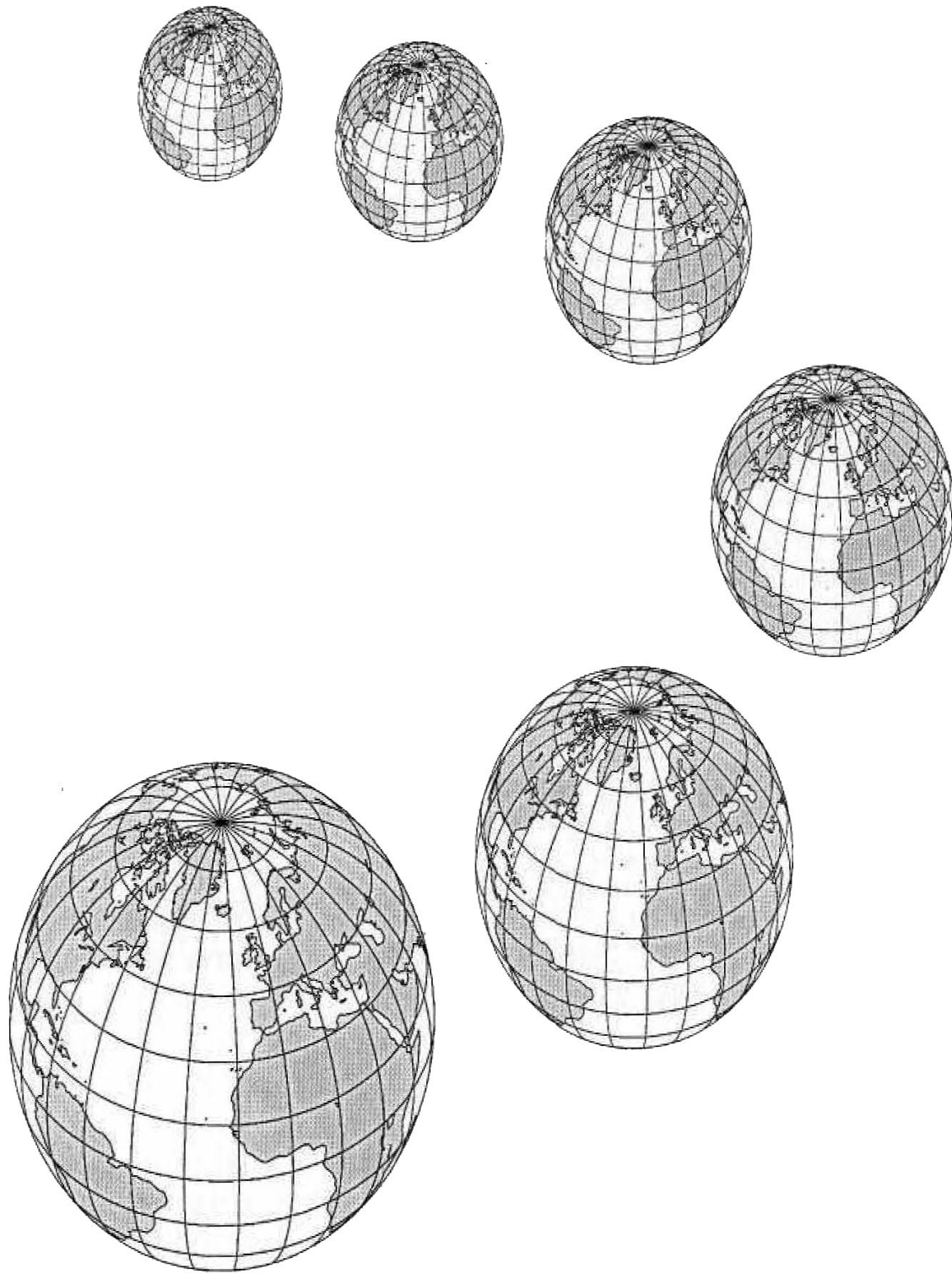
Майда масштабли хариталар табиат зоналарини, тоғ тизимларини, планетарлар тузилишларини кузатиш учун қулайдир. Ўрта масштабли хариталар материк ва океанларини районлаштириш, йирик ҳалқа тузилишларни, линеаментларни топиш учун яхшидир. Йирик масштабли хариталар ландшафтлар, оддий тупроқ зоналарининг, микрорельеф, микроклим тузилишни ва ҳоказоларни батафсил ўрганиш учун кўлланилади.

Хаританинг турли жойларида масштаблар асосийдан ё катта ё кичик бўлиш мумкин. Улар *шахсий масштаблар* деб аталади.

Узунликнинг шахсий масштаби – харитада чексиз кесма узунлигининг эллипсоид ёки шар юзасида чексиз кичик кесмага нисбатан муносабати дир.

Майдоннинг шахсий масштаби - ҳам харитада ҳам эллипсоид ёки шарда узунлик ва майдонлар кесмаси белгилари шахсий масштабини ҳисоблашда бош масштаб бирлигида ифодаланади.

Шу сабабли мазкур нуқтада масштаб асосийдан неча мартага фарқ қилишни шахсий масштаблар кўрсатади. Масалан, узунлик ёки майдонларнинг шахсий масштаби 0,85 ёки 2,25 га тенг бўлиш мумкин. Биринчи ҳолатда харитада кесма ёки майдонлар асосий масштабга нисбатан 0,85 марта ўзгартирилиш мумкин, яъни камайтирилган, иккинчи ҳолатда эса 2,25 марта, яъни каттартирилган.



**5-расм. Асосий масштабнинг ўзгаришига яқинлашиш ёки
узоқлашиш натижасида эришилади**

Хозирги шароитда геоинформацион технологияси қўллаш натижасида процессларнинг вақт давомида ўзгаришини курсатувчи электрон картографик алимациялар кенг қулланилади. Электрон хариталарнинг

кўплаб математик элементлари динамик ўзгарувчандир. Улар электрон хариталарнинг дизайни, тушунчаси, кўлланилишига таъсир этади.

Асосий масштаб *динамик ўзгарувчанликлардан* бири ҳисобланади.

Асосий масштабнинг ўзгаришига тасвирланаётган объектга яқинлашганда ёки узоқлашганда эришилади.

5-расмда Ернинг турли бош масштаблардаги тасвиридан бир нечта кўриниш келтирилган.

Вақтинчалик масштаб карталар кадрини намойиш қилиш вақтининг процессларнинг реал вақтига нисбийдир.

5-расмдаги каби вақт масштаб космик кеманинг Ерга учиб келиш вақтига кўрсатилган кадрларни намойиш этиш давомийлиги нисбати билан аниқланади. Масалан, вақтинчалик масштаб 1: 86 000 фильмни кўрсатишнинг бир секунди 1- суткага тўғри келади. 1: 600 000 вақт масштабида кадрни кўрсатишнинг 1 - секунди 1- ҳафтага, 1: 2500 000 масштабидаги 1-ойга,

1: 31 500 000 масштабидаги эса 1- йилга тўғри келади.

Хариталар бир неча соатдан 200-350 йилгача бўлган жараёнларни акс эттиради; палеографик хариталар – миллион йиллар учун ҳар бир вақт курсовига вақт масштабининг баъзи оптимал диапазоли туғри келади. Вақтли масштабни киритиш билан секин, ўрта ва тез масштабли жараёнларни акс эттирувчи хариталарни фарқлаш имкони пайдо бўлади.

§ 7. КАРТОГРАФИК ПРОЕКЦИЯ

Картографик проекция - эллипсоид ёки шар юзасининг харитада тавирлашнинг математик тасвиридир.

Картографик проекция билан шар ёки эллипсоидда тегишли нуқталарнинг кенглик ва узунлик φ , λ яссилигида туғри бурчакли координаталар (x, y) ўртасидаги ўзаро бир хил ўхшашлик ўрнатилади. Бу ўзаро алоқа картографик проекция тенгламаси билан аниқланади.

Картографик проекция тенгламалари – иккита тенглама бўлиб, хариталардаги нуқталар координаталари ва шу нуқталарнинг эллипсоид ёки шар юзасидаги ўзаро боғлиқлигини аниқлайди.

Масалан, шар учун тенгламалар қўйидагича ёзилиш мумкин.

$$\begin{aligned}x &= f_1(\varphi, \lambda); & y &= f_2(\varphi, \lambda); \\ \varphi &= F_1(x, y); & \lambda &= F_2(x, y).\end{aligned}$$

Иккита биринчи тенглама шар юзасининг яссиликда тўғри тасвирини беради; иккита бошқаси яссиликнинг шарга қайта тасвирини беради. Ёзилган тенгламалар мураккаб кўринишга эга бўлиш мумкин. Айниқса бу қайта тасвир функцияларига тегишлидир.

Кейинчалик тахмин қилинишича, яссиликда абсцисса ўқи харитада шимолга қараб юқорига қаратилган, ординаталар ўқи эса ўннга шарққа қаратилган. Одатда абсцисс ўқи хаританинг тўғри чизиқли меридианига қўшилади ёки унга параллель ўтказилади.

Картографик проекциялар тенгламаларига шах-шубҳасиз математик талаблар қўйилади: улар бир маъноли, узлуксиз. Геометрик маънога эга тасвирни бериш керак. Картографик проекциялар тенгламаларининг муҳим таркибий қисми уларнинг параметрлари ҳисобланади. Параметрларни ўзгартириб проекция хусусиятларини ўзгартириш мумкин.

Картографик проекция параметрлари - картографик проекция тенгламаларига кирувчи доимий катталиқдир.

Масалан, азимутли проекцияларнинг альмукантаратлар p радиуси параметрлари k тенгламалар билан аниқланади:

$$p = kR \sin(Z)k$$

В нинг қийматига қараб проекциялар хусусияти ўзгаради. $k = 1$ бўлганда ортографик проекция ўринлидир. Агар $k = 2$ бўлса, проекция тенг катта бўлади, унда майдонлар ҳеч бир ўзгаришсиз тасвирланади.

Ҳар хил бир синфдаги параметрли иккита проекция ўз хусусиятлари билан фарқ қилиш мумкин.

Вақтли жараёнларни тасвирлашда картографик проекция динамик ўзгарувчан сифатида чиқиш мумкин.

§ 8. КАРТОГРАФИК ТҶРЛАР

Картографик тўр – бу харитада меридианлар ва параллеллар тўрининг тасвиридир.

Картографик тўр – бу проекция портретидир. У бўйича бир проекция бошқасидан фарқ қилади.

Ҳар қандай харита ҳар доим қандайдир проекцияда тузилган. Географик харита проекциясиз мавжуд бўла олмайдир. Бироқ харитада картографик тўр мавжуд бўлмаслиги ҳам мумкин. Йирик масштабдаги кўплаб мавзули хариталар картографик тўрғага эга эмас.

Сферик, кутбий координаталар системасининг кутбда жойлашган ўрнига қараб, координаталар тўри қуйидагиларга бўлинади.

- **картографик проекциянинг нормал тўри** – координаталарнинг сферали Кутбий сферк полюс координаталар системасининг географик кутб билан боғланганда ҳосил бўладиган картографик тўрдир;
- **картографик проекциянинг кундаланг тўри** – кутбий сферик полюс координаталар системасининг экваторда жойлашганда олинadиган картографик тўридир;
- **картографик проекциянинг эгри тўри** – координаталарнинг сферали кутбий сферик полюс координаталар системасининг географик кутбий ва экватор ўртасида жойлашганда олинadиган картографик тўрдир.

Картографик проекциялар тенгламалари бир вақтнинг ўзида меридианлар ва параллелларнинг тенгламаси ҳисобланади. Улар тўр турини аниқлайди. Меридианлар ва параллеллар хили тенгламалар хилини аниқлайди. Меридианлар ва параметрлар турли чизиклар билан тасвирланади; туғри шунингдек айлана ёйи, синусоид, эллипслар, парабола, гиперболола ёйлари билан картографик проекциялар ва уларнинг тўрлари доимий эгриликнинг мавжуд параллеллар ва ўзгарувчан эгриликлар параллелларига ажратилади. Ўзгарувчан эгрилик параллеллари эллипслар. Парабола, гиперболола, энг мураккаб эгриликлар ва уларнинг ёйлар билан тасвирланиш мумкин.

Параллелли сеткалар ўртасида параллеллар туғри параллел чизиклар, концентрик ёки эксцентрик айланишлар ёки айлана ёйлари билан кўрсатилганлари ажратилади. Булар катта аҳамиятга эга ва кенг тарқалган асосий проекциялардир. Ўзгарувчан эгрилик параллелларни эллипслар, параболалар, гиперболалар, мураккаб эгриликлар ва уларнинг ёйлари билан тасвирланиши мумкин.

Тўрларнинг қалинлиги ва равшанлиги унинг қадами билан меридианлар ва параллеллар ўртасидаги масофа билан аниқланади. **Калин тўр** хаританинг ўқилишини мураккаблаштиради. **Сийрак тўр** картографик ўлчаш ишларини қийинлаштиради, унинг аниқлигини пасайтиради.

3 - ж а д в а л

Картографик тўрларнинг меридианлари ва параллеллари ўртасидаги масофаси

Хариталар	Харита масшталари		
	1:1 500 000 дан 1:2 500 000 гача	1: 500 000	1: 1 000 000дан 1:15 000 000гача
Ёйма	1*	2*	5*
Деворий	1*	4-6*	10*

3-жадвалда картогрфик тўр чизиқлари ўртасидаги энг кўп кўлланиладиган масофа кўрсатилган.

Меридиан ва экваторга нисбатан картографик тўрлар ҳам симметрик ҳам ассиметрик бўлиш мумкин. Картогрфик тўрларнинг энг мухим хусусиятларидан бири уларининг артогоналлигидир. Ортогонал сеткада меридианлар ва параллеллар чизиғи туғри бурчак остида кесишади.

Картогрфик тўрларнинг тугунли нукталари – меридианлар ва параллеллар чизиқларининг харитада кесишиш нукталаридир.

Тугунли нукталар проекцияларни тузишда, янгилашда ва кўллашда катта аҳамиятга эгадир. Проекциялар номаълум бўлганда ёки унинг параметрлари ноаниқ бўлганда тугунли нукталар уларни тиклашга имкон беради. Картографик проекциялар тенгламалар билан берилмасдан, тугунли нукталарнинг туғри бурчакли координаталари ёки узоклик ва кенглик таблицалари орқали ҳам берилиш мумкин.

§ 9. ХАРИТАЛАР РАМКАСИ ВА КООРДИНАТАЛАР ТЎРИ

Рамкалар харитани куршаб туради ва декоратив элемент ҳисобланади. Одатда харитада улар бир нечта: Бунда рамкалар хаританинг математик элементи каби қаралади. Асосийси бу ички рамка ҳисобланади.

Хаританинг ички рамкаси – *картографик тасвирни чекловчи рамкадир.*

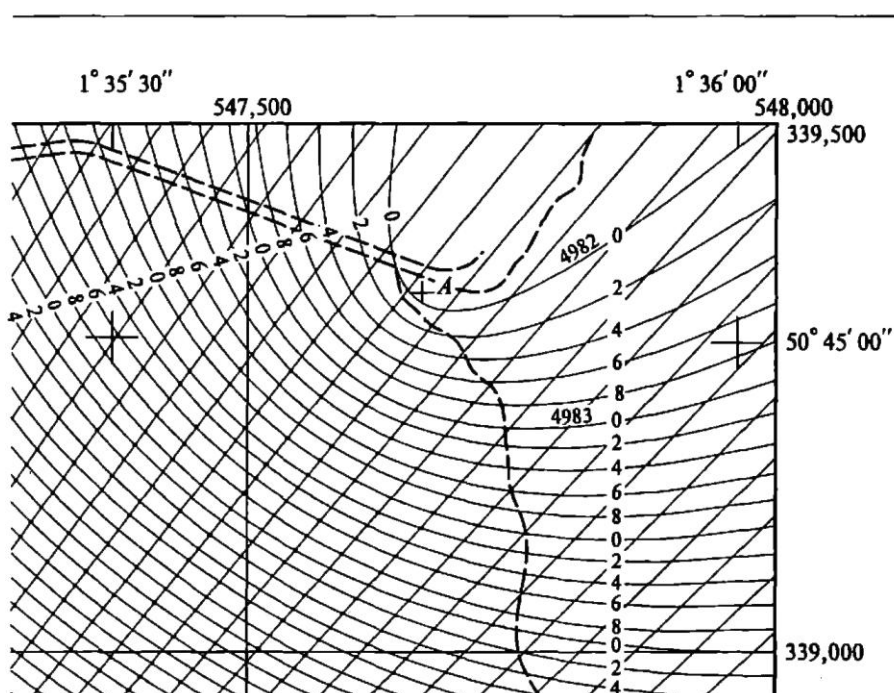
Ички рамка харитада тасвирланаётган ташки чегарани кўрсатади. У туғри бурчакли, трапеция, овал, юмалоқ ёки бошқа шаклда бўлиши мумкин. Рамка шакли маълум даражада картографияланувчи худуд ёки акватория шакли билан аниқланади.

Бу рамканинг ичида харитада кўшимча маълумот учун жой ажратилган чегарали чизиқлар бўлиш мумкин.

Шунингдек ***градусли ва минутли*** рамкалар мавжуд, уларда картографик тўрларнинг меридианлари ва параллеллари чиқиш кўрсатилади

Хариталарнинг координата тўридир координаталар системасининг харитада қўлланиладиган координатали чизиклар тўридир.

Топографик план ва хариталарда ясси тўғри бурчакли координаталар системасида координаталар тўри қўлланилади. Бу харита ва планлар дунёнинг кўплаб давлатларида Гаусс-Крюгер ёки тўғри бурчакли координаталар системасида тuzилади. Топографик хариталарда координатали чизиклар километрларнинг аниқ сонига тегишли маълум вақт оралиғи орқали ўтказилади, баъзи мамлакатларда эса – маълум миль орқали ўтказилади. Шунинг учун бу турларни одатда километрлар тўри ҳам деб аташади.



6-расм. Махсус хаританинг ички ва ташқи рамкаси; кенглиги ва узунлиги, тўғри бурчакли сетка ва махсус сетка ёзилган картографик сетканинг чизиклари кўрсатилган

Топографик хариталарда координата чизиклари маълум километрлар сонига тўғри келадиган, баъзи мамлакатларда маълум миль сонига тўғри келувчи оралиқ орқали ўтказилади. Шунинг учун бундай тўрлар километрли ёки милли деб аталади.

Махсус хариталарда, масалан навигацион хариталарда навигация ўтказиладиган параметрлар тизимида координата сеткалари тuzилади. 6-расмда

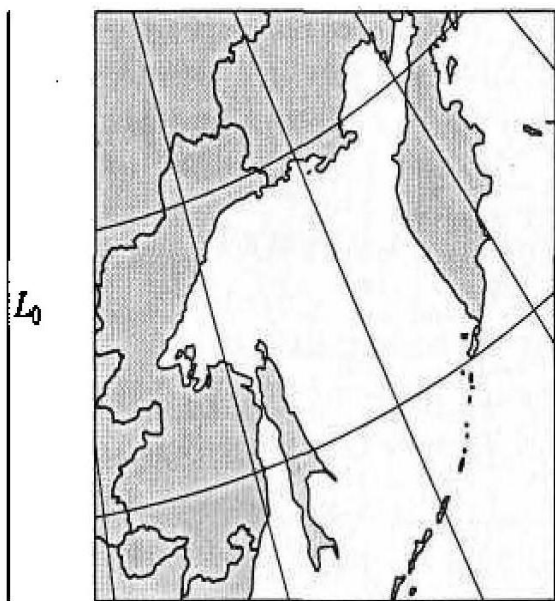
гипербола сеткасига эга харита кўрсатилган. Ҳар бир гипербола шу гипербола оиласи фокусига кемадан иккита базали станциягача бўлган масофа фарқига тўғри келади. Масофанинг иккита ўлчанган фарқини иккита гиперболалар аниқлайди. Кеманинг ўрни бу гиперболаларнинг кесишган жойига тўғри келади.

§ 10. ПРОЕКЦИЯЛАРНИНГ ЎРТАЧА МЕРИДИАНИ

Проекцияларнинг ўртача меридиани – берилган картографик проекциядаги. Бошланғич деб қабул қилишган узоқлик меридианидир.

Дунё харитасида бу меридиан хаританинг ўртасига жойлаштирилади. Шунинг учун ҳам у ўрта меридиан деб аталади.

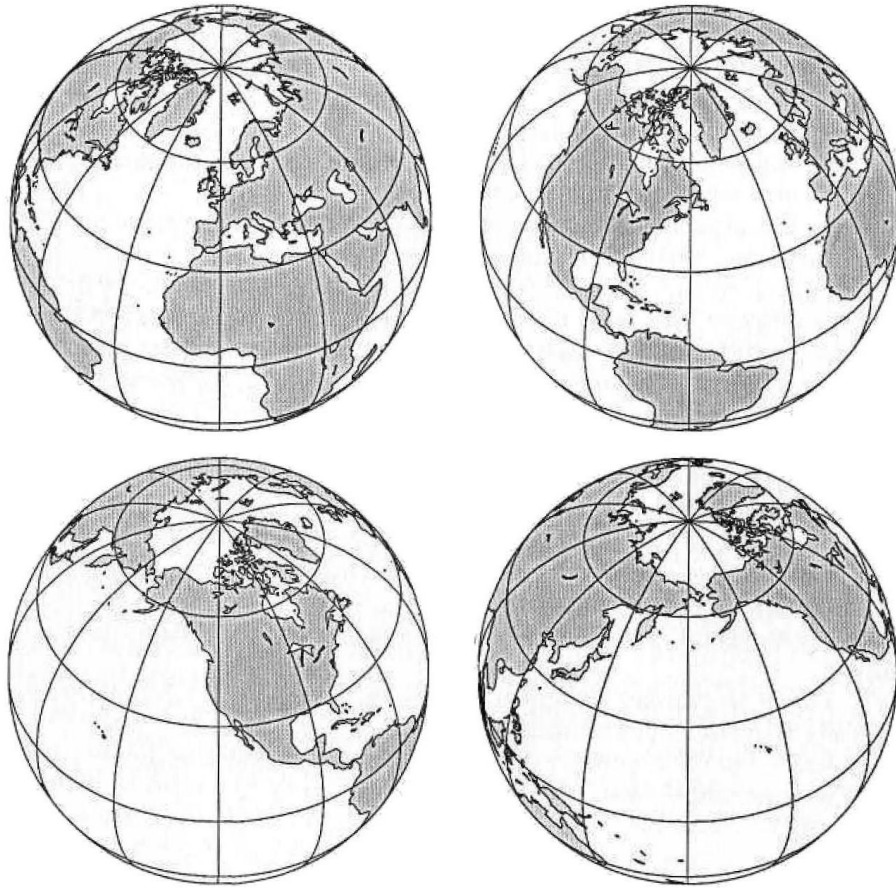
Ўрта меридиан одатда туғри чизик билан тасвирланади. Ўрта ва йирик масштаби хариталарда чекланган ҳажмдаги худудлар кўрсатилганда ўртача меридиан харита ўртасида бўлмаслиги мумкин. (7-расм)



7-расм. L_0 -Ўртача меридиан узоқлиги хаританинг ички рамкасида ташқарида жойлашган.

Ўрта меридиан – муҳим динамик ўзгарувчандир. Унинг ёрдамида компьютер экранида картографияланувчи жисмнинг ўз ўқи атрофида айланиш самараси яратилади. 8 – расм анимацион кетма-кетликда Ернинг қутб ўқи атрофида айланиш самарасини кўрсатувчи тўртта турли ўртача меридианли кадрлар кўрсатилган. У яна ўқ меридиан деб ҳам аталади. Топографик хариталарда бундай ўқ абцисса ўқи (x)

ҳисобланади.



8-расм. Ернинг қутб ўқи атропоида айланишни кўрсатувчи ўртача меридианларнинг 0,-60, - 120 ва 180⁰ узоклиги эга кадрларнинг анимацион кетма-кетлиги

Бу ўк ўрта меридиан бўйлаб шимолга йўналтирилади а координата ўқи (у) йўналтирилади. Бундай ориентация математик картографияда ҳам қўлланилади.

Назорат саволлари

1. Хаританинг математик элементлари нималар? Кандай математик элементлар қўлланилади? «Хариталарнинг математик асоси» деганда нима тушинилади?
2. Асосий Узунлик ва майдон масштаблари нималар?
3. Майдон бош масштаби узунлик бош масштабидан нимаси билан фарк қилади?

4. Қайси параллеллар асосий деб аталади?
5. Узунликларнинг шахсий масштаби ва майдонларнинг шахсий масштаби тегишли бош масштаблардан нимаси билан фарқ қилади?
6. Узунлик ва майдоннинг шахсий масштаби нимани кўрсатади, улар қайси бирликда ифодаланади?
Уларни мисолларда тушунтиринг.
7. Вақтли масштаб нимани аниқлайди?
8. Картографик проекция тенгламалар нимани аниқлайди? Уларга бўлган умумий талаблар?
9. Картографик лойихаларнинг тенглама параметрлари қанақа белгига эга?
Мисоллар келтиринг?
10. Координаталарнинг сферали кутбли тизими полюсининг жойлашувига қараб картографик сеткалар қандай классификацияланади?
11. Проекциялар қандай бўлинади?
12. Хариталарнинг қанақа рамкалари математик элементлар ҳисобланади?
13. Қайси меридиан харитада ўртача деб аталади? Нима учун у кўпинча ўқли меридиан деб аталади?
14. Қайси математик элементлар динамик ўзгарувчанлар ҳисобланади?
Мисолларда тушунтиринг.

3 – Б О Б

КАРТОГРАФИК ПРОЕКЦИЯЛАРДА ЯНГЛИШЛАР

Янглишлар тўғрисидаги таълимот картографик проекциялар назариясида асосий ўринни эгаллайди. На сферани, на эллипсоид юзасини яссиликка текислаб бўлмайди – уларнинг баъзи участкалари торайтирилади, бошқа қисми – чўзилади. Харитадаги барча янглишлар ўзаро боғлиқдир ва бирининг ўзгариш бошқасининг ўзгаришларига эргашади.

Бурчак ва майдонлар хатолари ўртасидаги алоқа асосий характерга эга. Улар бир-бири билан қарши курашади. Бурчакларнинг хатолари бўлмаган проекцияларда майдонларнинг жуда катта хатолари кузатилади.

Хатосиз майдонли прокцияларда эса бурчаклар хатоларга эга.

Проекцияларда нукта ёки чизиқлар бўлиб, уларда алоҳида ёки барча турларнинг хатолари йўқ. Улар нолинчи хато нуқталари ва нолинчи хато чизиқлари деб аталади.

§ 11. ЮЗАНИНГ МЕТРИК ЭЛЕМЕНЛАРИ

Картографик проекциялар хусусиятлари ва улардаги хатолар юзада метрик элементларнинг белгиси солиштирилиб ўрганилади: кесма узунлиги, улар ўртасидаги бурчакларни, участка майдонларини. Юза метрикасини урганишда дифференциал геометрия ишланмаси қўлланилади.

Картографик проекция куйидаги формулада берилган бўлсин:

$$x = f_1(\varphi, \lambda); \quad y = f_2(\varphi, \lambda).$$

Кенглик φ ва узоқлик λ ли юза нуқтасига x ва y координатали яссилик нуқтаси тўғри келади. Кенглик ва узунликнинг чексиз кичик $d\varphi$ ва $d\lambda$ катталикларга ўзгаришда юзада нуқтанинг силжишга бу нуқта образининг dx ва dy катталikka силжиш туғри келади. Бунда

$$dx = x_{\varphi} d\varphi + x_{\lambda} d\lambda;$$

$$dy = y_{\varphi} d\varphi + y_{\lambda} d\lambda,$$

Бунда — $x_{\varphi}, x_{\lambda}, y_{\varphi}, y_{\lambda}$ символлари билан ҳосила белгиланди. Куйидаги белгилардан фойдаланамиз:

$$e = x_{\varphi}^2 + y_{\varphi}^2; \quad g = x_{\lambda}^2 + y_{\lambda}^2; \quad f = x_{\varphi}x_{\lambda} + y_{\varphi}y_{\lambda};$$

$$h = x_{\varphi}y_{\lambda} - y_{\varphi}x_{\lambda} = \sqrt{eg - f^2}; \quad e, g, h > 0.$$

Дифференциал геометрияда бундай катталиклар биринчи квадратли шаклнинг коэффицентлари деб аталади; математик картографияда эса **Гаусс коэффицентлари** деб аталади. Гаусс коэффицентини билиб узунлик, бурчак ва майдонларни тасвирланувчи юза, проекция яссиликда аниқлаш мумкин. Улар юза метрикасини аниқлайди.

Проекция яссилигида оддий кесма dl узунлиги оддий боғлиқлик билан аниқланади:

$$dl^2 = dx^2 + dy^2.$$

$$d\mathbf{l}_1 = \begin{pmatrix} dx_1 \\ dy_1 \end{pmatrix}; \quad d\mathbf{l}_2 = \begin{pmatrix} dx_2 \\ dy_2 \end{pmatrix}$$

иккала векторлар йўналишлари ўртасида β бурчак векторларнинг скаляр

$$\cos \beta = \frac{d\mathbf{l}_1^T d\mathbf{l}_2}{dl_1 dl_2}.$$

кўпайтмасидан аниқланади.

Айтайлик, dl_1 кесмаси меридиан бўйича қаратилган, dl_2 кесмаси эса параллеллар бўйича. Бунда $d\lambda = 0$ ва $d\varphi = 0$

Хаританинг кўриладиган нуктасидаги β бурчак меридиан ва параллелларнинг ижобий йўналишлари ўртасидаги Θ бурчакка тенг. Dl_m dl_n томонли ва бурчакли оддий параллелограмма dF майдони

**Яссиликда узунлик, майдон, бурчакларни тахлил
килиш учун формулалар.**

Кўрсатгичлар	Ҳисоблаш формулалари
Узунликнинг элементар бўлаги dl	$dl^2 = ed\varphi^2 + 2fd\varphi d\lambda + gd\lambda^2$
Меридиан dl_m ва параллел dl_n ёйлари узинлиги	$dl_m = \sqrt{e}d\varphi; dl_n = \sqrt{g}d\lambda$
Мусбат миқдорли меридианлар ва параллеллар тамонлари орасидаги θ бурчак	$\cos \theta = \frac{f}{\sqrt{eg}}; \sin \theta = \frac{h}{\sqrt{eg}};$ $\operatorname{tg} \theta = \frac{h}{f}$
Азимут йўналиши α	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h \frac{d\lambda}{d\varphi}}{e + f \frac{d\lambda}{d\varphi}}$
Элементар параллеллограмнинг dF майдони, $dl_m dl_n$ тамонлари ва улар орасидаги θ бурчак	$dF = hd\varphi d\lambda$

$$dF = dl_m dl_n \sin \theta.$$

Юқорида келтирилган ибораларни очиб ва Гаусс коэффициенларини кўйиб турли проекцияларда бурчак, узунлик ва майдонларни тахлил қилиш учун қулай бўлган танишли формулаларни оламиз. (4-жадвал).

Метрик элементларни ҳисоблаш учун шарда

$$e = R^2; g = r^2; f = 0; h = rR$$

ни қабул қилиш керак

**Эллипсоидаги узинлик, бурчак ва майдонни тахлил
қилиш учун формулалар**

Кўрсаткичлар	Ҳисоблаш формулалари
Узунликнинг элементар бўлаги dl	$dD^2 = M^2 dB^2 + r^2 dL^2$
Меридиан dl_M ва параллел dl_P ёйлари узинлиги	$dS = MdB; ds = rdL$
Мусбат миқдорли меридианлар ва параллеллар тамонлари орасидаги θ бурчак	$\theta = \pi/2$
Азимут йўналиши α	$\operatorname{tg} A = \frac{r}{M} \frac{dL}{dB}$
Эллипсоидаги элементар трапеция dF майдони	$dF = rMdBdL$

5-жадвалда айланиш эллипсоиди учун формулалар келтирилган.

$$e = M^2; g = r^2; f = 0; h = rM.$$

Улардан шар учун формулалар олиш учун B кенликни φ га, узунлик α ни λ га, меридиан эгриси радиусини M шар радиуси R га алмаштириш керак, параллель радиусини r шар учун ҳисоблаш керак.

4 ва 5- жадваллар ёрдамида оддий кесмалар узунлигини ва оддий майдончалар майдонини аниқлаб ва бу катталиклар муносабатининг эллипсоид

ёки шардаги катталиққа таъсинини ҳисоблаб узунликнинг шахсий масштаби ва майдонларнинг шахсий масштабини оламиз.

§ 12. УЗУНЛИКЛАР ХАТОСИ

Харитада узунликлар хатоси шунда ифодаланадики, узунликлар масштаби нукта жойнинг алмашиш билан ўзгаради. Шу туфайли хартада турли геогрфик объектларнинг чизиқли ўлчами нисбати нотўғри узатилади. Узунликлар хато ҳақида узунликларнинг шахсий масштаби бўйича айтиш мумкин. Хаританинг ҳар бир нуктасида куйидагилар фарқ қилади:

m - меридиан бўйича узунликнинг шахсий масштаби;

n - параллель бўйича узунликнинг шахсий масштаби;

μ - исталган йўналиш бўйича узунликнинг шахсий масштаби.

Шахсий масштаб эллипсоид ёки шар учун ҳисобланган тағишли кесмасига хаританинг кичик кесма узунлиги нисбатига тенг.

Яссилик ва эллипсоидда тегишли кесмалар нисбатини олиб ва Гаусс коэффициентидан фойдаланиб, шахсий масштаблар m ва n учун

$$m = \frac{\sqrt{e}}{M}; \quad n = \frac{\sqrt{g}}{r}.$$

олинади.

Айтилган масштаблар куйидагича ўзаро боғлиқдир:

$$\mu^2 = m^2 \cos^2 A + mn \cos \theta \sin(2A) + n^2 \sin^2 A,$$

Бунда A —узунликнинг шахсий масштаби аниқланадиган йўналиш азимути
 Θ —хаританинг мазкур нуктасидаги меридиан ва параллель ўртасидаги бурчак.
 Харита билан ишлашда куйидаги ифода қулайроқдир:

$$\frac{1}{\mu^2} = \frac{\sin^2(\theta - \alpha)}{m^2 \sin^2 \theta} + \frac{\sin^2 \alpha}{n^2 \sin^2 \theta},$$

α - шахсий μ масштаб қидириладиган азимут $\alpha=0$ да $\mu = m$. $\alpha=\Theta$ да $\mu = m$ дир.

Юқоридаги формулалардан кўришиб турибдики хаританинг ҳар бир нуқтасида узунликнинг шахсий масштаби қиймати шу нуқтанинг кенглиги ва узоклигига ва йўналиш азимутига боғлиқдир.

Узунликларнинг шахсий масштабларини харита бўйича олинган асос агар унда картографик тўр мавжуд бўлса. Бунинг учун харитада меридиан ва параллелларнинг кичик кесмаларини ўлчаш, уларнинг эллипсоиддаги маъносини ҳисоблаш ва уларнинг муносабатини топиш керак. Шу йўл билан m , n масштаблар аниқланади. Кейин меридиан ва параллель ўртасидаги Θ бурчакни ўлчаш керак, юқоридаги формула бўйича узунликнинг μ шахсий масштаби ҳисобланади. Хаританинг ҳар бир иккита йўналиш мавжуд, у бўйича узунликнинг шахсий масштаблари экстремал аҳамиятга эга бўлади. Бу йўналишларнинг азимути қуйидаги формула бўйича аниқланади.

$$\operatorname{tg}(2\beta) = \frac{n^2 \sin(2\theta)}{m^2 + n^2 \cos(2\theta)}.$$

Тангенс даври Π га тенг экан, бу тенглама иккита жавобни беради: β ва $\beta + 90^\circ$. Бу дегани, экстремал масштабларнинг йўналиши ўзаро перпендикулярдир.

Картографик проекцияда асосий йўналишлар – хаританинг ҳар бир нуқтасидаги иккита ўзаро перпендикуляр йўналишлари, хусусий узунлик масштабда энг юқори ва энг кичик кўрсаткичларга эга бўлади.

Агар харитада меридиан ва параллел ўртасида туғри бурчак ($\theta = 90^\circ$) бўлса унда асосий йўналишлар ҳар доим меридиан ва параллеллар бўйича йўналтирилгандир. Шундай қилиб, артогонал проекцияларда шахсий масштаблар. M ва n экстремоллар бўлади.

Одатда экстримал масштаблар қуйидаги харфлар билан белгиланади:

α - энг катта масштаб;

ν - энг кичик масштаб

Бундан келиб чиқадики, ортогонал проекцияларда куйидаги нисбатлар тўғри;

$$\alpha = m, \quad d = n$$

$$\alpha = n, \quad d = m$$

Ноортогонал проекциялар учун меридиан ва параллеллар бўйича шахсий масштаблар m ва n_1 шунингдек меридиан ва параллел ўртасидаги бурчак θ , узунликларнинг экстрементал масштаби α ва харитада асосий йўналишнинг азимути β қўйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$a + b = \sqrt{m^2 + n^2 + 2mn \sin \theta};$$

$$a - b = \sqrt{m^2 + n^2 - 2mn \sin \theta};$$

$$\operatorname{tg} \beta = \pm \frac{b}{a} \sqrt{\frac{a^2 - m^2}{m^2 - b^2}} = \pm \frac{b}{a} \sqrt{\frac{n^2 - b^2}{a^2 - n^2}}.$$

Тангенс бўйича β бурчакнинг 4 та белгиси аниқланади, β белгисини туғри топиш учун эсда тутиш керакки, харитада узунликларнинг энг катта шахсий масштаб йўналиши меридиан ва параллель ўртасида ўткир бурчак ичида жойлашган.

Проекцияда узунлик хатоси нисбий катталиқ билан, масалан

$$v = \mu - 1; \quad v = \ln \mu.$$

билан аниқланади.

Кўпинча бу катталиқ % да ифодаланади. Масалан, $\mu=1,37$ (бош масштабдан 137%), шунда $v=0,37$ ёки 37%.

Эйри омили:

$$\sigma^2 = \frac{1}{2}[(a-1)^2 + (b-1)^2];$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{a}{b}-1\right)^2 + (ab-1)^2\right].$$

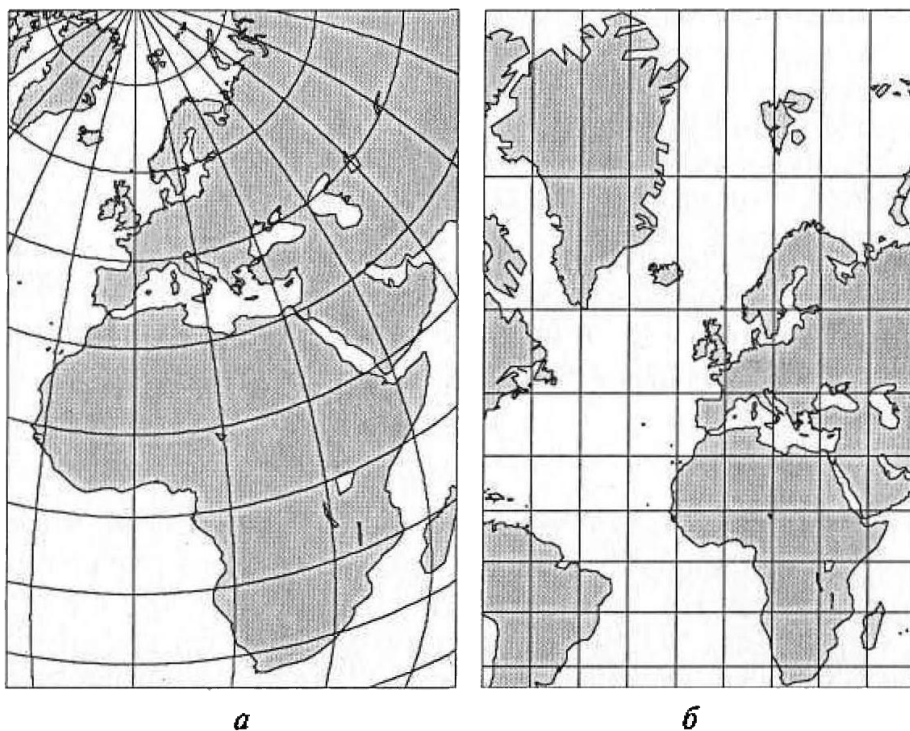
Каврайскийни Эйри омили:

$$\sigma^2 = \frac{1}{2}[\ln^2 a + \ln^2 b].$$

Бошка омилар ҳам қўлланилади. Уларнинг ҳаммаси *локал* ҳисобланади, чунки хаританинг мазкур нуқтасидаги хатоликни тавсифлайди.

§ 13. МАЙДОНЛАР ХАТОСИ

Харитадаги майдонлар катта хатоликларга эга бўлиши мумкин. 9, а-расмда географик объектлар майдонларининг тўғри нисбатлари кўрсатилган. 9, б-расмда Меркатор проекциясида бурчаклар хатоси йўқ. Гренландия катталиги бўйича Африка билан солиштирилган, бироқ Африка майдон жиҳатидан Греландиядан 15 мартаба каттадир.



9 – расм. Ўзгаришлар.

а) географик объектлар майдони ўзгаришсизларсиз кўрсатилган;

б) майдонлар анча ўзгартирилган (Гренландияни Америка билан таққосланг)

Майдоннинг шахсий масштаби қўйидаги формулаларнинг бири билан аниқланади:

$$p = \frac{h}{rM}; \quad p = mn \sin \theta; \quad p = ab.$$

Шундай қилиб, хаританинг ҳар бир нуқтаси учун майдоннинг шахсий масштаби меридиан, параллель бўйича узунликларни улар ўртасидаги бурчакларни шлчаб аниқлаш мумкин.

Майдонлар хатоси қўйидаги формулалар билан ҳисобланувчи нисбий катталиқ билан тавсифланади.

$$v = p - 1; \quad v = \ln p.$$

Улар фоизларда ифодаланиш мумкин. Бу кўрсаткичлар локалдир.

§ 14. БУРЧАК КАТТАЛИКЛАРИ ХАТОСИ

Азимутлар хатоси. Эллипсоиддаги баъзи йўналиш азимути A харитадаги уша йўналиш азимутига тенг эмас. Азимутлар ўртасидаги тафовут қўйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{n \sin \theta \operatorname{tg} A}{m + n \cos \theta \operatorname{tg} A}.$$

Бу ифодадан кўришиб турибдики, тўрли ($0=q_0$) проекцияда ва бир хил масштабли меридиан ва параллел узунлиги ($m=n$) азимутлар қиймати ўзгармайди.

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} A.$$

Бошқа ҳолларда хаританинг мазкур нуқтасида фақатгина қўйидаги қийматга эга бўлган азимутлар ўзгармайди.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{n \sin \theta - m}{n \cos \theta}.$$

Меридианлар ва параллеллар ўртасидаги бурчакларнинг ўзгариши.

Эллипсоиди ва сферада меридианлар айланишларини параллеллар туғри бурчак остида кесишади. Хариталарда бу бурчаклар фақат ортогонал проекцияларда туғридир. Бошқа проекцияларда туғрисидир. Бошқа проекцияларда меридиан ва параллеллар бурчаги ўзгаради. Ўзгаришлар катталиги харитадаги бурчакнинг туғри бурчакдан фарқланиши билан баҳоланади:

$$\varepsilon = \theta - 90^\circ.$$

Бу бурчакни харитада ўлчаш ёки Гаусс коэффициенти ёрдамида формулаларнинг бири бўйича ҳисоблаш мумкин:

$$\sin \varepsilon = -\frac{f}{\sqrt{eg}}; \quad \cos \varepsilon = \frac{h}{\sqrt{eg}};$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = -\frac{f}{h}.$$

Бурчакларнинг энг катта хатоси.

Берилган нуктада чўққига эга турли бурчаклар турлича ўзгаради. Уларни ҳисоблаш учун бир қатор формулалар мавжуд.

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b};$$

$$\operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{2\sqrt{ab}};$$

$$\operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m^2 + n^2}{p} - 2};$$

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\pi + \omega}{4} \right) = \sqrt{\frac{a}{b}}; \quad \operatorname{tg} \left(\frac{\pi - \omega}{4} \right) = \sqrt{\frac{b}{a}}.$$

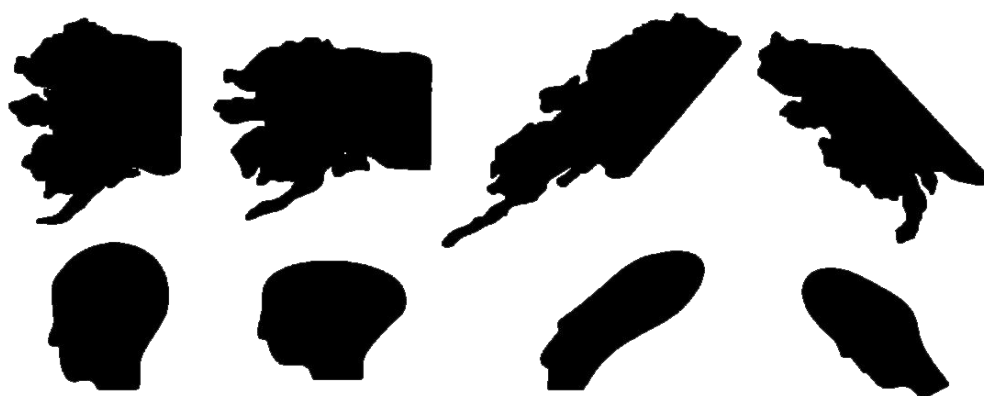
Бурчакларнинг энг катта ўзгаришни ω харита бўйича аниқланадиган m , n , p катталиклари бўйича ҳисоблаш мумкин. Формулаларнинг кўрсатишга проекцияда бурчаклар ўзгармайди, агар экстремал масштаблар бир хил ($a=b$) бўлса. Агар экстремал масштаблар бир хил бўлса, бу дегани, узунликларнинг

шахсий масштаби йўналиш азимутига боғлиқ эмас. *Бурчакларини узгартирмайдигани проекцияларда узунликларнинг шахсий масштаби йўналишининг алмашиши билан ўзгармайди.*

§ 15. ШАКЛЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИ

Узунликларнинг ўзгариш шаклларнинг ўзгаришига олиб келади. Узунликни ўзгартирмайдиган проекция йўқ экан, охириги ўлчамдаги контурлар шакли исталган проекцияларда ўзгаради. Географик объектларнинг туғри тасвири ҳар соат одамлар томонидан кузатиладиган предметлар сонига кирмайди. Кўпларнинг хотирасига географик объектларнинг шакли ҳақидаги нотуғри тасаввурлар муҳрланган. Нотуғри образлар географияни харита бўйича ўрганиш жараёнида шаклланган.

Чет мамлакатда ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, кўп одамларда географик объектларнинг шакли ва ўлчами ҳақидаги тасаввурлар Меркатор проекциясидаги уларнинг тасвирларига туғри келади, унда шакл ва ўлчамлар хатоси кўпдир.



10-расм. Дунё харитасининг турли проекцияларида Аляска ярим ороли ва одам бошининг ён томонидан тасвири кўрсатилган (А.В. Гедимин бўйича)

Шунинг учун хаританинг исталган китобхони учун яхши таниш бўлган предмет тасвирини тушириш ғояси юзага келди. Бунда шу предметнинг тасвири географик объект тасвири харитада қандай ўзгарган бўлса, шундай ўзгартирилиш керак. Бундай предмет сифатида одам юзининг ён кўриниши кўлланилган 10-расмда Аляска ярим оролнинг контури кўрсатилган. Ҳар бир харита остида одам бошнинг профили ён кўриниш мазкўр проекцияда тайёрланган карта проекцияда келтирилган.

Бурчаклар ўзгармаган проекцияларда объектлар деформацияланадими, деган савол туғилиш мумкин. Бундай проекцияларда узунликларнинг шахсий масштаби йўналиш азимутига боғлиқ эмас. Шу сабабли бундай проекциялар конформли деб аталади. (лат. *Conformis* – шу каби)

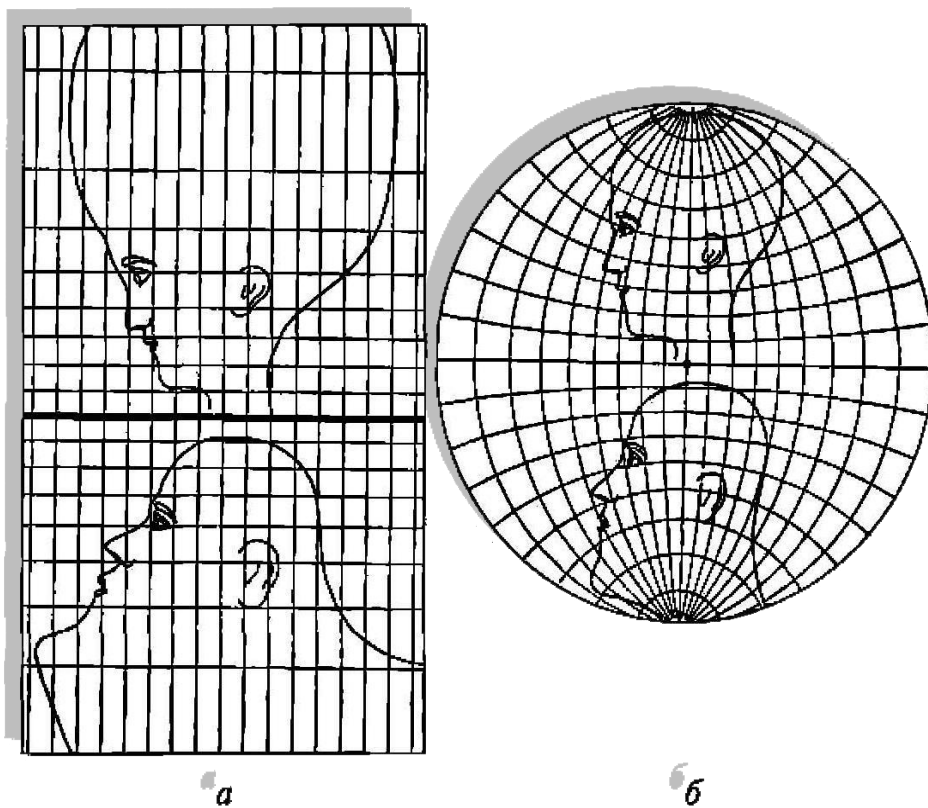
Афсус! Тенг бурчакли проекцияларда объектлар шакли ҳам ўзгаради, объект ҳажми қанча катта бўлса, шунча кучли. Тенг бурчакли проекцияларда бу ҳолат чексиз кичик фигуралар учун сақланади. Чексиз кичик доира эллипсоиддан харитага чексиз кичик доира билан кўчирилади. Бироқ бу доира хаританинг турли жойида турли ҳажмга эга бўлади. Қаердадир унинг ўлчами эҳтимол бош масштабга тўғри келади, хаританинг бошқа жойида эса унинг масштаби бош масштабдан ё катта, ё кичик бўлади. Бу эса сўнги ўлчамли объектлар шаклининг ўзгаришига олиб келади.

Айтайлик, тўғри бурчакли проекцияда доира шаклига эга қандайдир орол тасвирланган. Унинг ҳар бир элементар қисми ўзига хос тасвирланади.

Жанубдан шимолгача ҳаракатланишда масштаб ошади ва ҳар бир шимолроқда жойлашган қисм жанубдагидан анча йироқ бўлади. Натижада харитада юмалоқ шаклли орол учбурчак ёки ноксимон бўлади.

11-расмда Меркаторнинг тенг бурчакли нормал проекцияси (а) ва кўндаланг азимутли стереографик проекция (б) келтирилган. Унда бурчаклар ўзгармайди. Сферанинг стереографик проекциясида шаклларнинг ўзгаришга назар ташлаш керак. Унда ҳар қандай айлана билан тасвирланади. Одам бошининг ён тасвири бўйича, стереографик проекциялардаги шакллар ўзгартириб қилиб кўрсатилади.

Сферанинг стереографик проекциясидаги шаклларнинг ўзгаришини кўриб чиқишимиз керак. Ундаги ҳар қандай айлана айлана билан тасвирланади. Шунинг учун бу проекцияда шакллар ўзгармайди. Ҳақиқатда эса, стереографик проекциядаги шакллар ўзгаради. Проекциядаги айлана ва сферадаги айлана иккита турли шакллар бўлгани учун ҳам бу содир бўлади. Харитада тасвирланганда айлана нукталари шундай тарқаладики, стереографик проекциядаги айлана янги марказга эга бўлади. Проекцияда радиусларнинг бир қисми сиқилади, бошқаси эса чўзилади. Натижада эркин фигура шакли, масалан бошнинг, ўзгарди. Юқорига айтилганлар 12 ва 13-расмларда айлананинг кўндаланг азимутли стереографик проекцияси тасвирини кўргазмани тушунтиради. Бу айланалар тахминан одам боши профили жойлашган жойда тахминан жойлашган. Кўриниб турибдики, айлана айланилигича қолди (шакли ўзгармади). 12 – расмда Ер шарида концентрик бўлган халқалар тасвирланган.



11-расм. Меркатор проекциясида (а) ва азимутли стереографик проекцияда (б) шаклларнинг ўзгариши



12-расм. Кўндаланг азимутли стереографик проекциясидаги халқалар экваторга йўналишда аралаш тасвирланган



13-расм. Кўндаланг азимутли стереографик проекциясида шардаги доира айлана билан тасвирланган

Проекцияда халқалар ўртасидаги масофа экватор йўналишида калта бўлди. 13-расмда худди шу проекцияда айлана нуқталари шарда шу айланишнинг марказини кўрсатувчи нуқта билан туташтирилган. Бу кесмалар узунлиги экватор шўналишида кутб йўналиши кесмалари узунлигидан анча кичикдир.

Проекцияда радиусларнинг бир қисми сиқилди, бошқаси эса – чўзилди. Натижада эркин фигура шакли ўзгарган. Тубсиз кичик ҳажмли контурлар шаклининг ўзгариш *шаклларнинг коэффиценти* билан баҳоланади.

$$K = \frac{a}{b}; \nu_K = \frac{a}{b} - 1.$$

Узунликларнинг а ва б шахсий масштаблари қанча кўп фарк қилса, а йўналишдаги контур харитада шунчалик кучли чўзилади.

§ 16. ХАРИТАЛАРДА ЛОКАЛ ЎЗГАРИШЛАРНИНГ АКС ЭТИШ.

Хариталарда ўзгаришларни намоёиш этиш учун турли усуллар қўлланилади – одам бошининг ён кўриниши, изоколалар, ўзгариш эллипслари ва бошқалар. Бу усуллар оддий бўлиши керак. Изоколали усули кенг тарқалган.

Изокола – харитада хатоларни англлатувчи кўрсаткичлар белгисининг чизиғи.

Изоколалар ўзгаришларнинг исталган кўрсаткичлари учун тузилади: узунлик, майдон, бурчак шакллар учун Изоколалар алоҳида турларнинг хатосини тавсифлайди. Улар тузилишнинг соддалиги билан кенг тарқалган. 14-расмда мисол учун майдонлари шахсий масштабининг изоколаларига эга харита макети келтирилган.

Изоколалар шуниси билан қулайки, улар орқали қайси ва қандай йўналишида хатолар кўпайиш ёки камайишини кўрсатиш мумкин.

Ўзгаришларнинг энг тўла тавсифини ўзгаришлар эллипси беради; уни бошқача қилиб **Тиссо индикатрисаси** деб ҳам аташади (15-расм)

Хаританинг мазкур нуқтасида ўзгаришлар эллипси ёки шар юзасидаги чексиз кичик доирани тасвирлайди. Эллипснинг ярим ўқи a ва b узунликларнинг экстремал масштабига тенг ва улар асосий йўналишга Эллипснинг радиус- вектори исталган йўналиш бўйича узунликларнинг шахсий масштабини аниқлайди.

Эллипс шакли бурчак ва шакллар ўзгаришини намойиш этади ва эллипс айланадан қанча кўп фарқ қилса шунча ўзгаради.

Эллипс майдони майдонлар ўзгаришига пропорционалдир. Шундай қилиб, ўзгаришлар эллипси барча турдаги хатоларнинг локал комплексли тавсифи ҳисобланади.

Харитада ўзгаришлар эллипсларини кўрсатишни истасангиз, шар ёки эллипсоидда чексиз кичик айлана радиусларига масалан, харита масштабида 5 мм га тенг сўнгги белги ёзилади. Шу масштабда ўзгаришлар эллипси тузилади.

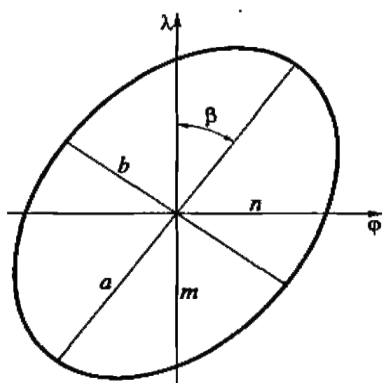
Ўзгаришлар эллипсини қўлда тузиш мумкин. Бунинг учун харитада бош йўналиш бўйича экстремал масштаблар a , b белгилари қўйилади, меридиан ва параллеллар бўйича эса m , n жами 8 та нуқта белгиланади.



Рис. 14. Макет карты с изоколами частного масштаба площади (слева) и наибольшего искажения (справа)

14-расм. Майдонларнинг шахсий масштаблари изоколаларига эга харита макети (чапдан) ва бурчакларнинг энг кўп ўзгариши (ўнгдан)

Бу нуқталар орқали эллипсимон эгрилик ўтказилади. Бу ўзгаришлар эллипси бўлади.



15 –расм. Ўзгаришлар эллипси (Тиссо индикатрисаси):

a, b, m, n – узунликларнинг шахсий масштаби;

β – харитада эллипснинг катта ярим ўқи азимути.

Харитада кўрсатиладиган барча эллипсларни ўзаро солиштириш этадиган ўзгаришлар катталиги ва характери эллипс маркази жойлашган харита нуқтасига танишлидир.

Ўзгаришлар изоколи ва эллипслар камчилиги шуки, йирик объектлар харитасида ўзгаришлар туғрисида улар бўйича мунозара қилиш қийиндир.

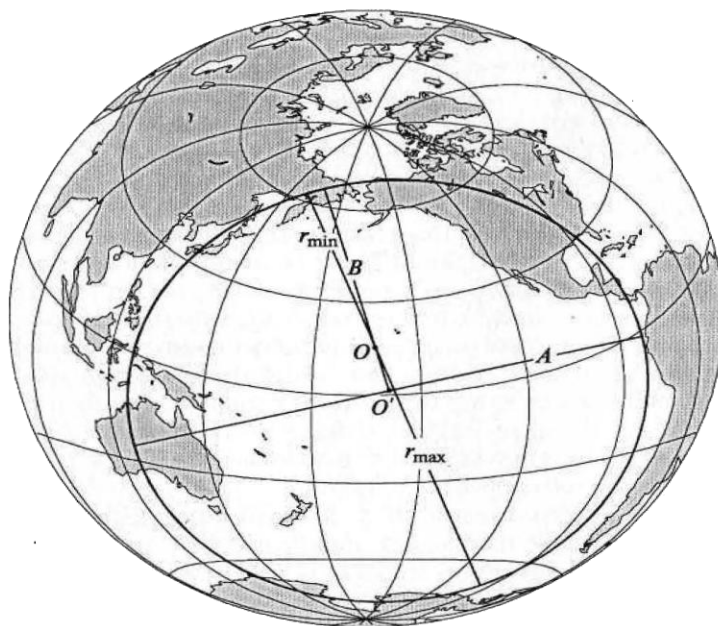
§ 17. МИНТАҚАВИЙ МАСШТАБДАГИ ЎЗГАРИШЛАРНИНГ ХАРИТАЛАРДА АКС ЭТИШИ

Олдинги параграфларда локал хариталар ва уларнинг кўрсаткичлари хақида гапирилган эди. Улар харитада мазкур нуқтанинг чексиз кичик жойидаги ўзгаришларинигина тавсифлайди. Бирок купинча ўзгаришларни солиштириш ва баҳолаш зарурати пайдо бўлади. Шу мақсадда икки турдаги омиллар қўлланилади – *минимаксли ва вариацион*. Уларни шартли минтакавий деб атаймиз. Баъзан қўлланилганда барча омиллар бутун харитага қўлланилади ва *глобал* деб аталади.

Бир неча проекцияларда тасвирланган минтакалар доирасида минимаксли омиллар қўлланилганда барча кўрсаткичлар ёки бирор-бир кўрсагичнинг максимал белгиси ҳисобланади. Максимал кўрсаткич минимал белгига эга бўлса тасвир энг яхши ҳисобланади.

Вариянцияли омиллар қўлланилганда танланган кўрсагичнинг ўртача квадратик ўзгариш ҳисобланади. Шу мақсадда хаританинг ўрганиладиган қисми участкаларнинг баъзи сонларига бўлинади, ҳар бирининг ўртаси учун танланган кўрсаткич белгиси аниқланади, кейин уларнинг ўртача квадрат катталиги ҳисобланади.

Ўрганиладиган минтақа доирасида ўртача белгили кўрсаткичларни ҳисоблашда асосланган бошқа усуллар ҳам қўлланилади. Шарда берилган нуқталарда жойлаштириладиган айлана ёки халқа усули қулай ҳисобланади. Проекцияда улар деформацияланган шакллар бошлиб тасвир қилади. Уларни ўзгаришлар фигураси деб аташ мумкин.



16- расм. Ўзгаришлар фигураси:

O - шардаги айлана маркази проекциясидаги тасвир;

r_{min} , r_{max} – шу нуктадан айлана тасвиригача бўлган минимал ва
максимал масофа;

O' - хатолар фигурасининг катта диаметри ўртаси;

A, B- шу нуктадан айлана чизиги тасвиригача бўлган энг катта ва
энг кичик масофа.

Ўзгаришлар фигураси қўйидагича тузилади. Танланган нуктадаги эллипсоид юзаси шар билан алмаштирилади Шарнинг радиуси R эллипсоиднинг ўртача геометрик эгрилигига тенг деб қабул қилинади. Доира сферадаги масофа D билан чеклашган. Айлана ҳажми турлича бўлиши мумкин. Айлана маркази учун ва унинг айланасининг i нуктаси учун сферали координаталар ҳисобланади кенгликлар φ ва узунликлар λ .

Берилган кенглик ва узунликлар бўйича доира маркази учун туғри бурчакли координатлар ва айланадаги жорий нукталар учун x_i, y_i , координаталари ҳисобланади.

Шундан кейин доира ва унинг диаметри харитада акс эттирилади. Бу доира тасвирининг шакли ва ўлчами берилган минтақадаги хатолар ҳақидаги

тасаввурни беради. Доира ўлчами турлича бўлиши мумкин, давлат худуди, минтака ёки ерим шар катталигигача. Бу доиранинг айланасида катта сон белгиланади, масалан 100 ёки 200 та нукта.

Ўзгаришлар доираси микдорли кўрсаткичларни олиш учун қулайдир. Ҳар бир доира учун ҳам шарда, ҳам проекцияда координаталар мавжуддир

Бу маълумотлар хатоларнинг турли кўрсаткичларини ҳисоблаш учун қўлланилиши мумкин.

Узунликлар ўзгаришини баҳолаш. Узунликларнинг нисбий хатоси

$$v_l = \frac{l}{D} - 1,$$

формуласи билан аниқланади, унда l - айланани тасвирловчи марказдан чизикгача булган проекциядаги масофа; D - сферадаги худди шу масофа. Шу белгилар бўйича ўртача квадрат хато ҳисобланади.

Майдонлар ўзгаришини баҳолаш. Майдонларнинг нисбий хатоси

$$v_p = \frac{F}{P} - 1,$$

билан аниқланади. Унда P - шардаги фигура майдони; F - харита лойихасидаги геометрик фигура тасвирининг майдони. P ва F майдонлар учун қўйидагиларни ёзиш мумкин:

$$P = \pi r^2; \quad r = 2R \sin \frac{D}{2R};$$

$$F = 0,5 \sum_{i=1}^n (x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} + y_i).$$

Шакллар ўзгаришини баҳолаш. Ҳар қандай проекцияда шар юзасидаги айлана харитага ўзгаришли радиуслар билан кўчирилади. Бу стереографик проекцияда ҳам содир бўлади. Харитада бу радиуслар турли узунлик кесмалари билан тасвирланади.

Шакл хатосини баҳолаш учун

$$K_F = r_{\max}/r_{\min}; \nu_F = K_F - 1.$$

ни оламир.

Баҳолашнинг яна бошқа усули бор. Аввалгидек сферада айлана қурилади. Харита проекциясида бу айлана баъзи геометрик фигура билан тасвирланади.

Бу фигуранинг максимал диаметри мавжуд. Диаметр ўртасидан радиус ўтказилади. Максимал радиус (А) ўзгаришлар эллипсининг катта ярим ўқи эквиваленти, минимал радиус (В) эса – кичик ярим ўқ эквиваленти ҳисобланади. (16-расм). Максимал радиуснинг минималга муносабатини K_w коэффиценти аниқлайди. Шартли деб уни *стереографик коэффиценти* деб атаيمиз. Унинг бирликдан четланиши доира шаклининг ўзгаришсини тавсифлайди:

$$K_w = \frac{A}{B}; \nu_w = \frac{A}{B} - 1.$$

Шарнинг стереографик проекцияси учун стереографиклик коэффиценти ҳар доим 1 га тенг доира шаклининг ўзгариши эса – 0 га. У мазкур проекция хусусиятларининг стереографик проекция хусусиятларига яқинлигини билдиради.

Бурчакларни ўзгартирмайдиган проекцияларда бу коэффицент 1 га яқинроқ бўлади.

Шунинг учун сферадаги доираларнинг катта бўлмаган ўлчамида у хатолар эллипси каби бурчаклар ўзгаришини баҳолаш учун қўлланилиш мумкин.

Айлана бир неча юзлаб нукталар билан берилар экан, ўзгаришларнинг юқорида айланган кўрсаткичларига қўшимча қилиб компьютер экранига сферадаги доирани англлатувчи статистик маълумотлар ва проекциядаги элементлар ўзгариши ҳақида тасаввурни берувчи маълумотлар чиқарилиши ва ҳисобланиши мумкин.

Келтирилган кўрсаткичлар нисбий катталиқ ҳисобланади. 100%га кўпайтириб уларни фоизларда ифодалаш мумкин.

Қўйида проекциядаги доиралар хатоси учун хатолар кўрсаткичи келтирилган:

Майдонлар ўзгариши, %	0
Радиуслар ўзгариши, %	9,6
Шакллар коэффициенти	1,3
Доира шакли ўзгариши %	12,8
Сфера юзасидаги айлана радиуси узунлиги, км	8751,6
Проекцияда шу радиуснинг максимал узунлиги, км	8771,1
Проекцияда шу радиуснинг минимал узунлиги, км	6830,2
Проекцияда эллипснинг катта ярим уқи, км	8474,7
Проекцияда эллипснинг кичик ярим уқи, км	7512,2
Сферада доира майдони, км ²	2,05E +08
Проекцияда доира образи майдони, км ²	2,05E +08

Олинган маълумотларни таҳлил қиламиз. Тахминан Тинч океан марказида жойлашган нуқтадан ер сферасида айлана чизилган. Шу марказдан айлана нуқтасигача сферадаги масофа 8752 км ни ташкил этади. Айлана майдони 205 млн км², океан майдонидан 15%га каттадир. Доира бутун Тинч океанини қуршаб олади. Қуриб турганимиздек майдонларда хато йўқ. 1,3га тенг шакллар коэффициенти шуни кўрсатадики, ажратилган контур 30%га ўзгарган. Стереографиклик коэффициенти доира шакли 12,8% га ўзгарганини кўрсатади.

Назорат саволлари

- 1.Картографик проекцияларда хатолар нимага асосланган?
2. Бурчаклар хатоси ва майдонлар хатоси ўртасидаги алоқа қандай характерга эга?
3. Гаусс коэффициенти нима учун қўлланилади ва улар қандай аниқланади? Гаусс коэффициенти ёрдамида проекция ортоганалини шарти, меридиан ва

параллеллар бўйича узунликларнинг шахсий масштаби ва майдоннинг шахсий масштаби қандай ёзилади?

4. Меридиан ва параллеллар бўйича узунликларнинг шахсий масштабларини харита бўйича қандай аниқланади?

5. Хаританинг ҳар бир нуқтасидаги қандай йўналишлар асосий деб аталади?

6. Қайси чизиқлар хаританинг ҳар бир нуқтасида ортогонал сеткали проекцияларда узунликларнинг энг кичик ва энг катта шахсий масштабларига эга?

7. Хаританинг берилган нуқтасида майдоннинг шахсий масштаби қандай аниқланади?

8. Ортогонал проекциянинг ҳар бир нуқтасида узунликларнинг шахсий масштаби қанақа бўлиш керак, эркин йўналиш азимутлари харитада хатосиз акс этиш учун?

9. Қайси кўрсаткичлар билан шаклларнинг локал хатолари ва бурчаклар хатоси тавсифланади?

10. Изоколалар нимани акс эттиради?

Изоколалар ёрдамида қайси характеристикалар кўрсатилади

Изоколаларнинг қандай камчилик ва ютуқлари мавжуд?

11. Узунликларнинг нисбий хатоларининг умумий катталигини тавсифловчи қанақа омилларини биласиз?

12. Тиссо индикатрисаси нимани англатади Уни харитада қандай тузиш керак?

13. Хатолар фигураси нимани англатади, у қандай тузилади ва бунда қандай кўрсаткичлар қўлланилади?

14. Стереографиклик коэффиценти нимани англатади? У қандай аниқланади?

КАРТОГРАФИК ПРОЕКЦИЯЛАРНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Картографик проекциялар классификацияси-математик картография назариясидаги энг тор жойдир. Кўплаб олимлар классификациянинг кўплаб усулларини таклиф қилишган, аммо битта ҳам қониктирувчи ва бирлаштирувчи усул йўқ. Одатда картографик проекциялар классификацияси ташқи белгилари бўйича бажарилади, чунки чуқур генетик ёндашувлар картографиядан математика томонига олиб кетади. Амалий жиҳатдан бир неча классификация тўпламларидан фойдаланишга тўғри келади. Қўйида энг кўп қўлланиладиган ёндашувлар кўриб чиқилган.

§ 18. КАРТОГРАФИК ПРОЕКЦИЯЛАР КЛАССИФИКАЦИЯНИНГ БЕЛГИЛАРИ

Картографик проекциялар кўп белгилари бўйича классификацияланади. Яқин белгиларини бирлаштириб, уларнинг қўйидаги гуруҳларини кўрсатамиз, улар асосида проекция классификациялари қурилиши мумкин.

1. Математик-геодезик карталар асосига қирувчи белгилар-акс этувчи юза, проекцияларни қуришнинг математик усули, проекцияларнинг бошлангич дифференциал тенгламалари тури ва бошқа белгилари.
2. Проекцияни ўзини тасвирловчи тавсиф ва хатолар катталиклари, картографик тўр тури, унинг ўзига хос хусусиятлари белгилари.
3. Картанинг вазифаси, қўлланилиши ва мазмуни билан асосланган белгилар.
4. Картографиялаш объекти билан айтиладиган -унинг шакли, улчамлари ва географик ўрни белгилари.

Белгиларнинг биринчи гуруҳи асосида проекциялар қўйидагилар ажратилиши мумкин:

- одатда шар ва эллипсоид каби тўғри шакли *мунтазам юзани* ўрганиш билан математик картография фани шуғулланади;
- **Реал юзалар**- бу мураккаб шаклдаги астероид, кометалар ва бошқа космик жисмлар проекциялари. Уларнинг назариясини қайта ишлаш эса энди бошланаяпти.

Биринчи гуруҳ аломатлари асосида XX асрнинг 60-йилларида Совет олими Г.А.Мещеряков генетик классификацияни таклиф қилди. У дифференциал тенглама кўриниши асосида тузилган. Проекцияларни олиш мақсадида, бу тенгламаларнинг ечими мураккаб математик масалани англатади. Бироқ, бу классификация проекцияларнинг математик моҳиятига тўғри келса ҳам, картографияда қўлланилмади. Шунингдек, координаталарнинг сферали кутб тизими полюсининг ҳолатидан қатъий назар умумий тенгламалар кўриниши, тузилиши усули, картографик тўрнинг йўналиш бўйича проекциялар классификацияси муҳимдир. Бунда тўрлар нормал, қийшиқ ва кўндаланг ориентирларга ажратилади.

Иккинчи гуруҳ белгилари асосидаги классификациялар кўп тарқалган ва амалий аҳамиятга эга. Бу гуруҳга проекцияларнинг куйидаги классификацияларини киритиш мумкин:

- ўзгаришлар тавсифи ва хатолар катталиги бўйича;
- нормал картографик тўр кўриниши бўйича;
- математик элементларнинг параметрлари таркибига кўра.

Белгиларнинг **учинчи гуруҳи** тузувчи ва фойдаланувчиларни тузиладиган картага нисбатан мақсадга қаратилган ва оптимал проекцияларни танлашга йуналтиради.

Тўртинчи гуруҳ картографияланувчи объектнинг индивидуал географик хусусиятларини олдинга суради.

Бу гуруҳлар белгилари асосида проекциялар кўйидагича классификацияланади.

Ер картасининг проекциялари.

- **■мавзули ва умумгеографик карталар проекциялари:**

- олам проекцияси;
- ярим шарлар проекцияси;
- океанлар проекциялари;
- материклар ва кутбий вилоятлар проекциялари;
- материкларнинг йирик қисмлари проекциялари;
- давлатлар ва уларнинг қисмларининг проекциялари;
- ■Аниқ мақсадли карталар проекциялари;
- топографик карталар проекциялари;
- 1: 1000000 ва 1: 2500000 масштабли умумгеографик дунё картаси проекциялари;
- навигацияли карталар проекциялари.

Космик макон картаси проекциялари.

- Юлдузли осмон проекцияси;
- Сайёралар ва уларнинг йўлдошлари проекциялари;
- Комета ва астероидлар проекцияси.

§ 19. ХАТОЛАР КАТТАЛИГИ ВА ТАВСИФИ БЎЙИЧА ПРОЕКЦИЯЛАРНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Тавсиф бўйича проекциялар хатолиги эркин, тенг катталиқдаги, тенг бурчакли ва тенг оралиқлиларга бўлинади.

Эркин картографик проекция - бу барча турдаги хатоликлар мавжуд бўлган, картографик проекциядир.

Тенг катталиқдаги проекция - бу майдонлар ўзгаришга эга бўлмаган, картографик проекциядир.

Тенг бурчакли проекция -бу бурчаклар хатоларга эга бўлмаган, картографик проекциядир.

Тенг оралиқли картографик проекция – бу бурчак ва майдонлар хатолари бир хил бўлган, эркин картографик проекциядир.

Келтирилган классификация асосийларидан ва энг муҳимларидан бири ҳисобланади. Классификациянинг камчилиги бўлиб, кўплаб эркин проекциялардан, моҳиятига кўра, учта хусусий ҳолатни:

Икки четки-тенг бурчакли ва тенг катталикли проекциялар ва бир ҳолатда уларнинг орасидаги-тенг ораликли проекцияларга ажратилади.

Амалий мақсадларда мазкур классификация кўп оддийлаштирилади-кўшимча босқичлар киритилади, уларнинг сони ҳар хил бўлиши мумкин. Одатда беш босқичли шкала қўлланилади.

1. Тенг катталиқдаги проекция.
2. Тенг катталикли ва тенг ораликли проекция ўртасида турувчи кисик хатоликли майдон проекцияси.
3. Тенг ораликли проекция.
4. Тенг катталикли ва тенг ораликли, проекция ўртасида турувчи кисик хатоликли бурчак проекцияси.
5. Тенг бурчакли проекциялар.

Биринчи босқичдан бешинчи босқичга ҳаракатланганда майдонлар ўзгариши ошади, бурчаклар ўзгариши эса йўқолади.

Кўп босқичли классификацияларнинг камчилиги бир босқични бошқасидан аниқ фарқловчи миқдорли тавсифларнинг йўқлигидир. XX асрнинг 70-йилларида Г.И.Конусова бу босқичларни бўлиш мақсадида, локал омилни тақлиф қилди. Бу омил бурчак катталигидир. Уни бурчак классификацияси деб атаيمиз. Бурчак классификация қуйидагича ҳисобланади:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left[\frac{\left(\frac{a}{b} - 1 \right)}{(ab - 1)} \right].$$

Формулада арктангенс белгиси остида каср туради. Каср суратида - шаклнинг локал хатолигини тавсифловчи катталиқ, шунингдек, бурчаклар локал хатолиги катталиқ, махражда - эса майдонларнинг локал хатоси туради.

Бу формулани батафсил кўриб чиқамиз. Картанинг исталган нуқтасида тенг бурчакли проекцияда узунликларнинг хусусий масштаби йўналишга боғлиқ эмас, $a=b$, шунинг учун $\alpha=0$. Тенг катталикли проекцияларда майдоннинг хусусий масштаби $p=ab=1$, бинобарин $\alpha=\pi/2$. Тенг ораликли проекцияларда шакл бурчаклар ва майдонлар хатосининг таъсири бир хил, формуладаги сурат махражга тенг, $\alpha=\pi/4$.

Шунинг учун хатолар тавсифга кўра, проекцияларнинг алоҳида босқичларга бўлиниш миқдорли баҳолаши куйидагича амалга оширилади:

$\alpha = 0$ тенг бурчакли проекциялар;

$\alpha = \pi/4$ тенг ораликли проекциялар;

$\alpha = \pi/2$ тенг катталикли проекциялар;

$0 < \alpha < \pi/2$ - эркин проекциялар.

Бир бурчакни бошқасидан фарқлаш учун классификация бурчагида аниқ чегара белгилари кўрсатилиши керак.

Тўққиз босқичли классификацияни куриш б-жадвалда келтирилган.

6 – жадвал

Тавсифлар хатолари бўйича проекциялар классификацияси

<i>Бурчак классификацияси α, град</i>	<i>Проекция хат олиги характери</i>
$\alpha=0$	Тенг бурчакли
$0 < \alpha \leq 1$	Амалдаги тенг бурчакли
$1 < \alpha < 42$	Тенг бурчакли ва тенг ораликли орасида
$42 \leq \alpha < 45$	Амалда тенг ораликли
$\alpha=45$	Тенг ораликли
$45 < \alpha \leq 48$	Амалдаги тенг ораликли
$48 < \alpha \leq 89$	Тенг ораликли ва тенг катталикли орасида
$89 < \alpha < 90$	Амалда тенг катталикли
$\alpha=90$	Тенг катталикли

Аввалгидек, бош хусусий ҳолатлар кўрсатилган: тенг бурчакли, тенг ораликли ёки тенг катталиқдаги проекциялар. Шунингдек ҳисобланган α бурчак қиймати камчиликлар билан юклатилсада, бу классификацияда оғзаки тавсифлар билан кузатиладиган зоналар кўриб чиқилган: “деярли тенг катталиқли”, “деярли тенг бурчакли” ёки “деярли тенг ораликли”. Тенг бурчакли ва тенг ораликли ҳамда тенг ораликли ва тенг катталиқли ўртасида жойлашган проекциялар кирган кенг тасмалар қолади.

Бинобарин, классификация бурчагининг чегара қийматларини танлашга бошқа ёндашув ҳам қабул қилиниши мумкин.

Айтилган назариянинг камчилиги шундаки, классификация бурчаги локал тавсифдир. Эркин проекцияларда у нуқтадан нуқтагача ўзгаради.

Баъзи жойларда бу проекция тенг бурчакли, баъзида эса тенг катталиқли ва ҳ.к. бўлиши мумкин.

Проекциянинг маълум қисми доирасида ўзгаришлар тавсифини аниқлаш учун вариацион кўрсаткичлардан фойдаланиш мумкин. XX асрнинг 80-йилларида Е.Ю.Баева картанинг ўрганиладиган соҳасининг турли нуқталарида аниқланган абсолют қиймат суммасига локал бирлик кўрсаткичларини алмаштириб, классификация бурчагини ҳисоблашни таклиф этди. Эҳтимол, бошқа вариацион кўрсаткичлар ҳам қўлланилиши мумкин. Б унинг учун картанинг ўрганиладиган соҳаси кичикроқ участкаларга тақсимланади. Ҳар бир участка учун бурчак ўзгаришлари ва майдон ўзгаришларининг локал кўрсаткичлари ҳисобланади. Кейин уларнинг ўртача квадрат белгиси ҳисобланади. Классификация бурчаги тангенс бурчакнинг ўртача квадрат ўзгаришларини майдоннинг ўртача квадрат ўзгаришларига бўлиш билан топилади.

Классификация бурчакларини баҳолаш учун катта бўлмаган ўлчамдаги доира ўзгаришларининг таҳлилидан олинган статистик маълумотларни қўллаш мумкин. Арктангенс белгиси остида классификация бурчагини ҳисоблаш учун формулада махражга (v_w) ни, суратга (v_F) ни қўйиш керак.

Фақат классификация бурчаги бўйича проекцияларни бўлиш етарли эмас. Бундай классификация ўзгаришларнинг нисбатидан дарак беради, лекин бу ўзгаришларнинг катталиги ҳақида ҳеч нарса демайди. Айтайлик, майдонлар ўзгариши шаклнинг ўзгаришдан 2 барабар катта. Бунда классификация бурчаги $\alpha = 26,5^\circ$. Аксинча, агар шакл ўзгариши майдон ўзгаришидан икки барабар катта бўлса, у ҳолда $\alpha = 63,5^\circ$.

Шу муносабат билан ўзгаришлар катталиги бўйича кўшимча классификация керак. Улар куйидаги фикрлар асосида тузилган бўлиши мумкин.

Карта ёрдамида илмий-техник масалаларни ечиш учун максимал аниқлик талаб қилинади. Шакл ва майдонлар ўзгариши «жуда кичик», 1% дан кам бўлиши керак. Амалиётда шакл ва майдонларнинг 3% гача хатоликларига эга карталар қўлланилмоқда. Географик амалиётнинг кўплаб ҳолатларида 5% дан ошмайдиган катталиқдаги хатоликлар кузатилади. Шунинг учун 5% ли хатоликларни «кичик» деб классификациялаш мумкин. Хатолар канчалик кўп бўлса, картадаги контурлар табиатдаги ўз оригиналлариغا шунчалик кам ўхшайди.

Аниқ визуал баҳоларни таъминлаш учун ўзгаришлар катталиги 10% дан ошмаслиги керак. Бундай ўзгаришларни «катта эмас» деб аташ мумкин.

Ўзгаришлар катталигининг кейинги градацияси нисбий аҳамиятга эга. Ўзгаришлар канчалик кўп бўлса, картадаги контурлар табиатдаги ўз аслига кам ўхшайди. Бироқ фойдаланувчи картадаги объектларни уларни жуда сезиларсиз ўзгарганида ҳам билиши керак. Шунинг учун майдон, узунлик ва шаклнинг ўзгариш катталиги классификацияси шартли қўлланилиши мумкин.

Майдон, узунлик ва шакл хатоликлари катталиги аҳамиятини классификациялаш 7-жадвалда келтирилган.

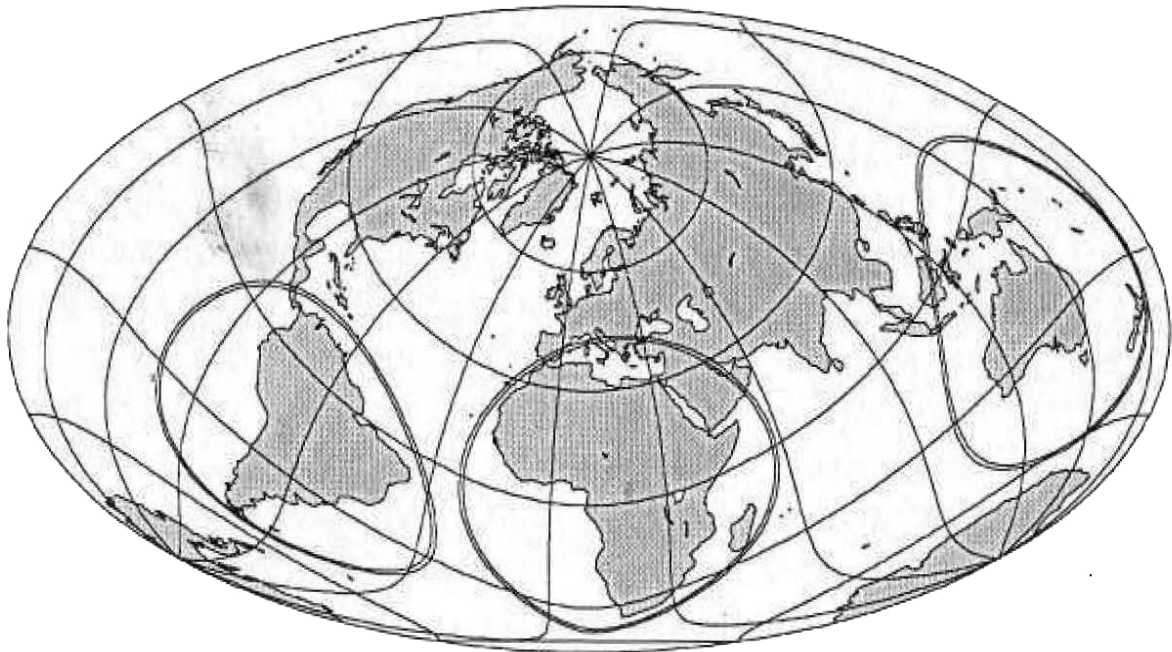
7-жадвал

**Хатоликлар катталиги бўйича
проекция участкаларини
классификациялаш**

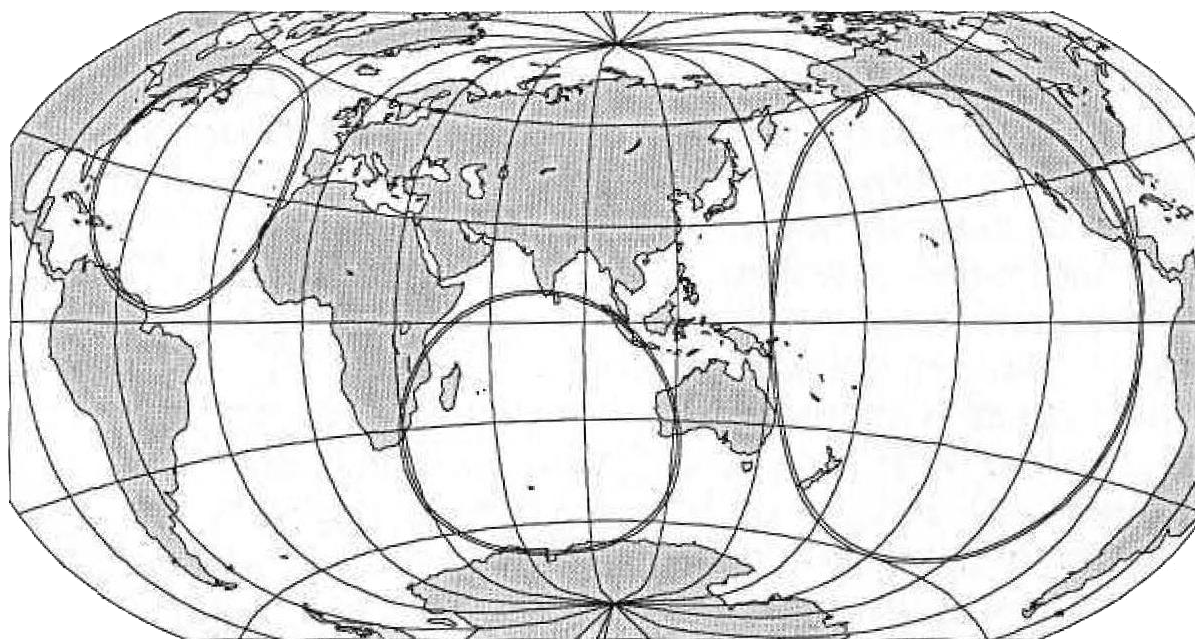
17-расмда Бризмейстер (W.A.Briese-meister) нинг тенг катталиқдаги проекциясида Жанубий Америка, Африка ва Австралияни ўзига сиғдирган хато-

ликларнинг учта фигураси тузилган. Бу проекцияда минтақалар турлича ўзлаштирилган. Африка учун узунликнинг катта бўлмаган хатолиги (7%) ва шакллар хатолиги (29%) хосдир. Жанубий Америка ва Австралия учун узунликларнинг нормал хатоси (20-23%) ва катта хатоликли шакллар (102-104%) хосдир.

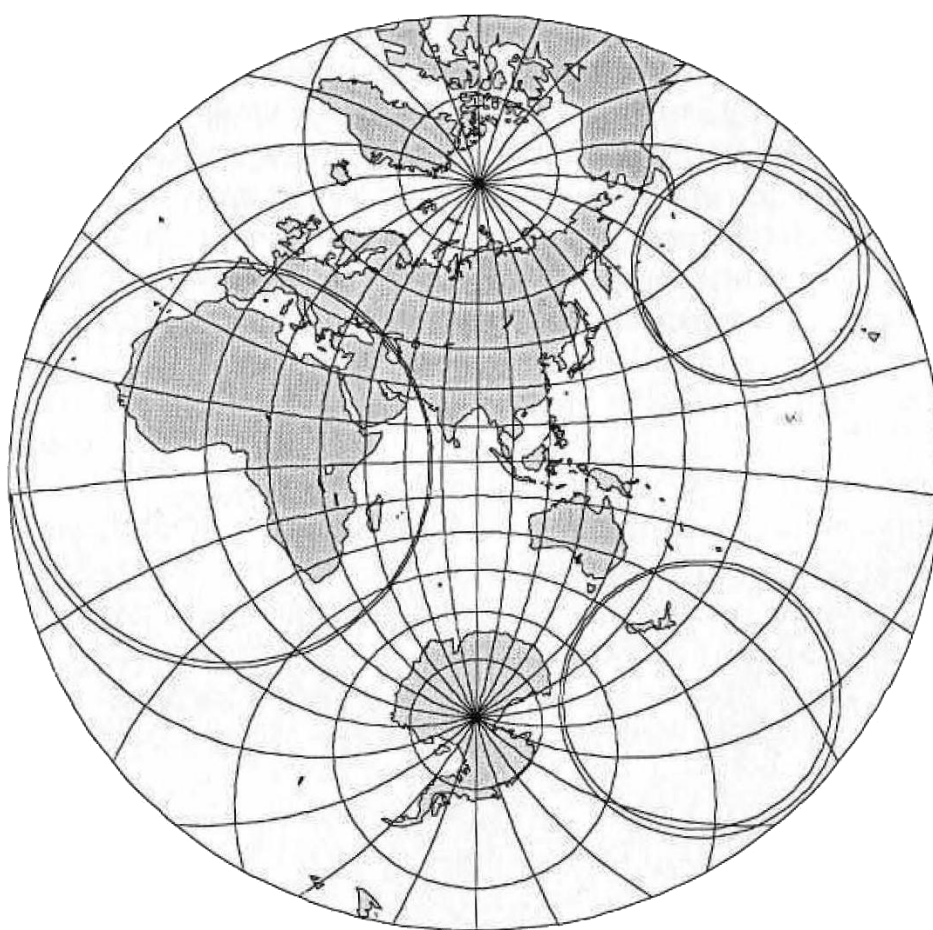
Хатоликлар %	Хатоликларни баллик намоиши
0-1	Жудда кичик
1-5	Кичик
5-10	Катта эмас
10-50	Мутадил (Ўртача)
50-100	Катта
>100	Жудда катта



17-расм. Тенг катталиқдаги проекцияларда куруқликнинг алоҳида массивлари хатоликларини тавсифловчи шакллар



18-расм. Эркин проекцияда алохида океанлар хатоликларини тавсифловчи шакллар



19-расм. Тенг бурчакли проекцияда алоҳида қисмлардаги хатоларни тавсифловчи шакллар

18-расмда. Эркин проекцияда Атлантиканинг шимолий қисми учун, шунингдек, Ҳинд ва Тинч океанлари учун хатоликлар шакллари тузилган. Ҳинд океани фигураси учун классификациялар бурчаги $\alpha=28,5^\circ$. Проекциянинг бу қисми тенг бурчакли проекцияларга яқиндир. Доира шаклининг хатоси 12% ни, майдон хатоси эса 21% ни ташкил этади. Қолган икки океанлар учун классификация бурчаги 60° .

19-расмда. Шакллар хатолари фигураси тенг бурчакли проекциялар учун тузилган. Проекцияда айлана шакли хатоси йўқ. Бирок бу доиралар томонидан ажратилган барча проекция қисмларида катта хатоли шакллар ва катта хатоли майдонлар (228-543%) кузатилади.

§ 20. НОРМАЛ КАРТОГРАФИК ТЎР КЎРИНИШИ БЎЙИЧА ПРОЕКЦИЯЛАР КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Шар ва айланиш эллипсоиди каби жисмларнинг мунтазам юзаси проекциясини кўриб чиқиш билан чекланамиз. Бу классификация асосига параллел ва меридианлар расми жойлаштирилган. Шарнинг проекция ҳолатида альмукантарат ва вертикалларнинг картографик тўри шундай расмга эга бўлади. Айланиш эллипсоидининг альмукантаратлари ва вертикаллари тўр расми унга анча яқиндир. Мазкур классификация кенг тарқалди. Проекцияларнинг ҳаммага маълум бўлган бир қатор синфлари мавжуддир. Синфлар сони мунтазам ошиб бормоқда. Бу проекциялар амалиётда кўп қўлланилмоқда. Бироқ классификация ташқи белгиларга асосланган ва генетик ҳисобланмайди. Шунинг учун у картографик проекцияларнинг барча турларини қамраб ололмайди. Одатда проекцияларнинг куйидаги синфлари мавжуд: азимутли, псевдоазимутли, конусли, псевдоконусли, поликонусли, цилиндрли,

псевдоцилиндрли. Баъзан бу рўйхатга полиазимутли ва полицилиндрли проекциялар киради.

Профессор Л.М.Бугаевский барча проекцияларни иккита гуруҳга бўлади. Биринчисига параллеллари доимий эгриликка эга проекциялар киради. Буларга тўғри чизикли параллелларга, айлана ёйи ёки айланага эга проекциялар киради. Иккинчи гуруҳга ўзгарувчан эгриликка эга параллелли проекциялар киради. Бу гуруҳда параллеллар эллипслар, эллипс ёйлари ёки бошқа ясси эгриликлар билан тасвирланади. Мазкур гуруҳнинг асосини полиазимутли, поликонусли ва полицилиндрли проекциялар ташкил этади.

Математик нуқтаи назардан, иккинчи гуруҳнинг турлари ва имкониятлари биринчисига нисбатан анча кўпдир. Бироқ иккинчи гуруҳ назарияси деярли ишлаб чиқилмаган. Тарқатилган проекцияларнинг кўпчилиги биринчи гуруҳга тегишлидир.

Кўрилган гуруҳларда проекцияларнинг учта гуруҳи кўрсатилган:

А - азимутлар гуруҳи;

К - конуслилар гуруҳи;

Ц - цилиндрлилар гуруҳи.

Ҳар бир гуруҳ 4 та синфга бўлинади. Учта синф биринчи гуруҳга, 1 та синф эса иккинчи гуруҳга киради. Ҳар бир гуруҳдаги проекциялар, уларни бошқа гуруҳлардан ажратиб турувчи умумий хусусиятларга эга. Гуруҳда бошқа синфлар номи асосий синф номларига мос тушади, лекин «псевдо», «поли» олд кўшимчалари билан фарқ қилади (8-жадвал).

Базали синф проекцияси (азимутли, конусли, цилиндрли) ортогонал тўрғага эга. Улардаги асосий йўналиши меридиан ва параллелларга ориентрланган. Изоколлар тўғри ориентрланса параллеллар билан устма-уст тушади, қийшиқ ёки кўндаланглар эса –альмуқантараталарга тўғри келади.

8 – жадвал

**Нормал картографик тўр кўриниши бўйича
проекциялар классификацияси**

Картографик проекциялар гуруҳи		
А	К	Ц
Доимий эгрилик параллеллари		
Азимутал	Конусли	Цилиндрик
Псевдоазимутли	Псевдоконусли	Псевдоцилиндрикли
Ярим азимутли	Ярим конусли	Ярим цилиндрикли
Ўзгарувчан эгрилик параллеллари		
Ярим азимутли	Ярим конусли	Ярим цилиндрикли

Нормал ориентрлашда база синфининг бир проекцияси иккинчисидан фақатгина параллеллар оралиғига фарқ қилади.

Классификациянинг бундай тuzилиши проекциялар синфини эслаб қолиш ва уларнинг хусусиятларини ўрганишни осонлаштиради. Айтилган гуруҳ ва синфларнинг проекцияларини кўриб чиқамиз.

Азимутли проекциялар гуруҳи

Проекцияларнинг бу гуруҳида географик кутб ёнидаги макон ҳеч бир узилишларсиз яхлит акс эттирилади. Биринчи гуруҳнинг барча синфларида параллеллар ё айлана билан ёки уларнинг ёйлари билан тасвирланади.

Азимутли проекциялар. Алоҳида азимутли проекциялар бундан 2,5 минг йил олдин маълум эди. Ҳозирги шароитда ҳам азимутли проекциялар жуда катта назарий ва амалий аҳамиятга эга.

Улар нолинчи хатоликли бир нуқтага ёки битта асосий параллелга эга бўлиши мумкин.

Азимутли картографик проекция – унда нормал тўрлар параллели – қисқарувчан айланалар, меридианлар эса – уларнинг радиусларидир яъни улар ўртасидаги бурчаклар узоқликларнинг тегишли тўрларига тенг бўлган проекциядир.

Асосий азимутли проекцияларни санаб ўтамиз:

Гномоник азимутли проекция. Қадимги Грецияда Фалес Милетский бу проекцияни юлдузли осмон картаси учун қўллаган. Муҳим хусусиятларига эга: гномоник проекцияда ортодромия – шардаги икки нукта ўртасидаги қисқа масофа чизиғи – туғри чизиқ билан тасвирланади. Ушбу хусусиятига кўра проекция навигацияда қўлланилади.

Стереографик азимутли проекция. Машҳур астроном Гиппарх томонидан таклиф қилинган. Унинг асосий хусусиятини қадими юнон олими Клавдий Птолемей ўрганган. Проекция тенг бурчаклидир. Таъкидлангандек, у ажойиб хусусиятга эга: бу проекцияда ҳар қандай айлана шарнинг юзасида айлана билан тасвирланади. У нафақат картографияда балки бошқа соҳаларда ҳам, яъни кристаллографияда, электротехникада ҳам қўлланилади.

Тенг ораликли азимутли проекция. Юлдузли осмон картаси учун Мисрда қўлланилган. Уни паришлик математик, профессор Г.Постель (1510-1581) таклиф қилган. Ушбу проекцияда унинг марказдан радиал чиқувчи масофалар, хатоликларсиз тасвирланади. У авиация, сейсмик ва бошқа карталар учун қулай, у бўйича карта марказидан жорий нуктагача бўлган масофа баҳоланади.

Тенг катталиқдаги азимутли проекция Немис математиғи И.Г. Ламберт томонидан таклиф қилинган. Ярим шар, материклар, океанлар картасини тузиш учун қўлланилади.

Ташқи азимутли проекция. Проекцияда Ер ер атрофидаги космик аппаратлардан кузатилади. Ундан Ер ва бошқа космик жисмларнинг портретлари олинади.



20-расм.

Нормал азимутал тенг катта проекция;

(Қутбдан узоқлашган сари параллеллар оралиқ фарқлари йўқолиб боради.)

Ташқи азимутал проекцияни кўплаб олимлар ўрганишган: Лаир, Кларк, Гаммер, Л.М. Бугаевский ва бошқалар.

Ортографик азимутал проекция. Проекцияда кузатувчи Ойни, сайёраларни, кометаларни ва бошқа космик жисмларни кўради. Бу проекцияда карта фойдаланувчи тасаввурда глобалл сфералик самараларини яратади.

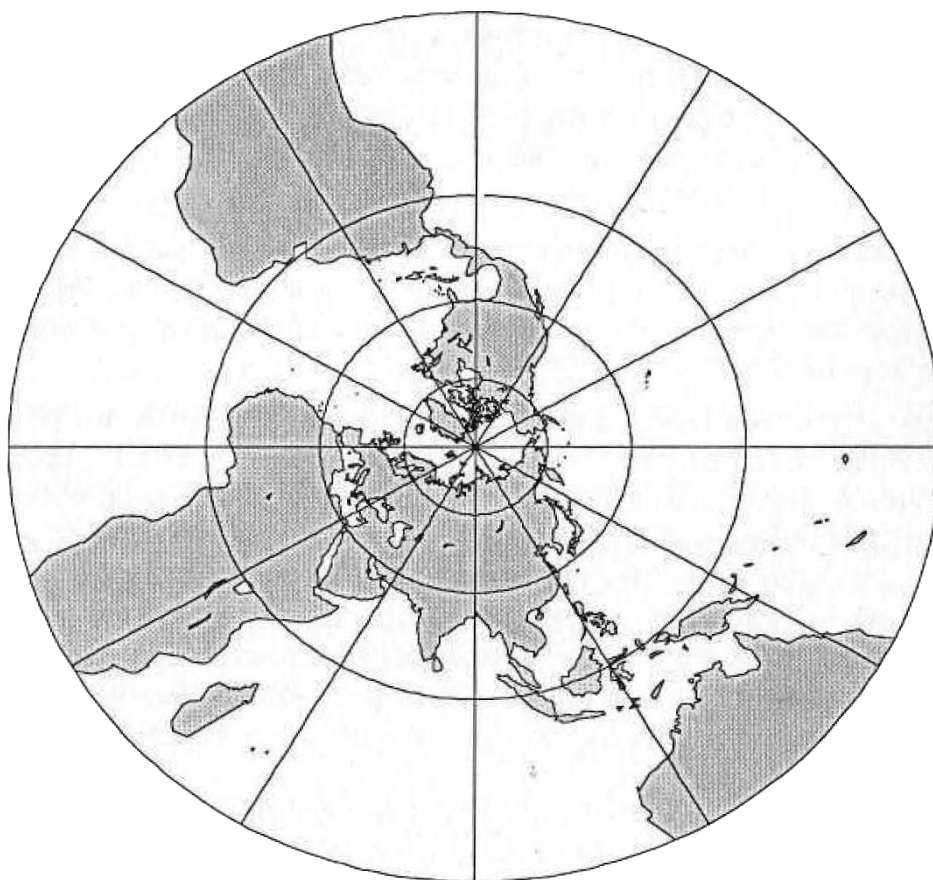
Проекция юнонлар ва мисрликлар томонидан эрамиздан олдинги II асрда ишлаб чиқилган.

Азимутал проекциялар нормал, қийшиқ ва кўндаланг ориентирларда қўлланилади. Нормал ориентирда проекциялар бир-биридан фақат параллеллар ўртасидаги масофа билан фарқланади. Шунинг учун турли азимутал проекциялар хусусияти ва картадаги параллеллар ўртасидаги оралиқлар ўзаро

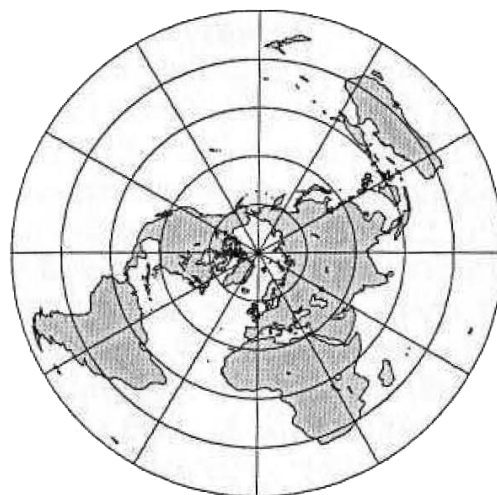
боғлиқдир. Масалан, тенг катталикли проекцияда бу оралик кутбдан ўзоқлашиб камаяди (20-расм). Тенг бурчакли проекцияда, аксинча, параллеллар ўртасидаги оралик ошади (21-расм). Шарнинг тенг оралик проекцияларида улар доимийдир (22-расм). Уларни шунингдек Аполлоний ва Гиппарх деб ҳам аташади.

Изоколлар нормал ориентирда параллелларга мос келади, қийшиқ ва кўндалангда альмуқантаратларга мос келади. Шундай қилиб, изоколлар исталган азимутал проекцияда айлана ҳисобланади. Бу гуруҳда умумлашган азимутал проекциялар ажратилади.

Бу гуруҳда умумлашган азимутал проекциялар алоҳида кўрсатилади, унда картада меридианлар ўртасидаги оралик узоклик билан алмаштирилади, бу эса турли меридианлардаги тасвирнинг сиқилиш ёки чўзилишига олиб келади.



**21-расм. Нормал азимутал тенг бурчакли (стереографик) проекция;
кутбдан ўзоқлашган сари параллеллар оралиғи ошади.**



22 - расм. Бирлашган миллатлар ташкилотининг эмблемаси (марказий қисмида – меридиан бўйича тенг ораликли азимутал проекция)

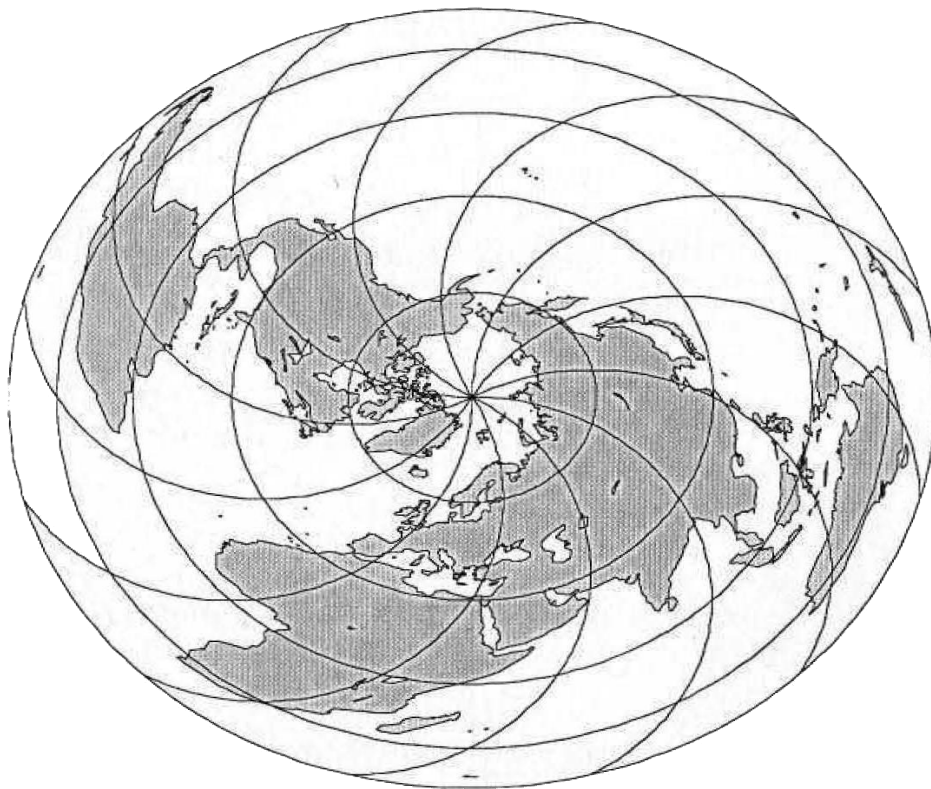
Псевдоазимутли проекциялар. Азимуталлардан фақат меридиан тўри кўриниши билан фарқ қилади.

Псевдоазимутли картографик проекция – нормал тўрлар параллел-қискартирилган айланалардир меридианлар – эгри чизиклар, хусусий ҳолларда тўғри, айлана марказидан чиқувчи проекциядир.

Псевдоазимутли проекция 23-расмда келтирилган. Бу проекцияни 1879 йилда Вихель таклиф қилган. Проекцияда меридианлар айлана ёйлари билан тасвирланади. Проекция марказида жойлашган кутб нуқта билан кўрсатилган унга қарама-қарши кутб айлана билан кўрсатилган. Меридиан бўйлаб узоклик масштаби сақланади. Бу тенг катталикли проекциядир.

Псевдоазимутал проекцияларда алоҳида меридианлар тўғри чизиклар билан кўрсатилиши мумкин. Псевдоазимутал проекциялар одатда қийшиқ ва кўндаланг ориентирларда қўлланилади.

Бир қатор бундай проекцияларни XX асрнинг 50-йилларида Г.А.Гинзбург ишлаб чиқган. Улар дунё картаси ва океанлар картасини тузиш учун мўлжалланган.

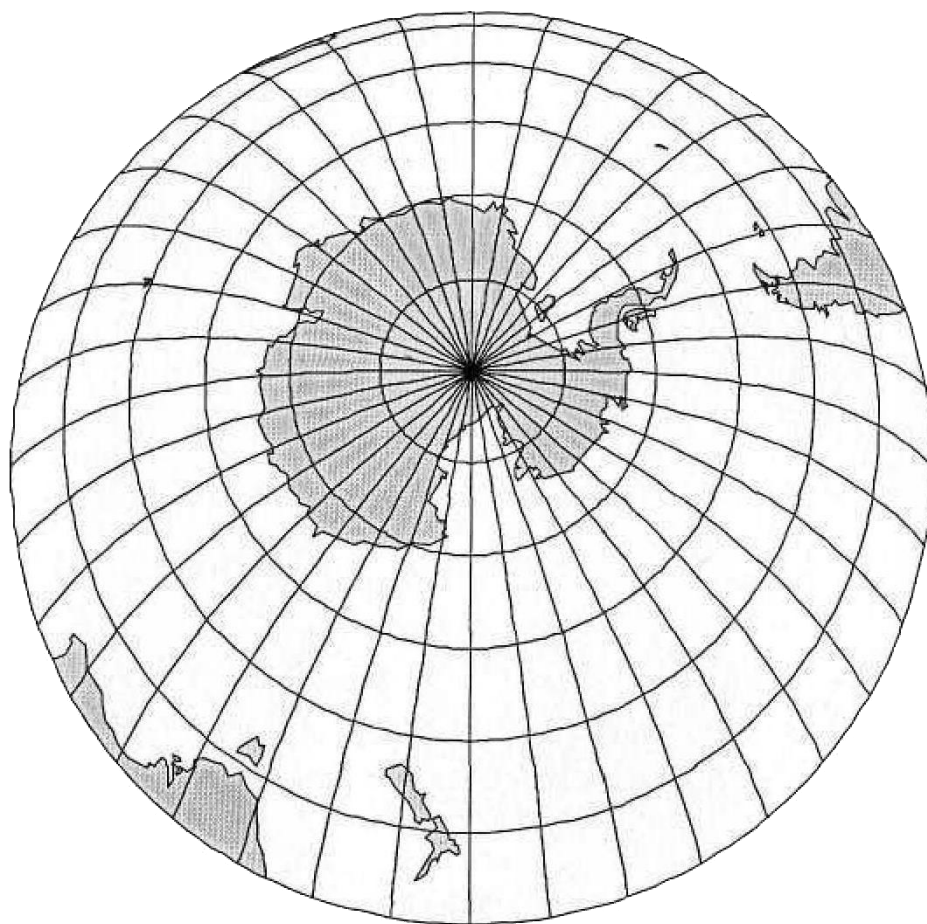


23 – расм. Вихелнинг нормал псевдоазимутал тенг катталикли проекцияси

Тенг катталикли псевдоазимутал проекция ҳам маълумдир, уни XX асрнинг 70 – йилларида Жаҳон океани картаси учун В, О, Муревскис ишлаб чиқди[1].

Полиазимутал проекциялар. Бу проекциянинг хусусияти шуки, айлана марказлари географик кутбдан узоқда жойлашган. Картографик тўр вариантларидан бири 24 –расмда келтирилган.

Мазкур синф проекцияси етарлича ўрганилмаган. Уларнинг назариялари ҳақидаги нашрлар XX аср охирига тўғри келади. Хатолар тавсифига кўра полиазимутал проекциялар турлича бўлиши мумкин.



**24-расм. Эркин, нормал полиазимутал проекция варианты;
параллеллар- эксцентрик меридианлар айланалар-қутб
эгрилиги нуктасидан чиқувчи**

Ўзгарувчан эгрилик параллеллари полиазимутал проекциялар. Параллеллар эллипслар, оваллар, бошқа ёпиқ эгрилар билан тасвирланади, қутблардан узоқлашганда – шу эгриликлар ёйлар билан, меридианалар тўғри ёки эгри чизиклар уюми билан тасвирланади. Қутб атрофидаги макон узлуксиз тасвирланади. Бундай проекциялар уч уқли эллипсоидни тасвирлаш учун табиийдир. Хусусан, эллипс параллелли проекциялар Марс йўлдоши картасини тузиш учун шунингдек, бошқа сайёраларнинг баъзи йўлдошлари картасини тузиш учун қўлланилган.

Конусли проекциялар гуруҳи

Бу гуруҳга кирувчи проекциялар умумий ҳисобланади. Назарий кўрсатиш мумкинки, азимутал ва цилиндрли гуруҳлар проекцияси конусли проекция гуруҳини намоёиш этади. Қутблардаги макон узилишлар билан акс этади. Биринчи гуруҳ синфларида Текисликлардаги параллеллар айлана ёйини намоёиш этади.

Конусли проекциялар. Бу проекциялар Қадимги Грецияда машҳур эди. Конусли картографик проекция - нормал тўр параллеллари - айлана ёйи, меридианалар- уларнинг радиуси, улар ўртасидаги бурчаклар узоклик фарқига пропорционал бўлган проекциядир.

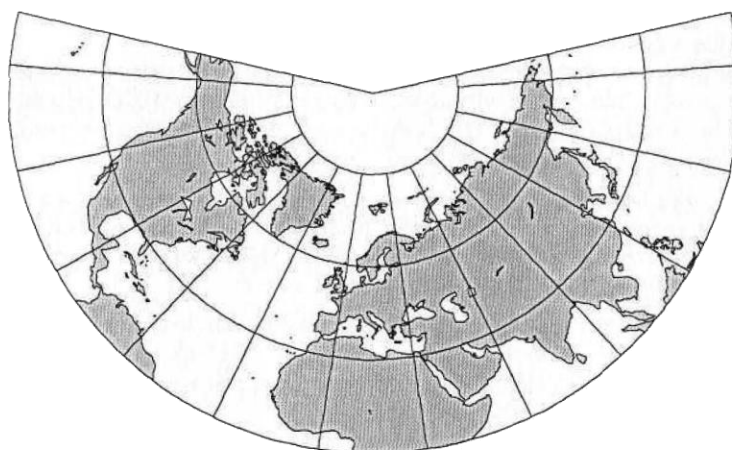
Қутбларда конусли проекцияларда узилишлар мавжуд. Узокликларнинг тўла доираси ($-\pi$ дан $+\pi$ гача) секторга акс этади, унинг бурчак катталиги ҳар доим 2π дан кичик. Пропорционаллик коэффициенти α доиранинг секторга сиқилиш даражасини аниқлайди ва конусли проекцияларнинг муҳим параметрлари ҳисобланади.

Унинг қиймати $0 < \alpha < 1$ оралиғида бўлади. 25-27-расмларда шу параметрнинг турли қийматларига эга конусли проекциялар мисоллари келтирилган. А параметри 1 га яқинлашуви конусли проекциялар кўпроқ азимутал проекцияларга қўшаб боради. $\alpha = 1$ оралиқларда конусли проекция азимутал проекцияга айланади.

Бошқа томондан, α параметрнинг 0 га яқинлашганида параллеллар эгрилиги камаяди, параллеллар тўғирланади, проекциянинг кўриниши кўпроқ цилиндрлик проекция кўринишига ўхшаб кетади. $\alpha = 0$ да конусли проекция цилиндрлик проекцияга айланади. Бинобарин, азимутал ва цилиндрлик проекциялар-конусли проекцияларнинг сўнгги ҳолатидир.



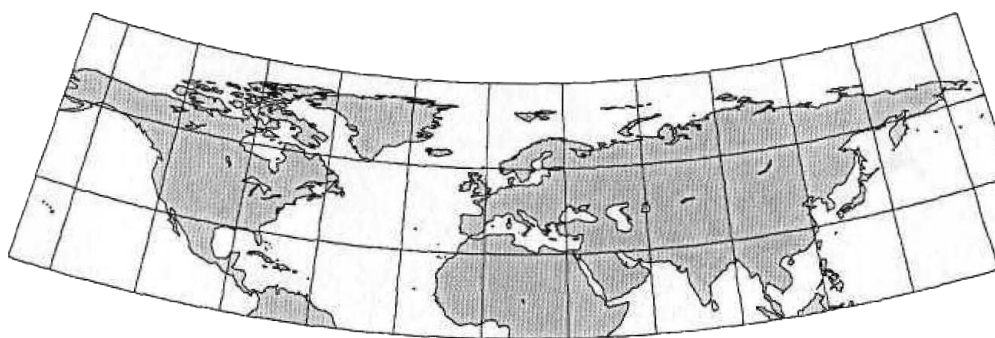
**25-расм. Эркин нормал конусли проекциялар варианты
(параметр $\alpha \approx 0,8$)**



**26-расм. Эркин нормал конусли проекциялар варианты
(параметр $\alpha \approx 0,6$)**

Ҳар бир конусли проекцияда бир ёки иккита асосий параллеллар мавжуд бўлади, уларда асосий масштаб сақланади ва хатолар бўлмайди.

α параметр бош параллеллар кенглигига боғлиқ бўлади. Уларнинг кенглиги экваторга қанчалик яқин бўлса, шунчалик α 0 га яқиндир.



27- расм. Эркин нормал конусли проекция варианты (параметр $\alpha \approx 0,1$)

Бошқа томондан, бош параллеллар кенглиги қутблига яқин бўлса, α параметр 1 га яқин бўлади.

Тенг катталикли, тенг бурчакли ва тенг ораликли конусли проекциялар қўлланилади.

Эҳтимол, тенг ораликли проекцияни Клавдий Птолемей таклиф қилган. ХУ асрда уларни Г.Меркатор такомиллаштирди. ХУШ асрдан бошлаб конусли проекцияни ўрганиш ва ишлаб чиқиш билан кўплаб олимлар шуғулланишган. Альберс (1773-1833) ва Ламбертнинг тенг катталикли конусли проекциялари, Ламберт ва Гаусснинг тенг бурчакли проекциялари, Л.Эйлернинг тенг ораликли проекциялари маълумдир. Д.И.Менделеев, В.В.Витковский, В.В.Каврайский, Ф.Н.Красовскийларнинг асарлари ҳам конусли проекцияларга бағишланган.

Россияда тенг ораликли ва тенг бурчакли конусли проекциялар кўп тарқалган, АКШ, Канада ва бошқа давлатларда тенг катталикли ва конусли проекциялар қўлланилади.

Шунингдек умумлаштирилган конусли проекциялар ҳам қўлланилади, картада меридианлар ўртасидаги ораликлар узокликка алмаштирилади, бу эса меридианларда тасвирнинг сиқилиши ёки чўзилишига олиб келади.

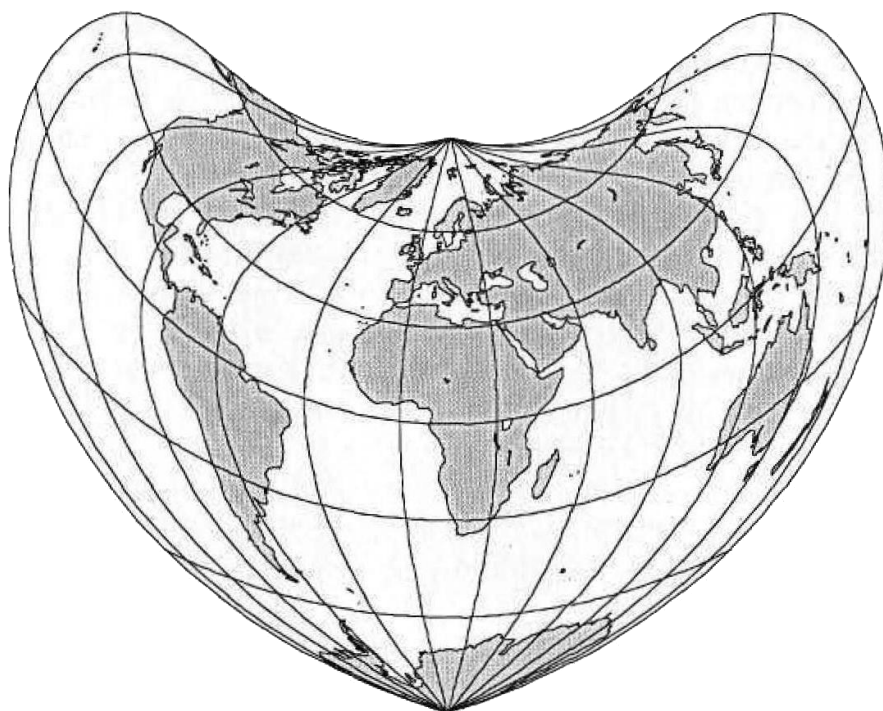
Псевдоконусли проекциялар. Бундай проекциялар қадимги Грек олими Аристотел (384-322 бизнинг эрамызгача, карталарида учрайди). Улар Птолемейга ҳам таниш эди. Маълум даражада псевдоконусли проекциялар конусли проекцияларни умумлаштиради, уларда тўғри чизикли меридианларни эгри чизиклиларга алмаштиради. Ярим конусли картографик проекция-унда

нормал тўрлар параллелли-қисқарувчан айланалар, ўқ меридиани-тўғри, унда параллел маркази Жойлашган. Қолган меридианлар эгри бўлган проекциядир.

1752 йилда Ригоберт Бонн (1727-1795) Франция картаси учун псевдоконусли проекцияни қўллашни таклиф қилди. Ушандан кейин проекция Бонн проекцияси деб ном олди. Уни XIX аср бошларида Франциянинг топографик картаси учун қўллашган. Уша даврнинг атласида, шу проекцияда Европа, Америка, Осиё карталари тузилган XX аср охирларида уни собиқ СССР да Геоморфологик дунё картасини тузиш учун ишлатишган.

Бонн проекцияси.

Бош масштаб ўрта меридианда ва барча параллелларда сақланади. Тўғри бурчак остидаги параллеллар фақат ўрта меридианни кесиб ўтади. Бирок барча меридианларни тўғри бурчак остида кесиб ўтувчи битта параллел мавжуд. Уни Бонн проекциясининг асосий параллели деб атаймиз. 28-расмда Бонн проекцияси тасвирланган бўлиб, бу параллелнинг кенглиги 30° .



28 - расм. Бош параллел кенглиги 30° Бонн проекцияси.

Проекциянинг умумий кўриниши бош параллел кенглигини танлашга боғлиқдир. 29- расмда бош параллел кенглиги 90^0 ли проекция келтирилган. Бу проекция Вернер проекциясидир. Тахминан 1500 йилда таклиф этилган.

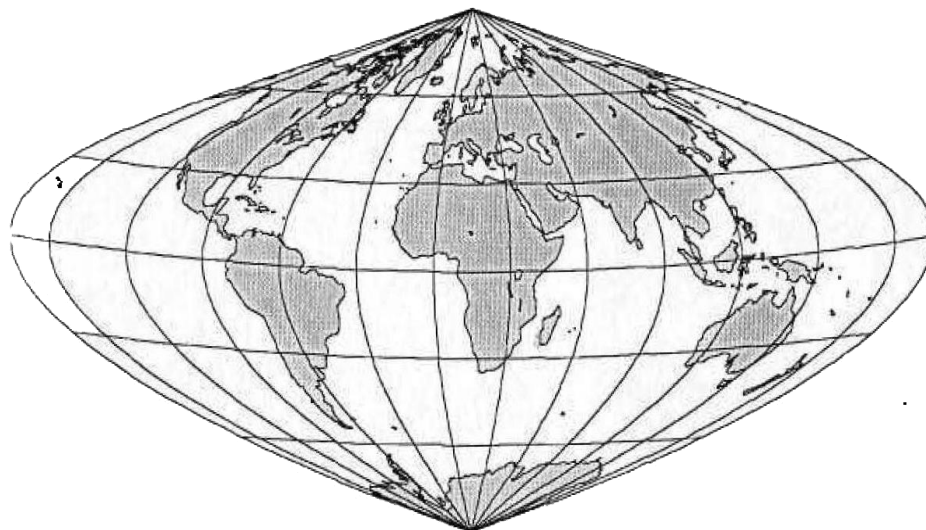
У яна юраксимон номи билан танишдир. XVI-XVII асрларда дунё картасини тузиш учун қўлланилган. Вернер проекциясидан псевдоазимутал проекциягача бир кадам. Агар Вернер проекциясидаги кутбдаги узилишларни бартараф этсак, псевдоазимутал проекцияни оламиз. Буни Вернер проекцияси формуласига тегишли ўзгартиришларни киритиб қилиш мумкин. Совет картографи Г.А.Гинзбург Атлантик ва Шимолий Муз океани картаси учун псевдо азимутал проекцияни тузди.

Бош параллелнинг экваторга яқинлашиши билан барча параллеллар эгриси камаяди ва улар секин – аста тўғирланади (30-расм). Параллеллар тўғри чизикли бўлганда проекция цилиндрик проекциялар гуруҳига ўтади, псевдо-цилиндрик проекция ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, псевдоконусли проекция синфи, конусли проекциялар синфини умумлаштиради; бир томондан, унинг хусусий ҳоллари псевдоазимутал проекция, бошқа томондан-псевдоцилиндрик проекциялар ҳисобланади.



29 - расм. Вернернинг псевдоконусли проекцияси бош параллел кенглиги 90° га тенг бўлгандаги Боннинг хусусий ҳолатдаги проекциясидир.



«Юрак»га ўхшаш шаклига кўра Бонинг проекцияси турли хил ташкилотларни ўзига жалб этади. Шунинг учун турли хил эмблема, почта маркалари, китобларни муқоваларини безашда ва бошқаларда қўлланилади.

30-расм. Бош параллель кенглиги $2,5^{\circ}$ ли. Боннинг псевдоконусли проекцияси.



31-расм. АКШнинг почта маркасида Бонинг проекциясининг расмини қўллаш, проекция расми «Севги» сўзи билан берилган.

Яримконусли проекциялар.

Яримконусли проекция синфи доимий эгрилик параллелли проекцияларнинг барча гуруҳларини бирлаштирилади. Яримконусли проекциялар энг мухим проекцияларга тегишлидир. Яримконусли картографик проекция – нормал тўр параллеллари- эксцентрик айлана ёйи, ўқли меридиан-тўғри, қолган меридианлар эса эгри чизиклар ҳисобланувчи проекциядир. Хатоликлар тавсифига кўра, яримконусли проекциялар тенг катталиги, эркин ва тенг бурчаклига, бўлинади. Эркин ва тўғри бурчакли яримконусли проекциялар катта амалий аҳамиятга эгадир. Н.А.Урмаев, Л.М.Бугаевский ва бошқа омилларни назарий ўрганишлари ҳам маълумдир, улар тенг катталикли проекцияларни назарий ишлай чиқаришга бағишланган.



Оддий яримконусли проекция – АКШда ишлаб чиқилган. У «Америка» проекцияси деб ном олган. Уни тахминан 1920 йилда Хаослер кашф қилган. АКШда топографик карталарни тузиш учун ундан 1950 йилгача фойдаланишган.

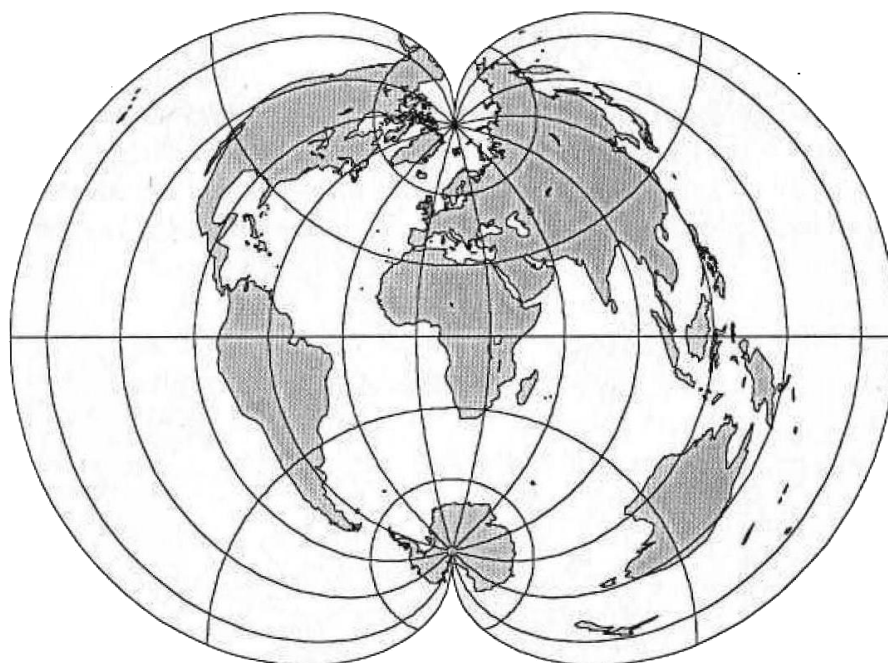
32-расм. Китоб муқовасини безаш учун Бонн проекцияси расмидан фойдаланиш.

Оддий яримконусли проекцияни конусли проекция қисмларидан тузилган деб тасаввур қилиш мумкин, унда ҳар қайси параллел бош бўлиб ҳисобланади. Шунинг учун **Оддий яримконусли проекцияда** ҳар қандай параллелида узунликлар хатоси йўқ. Картадаги ҳар бир параллел радиуси аниқланган. Ўрта тўғри чизикли меридианда ҳам узунлик хатоси йўқ. Картада параллелларни

тасвирловчи айлана марказлари, ўрта тўғри бурчакли меридианда жойлашган. Оддий яримконусли проекциясини асосий камчилиги – унинг параллелларининг катта эгрилигидир, айниқса баланд кенгликларда. Яна бир камчилиги ўрта меридиандан узоклашган проекция четида жойлашган участкалардаги узунлик, майдон ва бурчаклардаги сезиларли хатоликларнинг борлигидир (33-расм). Бу камчиликлар оддий яримконусли проекцияни бутун ер юзасини тасвирлаш учун кўллаб бўлишга имкон бермайди. Аммо, у 1:1000000 масштабда кўп вароқли халқаро Дунё картасини тузишда мувоффақиятли қўлланилган.

Машҳур олимлар Н. А. Урмаев, Т.Д. Салманова ва Г. А. Гинзбурглар бир қатор янги яримконусли проекцияларни ишлаб чиқишди. Улар девор карталари ва атлас карталарини тузишда ишлатилган.

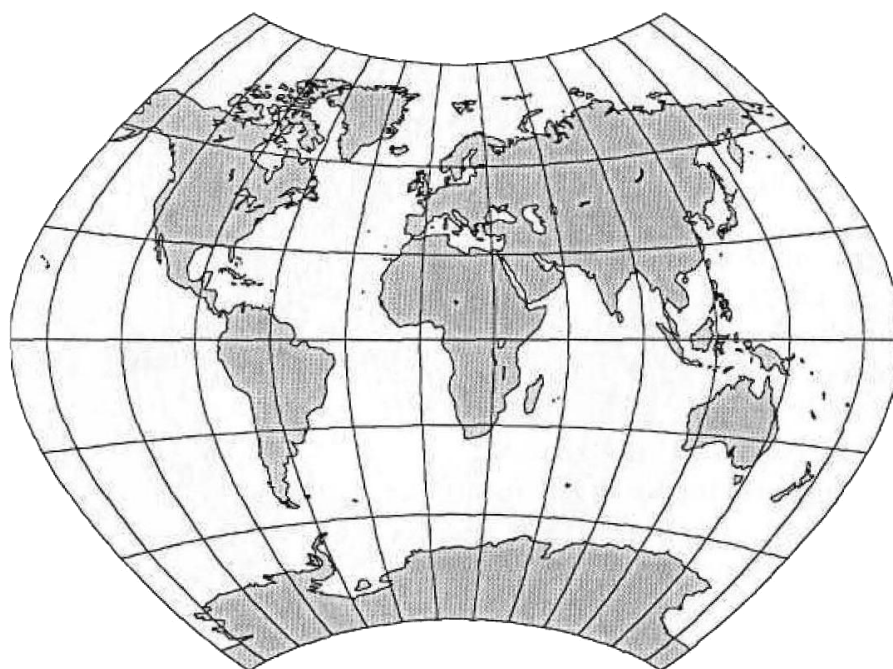
34- расмда 1: 15000 000 масштабдаги олий мактаблар учун кўп сонли мавзули карталар учун қўлланилган проекциялардан бири келтирилган.



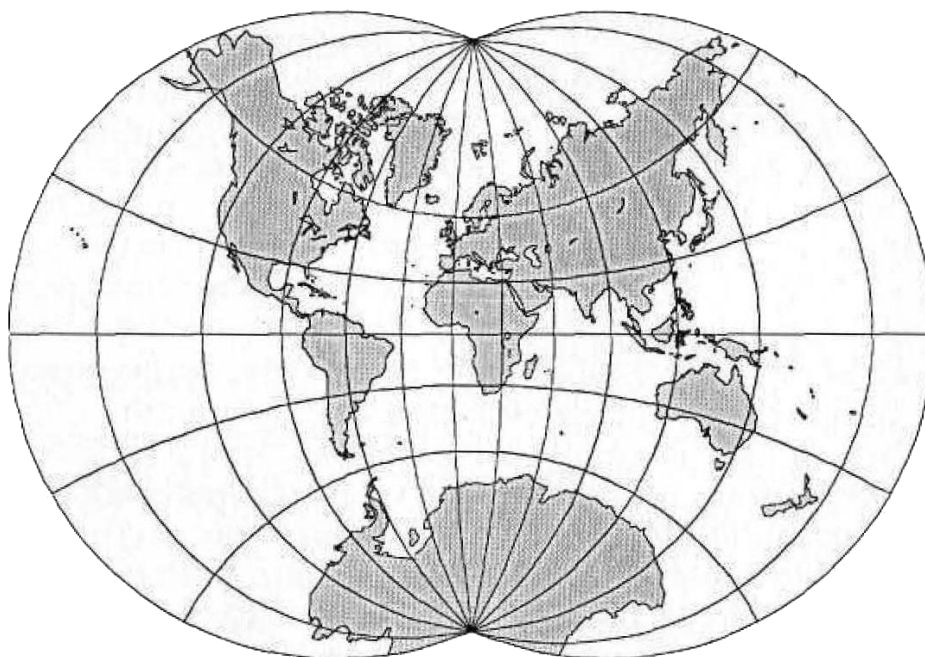
33-расм. Оддий яримконусли проекция

Яримконусли проекциялар орасида доиравий проекциялар алоҳида ажратилади, унда меридианлар ва параллеллар айлана ёйи, экватор ва ўрта меридиан – тўғри чизик ҳисобланади. Бу тўғра тенг бурчакли яримконусли Лагранж проекцияси тегишлидир (35-расм).

1772 йилда немис олими И.Г.Ламберт (1728-1777) доирада дунёнинг тенг бурчакли тасвирини кўрсатди. Бу проекцияни одатда Лагранж проекцияси деб аташади. Машҳур Француз математиги Ж.Л. Лагранж 1779 йилда доирали меридиан ва параллелни барча тенг бурчакли проекцияларни топиш умумий масаласини қўйди ва ҳал қилди. Ҳар қандай тенг бурчакли ярим конусли проекциялар Лагранж проекциясига ўхшашдир. Моҳиятига кўра у Ламберт концепциясини умумлаштиради. Ҳар қандай тўғри бурчакли яримконусли проекциялар Лагранж проекциясига ўхшашдир. Ўзгарувчан эгрилик параллелли яримконусли проекция. Бу проекцияларда параллеллар одатда эллипслар, меридианлар – тўғри ёки эгри чизиклар билан тасвирланади. Бундай проекцияларда Жаҳон океани картаси, Россия картаси ва бошқаларни тузиш таклиф этилганлиги маълум.



34-расм. ЦНИИГА ваК (1954) проекцияси асосида ишлаб чиқилган, олий мактаблар учун карталарнинг яримконусли проекцияси



35-расм. Лагранжнинг тенг бурчакли доирали яримконусли проекцияси

Цилиндрик проекциялар гуруҳи

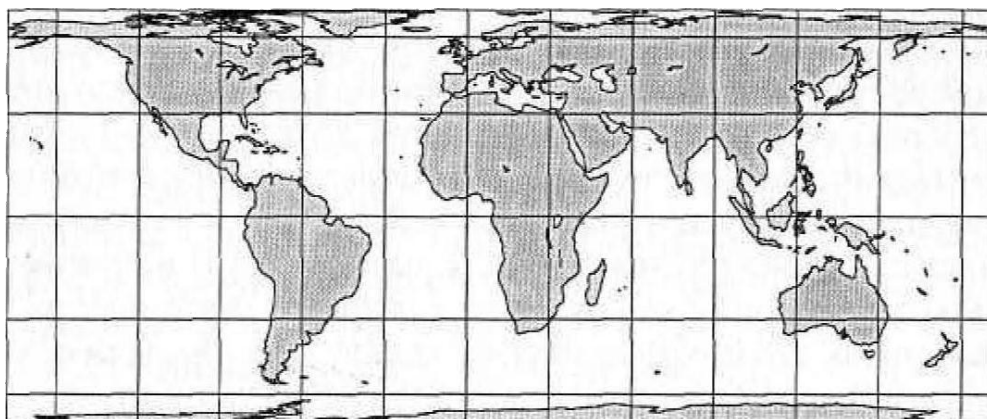
Цилиндрик проекциялар гуруҳининг фарқ қилувчи хусусияти шундаки, биринчи гуруҳининг барча синфларида параллеллар тўғри чизиқлар билан тасвирланди. Бу тўғри чизиқларни, марказлари чексизликдаги айлана ёйларидек хусусий ҳолларда кўриш мумкин.

Цилиндрик проекциялар. Номидан келиб чиқиб, ер юзасини текисликга проекциялашда оралиқ сифатида цилиндр юзасидан фойдаланилган. Бу синфдаги проекцияларнинг картографик тўри жуда оддий кўринишга эга – у ортогонал кесишувчи тўғри чизиқлардан иборат. Проекция битта ёки иккита асосий параллелларга (алмункантаратлар) эга бўлиши мумкин, уларда хатоликлар бўлмайди.

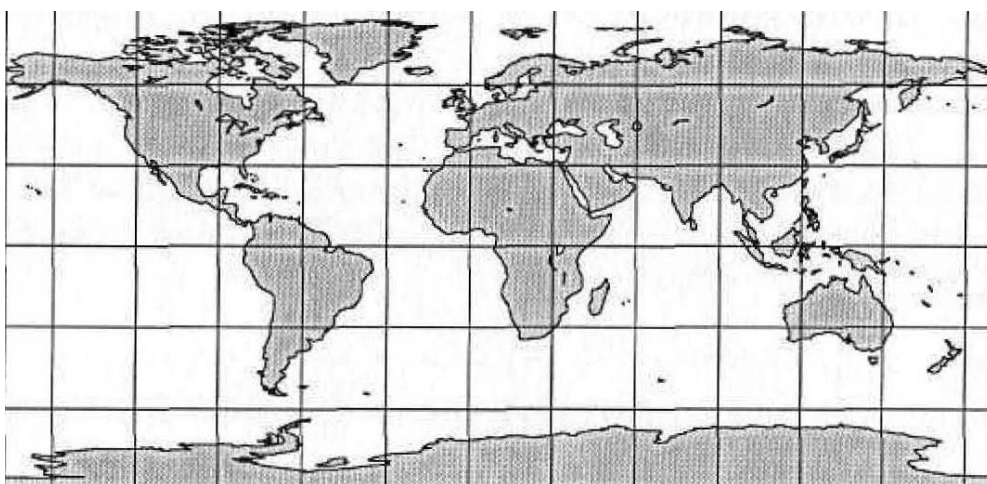
Цилиндрик картографик проекция-унда параллеллар нормал тўри-тўғри параллеллар, меридианлар эса-тўғри параллелларга перпендикулярдир, улар орасидаги масофа ўзқликлар фарқига пропорционалдир.

Тавсифига кўра цилиндрик проекциялар хатолиги барча спектр проекцияларида катнашади.

1772 йилда тенг катталики цилиндрик проекцияни И.Г.Ламберт ишлаб чиқган. Тенг катталикли цилиндрик проекциянинг картографик тўри 36-расмда кўрсатилган.



36 - расм. Нормал тенг катталикли цилиндрик проекция



37 - расм. Нормал тенг ораликли цилиндрик проекция

Эратосфен томонидан ўзаро перпендикуляр тенг турувчи тўғри чизиклар кўринишидаги меридианлар ва параллеллар тўрига дунё картаси тузилган. Эҳтимол бу тенг ораликли цилиндрлик проекция бўлган. Шунингдек, 1938 йилда денгизчи Генрих (1394-1460) тенг ораликли проекцияни таклиф этган. Тенг ораликли цилиндрлик проекциянинг картографик тўри 37-расмда кўрсатилган.

1569 йилда машҳур фламанд картографи Меркатор тенг бурчакли цилиндрлик проекцияда, илк кўп варақли дунё картасини яратди. Оқибатда проекция унинг номи билан аталди ва денгизчиликда кенг тарқалди. Чунки Меркатор проекциясида доимий азимут чизиғи (локсодромия) тўғри тасвирланади.

Бунақа картада олдиндан берилган азимутлар бўйича маршрутларни белгилаш қулайдир. Меркатор проекцияси 38-расмда келтирилган.

Цилиндрлик проекцияларнинг хатолари тавфсифига кўра, бошқа эркин ва бир катор ўзгаришлари ҳам мавжуд. Шунингдек умумлашган цилиндрлик проекцияларни ҳам яратиш мумкин, унда меридиан чизиклари орасидаги масофа узоқлик билан ўзгаради.

Псевдоцилиндрлик проекциялар. Бу проекцияларнинг жуда кенг синфидир. Псевдоцилиндрлик проекцияларнинг пайдо бўлиши цилиндрлик проекцияларнинг оддий расмини сақлаш ва уларнинг асосий камчилигига барҳам беришдан дарак беради. Цилиндрлик проекцияларда кутблар нуқтаси, ушбу проекциядаги экватордек, шундай узунликдаги кесмалар билан тасвирланади. Барча кенгликлардаги меридианлар орасидаги масофалар бир хил. Шунинг таъсирида карталарда кутбий районларни тасвирлашда сезиларли деформациялар ҳосил бўлади. Псевдоцилиндрлик проекцияларда кутблар нуқталар ҳамда берилган узунликдаги кесмалар билан кўрсатилиши мумкин.

Псевдоцилиндрлик картографик проекция-унда нормал тўрлар параллели-тўғри параллеллар, ўртамеридиан-тўғри, параллелларга перпендикуляр, қолган меридианлар-синик тўғри ёки эгри. Меридианлар ва параллеллар тўри ортогонал эмас. Шунинг учун хатолар тавсифига кўра, псевдоцилиндрлик проекциялар тенг катталикли, ёки эркин бўлади. Картографик тўрнинг

ноортогоналлиги туфайли асосий йўналиш ва экстремал масштаблар меридиан ва параллеллар йўналишига тўғри келмайди. Ўрта тўғри чизиқли меридианнинг параллеллар ва экватор билан кесишиши нуқтаси бундан мустасно.

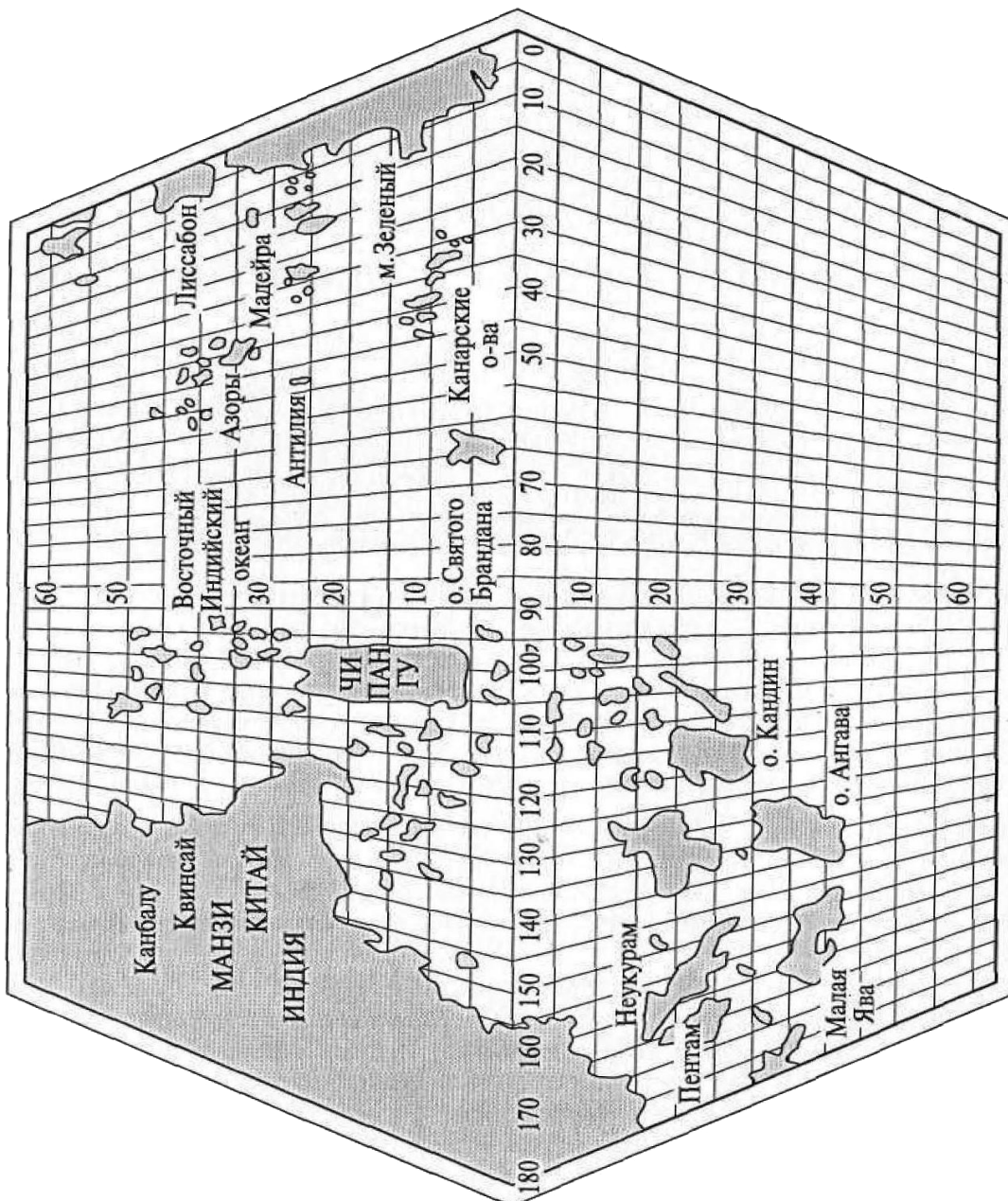
Меридианлар синиқ тўғри чизиқ, шунингдек, эллипс, парабола, гипербола ёки синусоид ёйлар билан тасвирланади.

Нормал псевдоцилиндрик проекциялар иккита симметрия ўқиға – экватор ва ўрта меридианға эға.

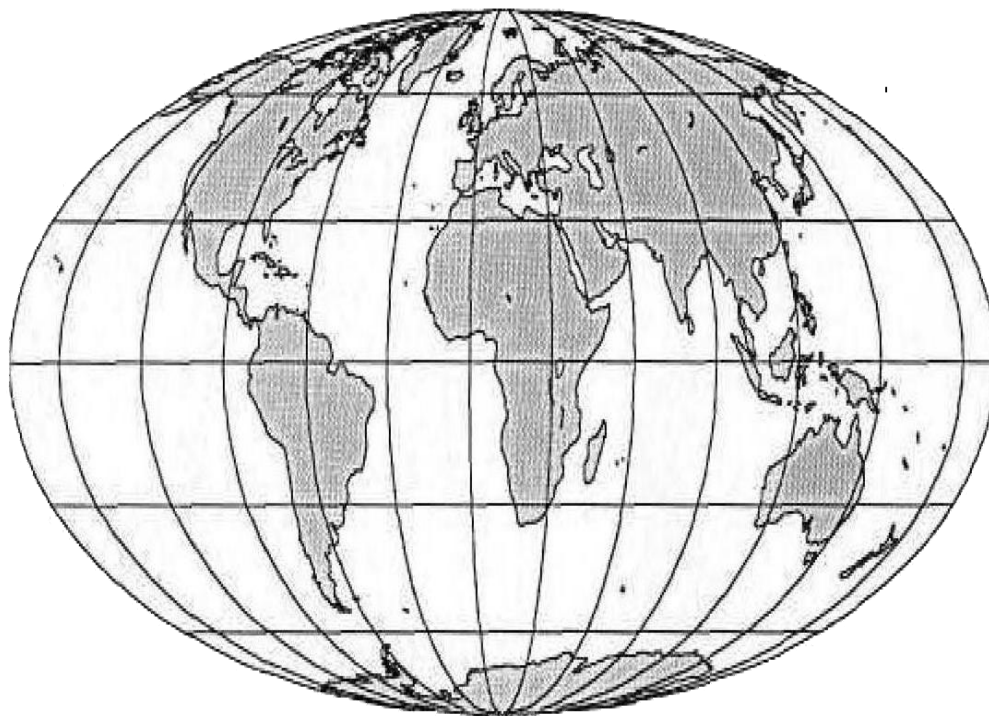


38 - расм. Меркаторнинг нормал тенг бурчакли цилиндрик проекцияси

Тенг катталикли проекцияларда меридианлар ўртасидаги ораликлар узоқликларга пропорционалдир.



39-расм. Паоло Тосканеллиниг (1474) псевдоцилиндрик проекциясидаги Атлантик океан картаси



40-расм. Мальвейденинг псевдоцилиндрли тенг катта эллиптик проекцияси.

Харитада кутблар нуқталар билан тасвирланган тўғри чизиқли ўрта меридиан экватор узунлиги ярмига тенг узунлиги $\pm 90^{\circ}$ меридиан доира ҳосил қилади унинг майдони Ернинг ярим шар майдонига тенг. Бошқа меридианлар – эллипслар ёйи,ўлар тенг ораликларда ўтказилгандир. Масштаб $\pm 40^{\circ}$ 44 кенглиги параллелларда сақланади.

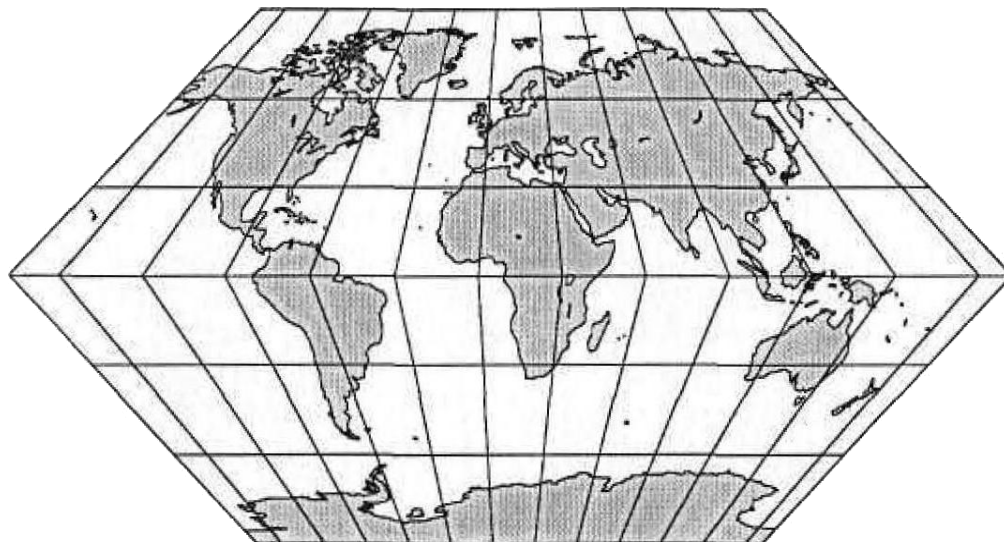
Параллеллар ўртасидаги ораликлар текисликда ер юзасини тасвирлаш билан аниқланади.

Псевдоцилиндрки проекциялар асосан майда масштабда шарсимон сайёранинг йирик қисмини тасвирлаш учун қўлланилади. Шунинг учун псевдоцилиндрки проекцияларда ер юзаси шар юзаси деб қабул қилинади.

39-расм псевдоцилиндрки проекцияда Паола Тосканеллининг (1474) тарихий машҳур бўлган Атлантик океан картаси келтирилган. Бу картада муаллиф Европадан ғарбга Осиёгача бўлган масофа ер шари айланасининг фақат уч

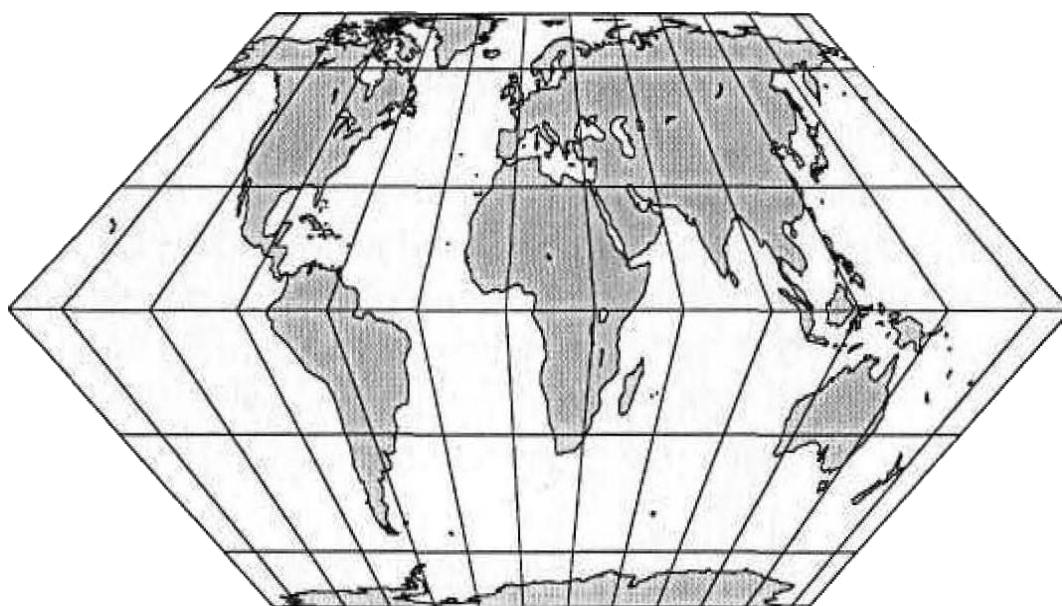
қисмини ташкил этиши тасдиқлаган. Шу картага асосланиб, Колумб Европадан сузишда Шарқий Осиёга етишиш лойиҳасини асослаган.

Агарда меридианлар эллипсбилан тасвирланса, унда проекция эллиптик деб аталади. 40-расмда нормал тенг катталикни псевдоцилиндрик эллиптик проекция курсатилган.



41 - расм. Эккерт I – эркин псевдоцилиндрик проекция. Тўғри чизиқли меридианлар тенг ораликларда ўтказилган. Ўрта меридиан расмда тушмаган ва қутблар чизиғи экватор узунлиги ярмига тенг.

$\pm 47^{\circ} 10'$ кенгликдаги параллелларда масштаб сақланади.



42-расм. Эккерт II – тенг катталикли псевдоцилиндрки проекция.

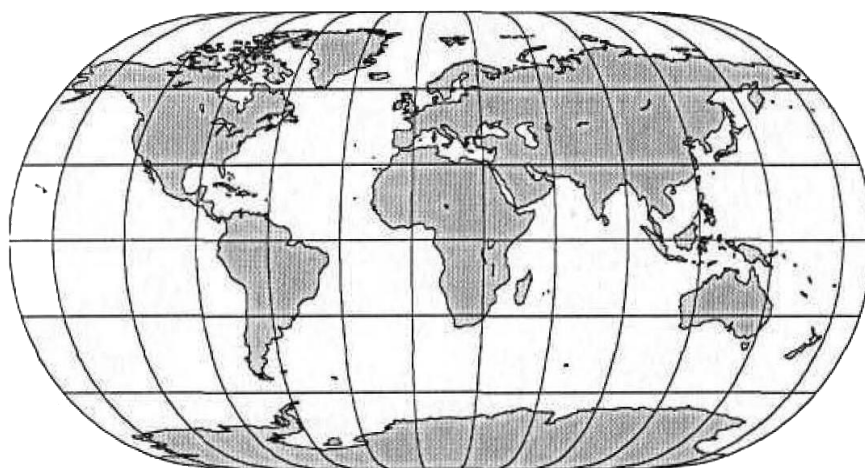
Тўғри чизиқли меридианлар тенг орқалиқларда ўтказилган.

Ўрта меридиан расмда тушмаган ва қублар чизиғи экватор узунлиги ярмига

тенг. $\pm 55^{\circ} 10'$ кенгликдаги параллелларда масштаб

сақланади.

Мальвейда проекцияси, бошқа псевдоцилиндирик проекциялар каби, нормал ориентирда кўп қўлланилади. Уни 1805 йилда Германияда Мольвейде таклиф этади. Х кўпинча нормал мўлжалда қўлланилади. 1906 йилда немис олими Эккерт (Max Eckert, 1868-1938) псевдоцилиндрли проекцияларнинг олти вариантыни таклиф қилган. Улар рақамлар бўйича маълумдир. Тоқ рақамли проекциялар хатолар тавсифига кўра эркин, жуфт рақамлилар тенг катталикли ҳисобланади. Улар 41-46-расмларда келтирилган.

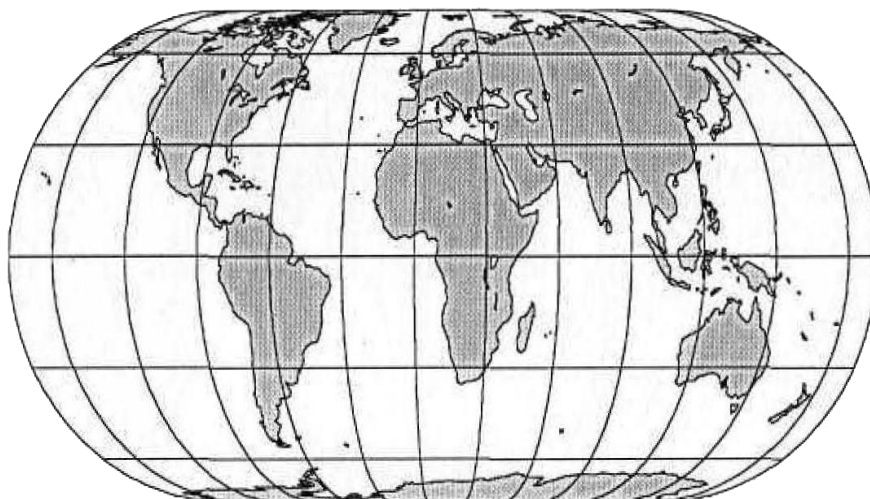


43-расм. Эккерт III- эркин эллиптик псевдоцилиндрик проекция.

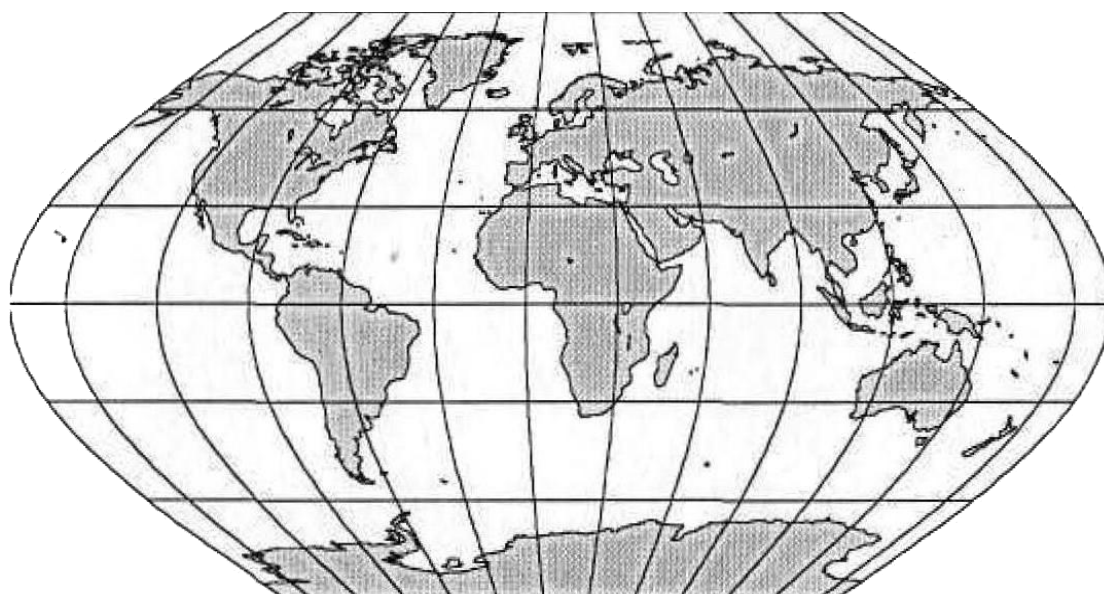
Параллел ва меридианлар тенг оралиқларда ўтказилган.

Четки меридианлар – айлана ёйлари. Ўрта меридиан ва қутблар чизиғи экватор узунлигининг ярмига тенг.

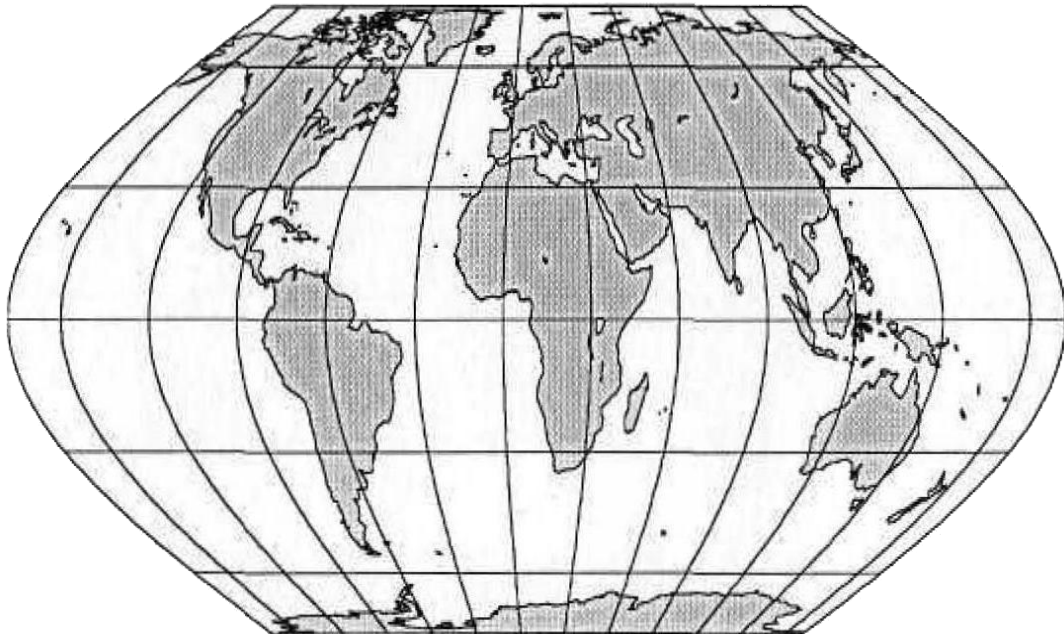
$\pm 35^{\circ} 58'$ кенгликдаги параллелларда масштаб сақланади.



44-расм. Эккерт IV- тенг катталикли эллиптик псевдоцилиндрик проекция. Меридианлар тенг ораликларда ўтказилган. Четги меридианлар – айлана ёйи. Ўрта меридиан ва қутблар чизиғи экватор узунлигининг ярмига тенг. $\pm 40^{\circ} 30'$ кенгликдаги параллелларда масштаб сақланади.

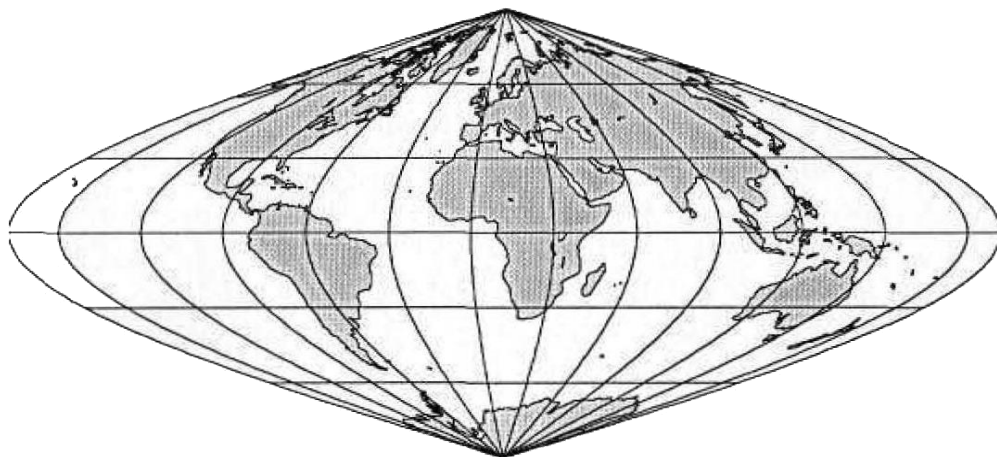


45-расм. Эккерт V- эркин синусоидли псевдоцилиндрик проекция. Параллел ва меридианлар тенг ораликларда ўтказилган. Ўрта ва меридиан қутблар чизиғи экватор узунлигининг ярмига тенг. $\pm 37^{\circ} 55'$ кенгликдаги параллелларда масштаб сақланади.



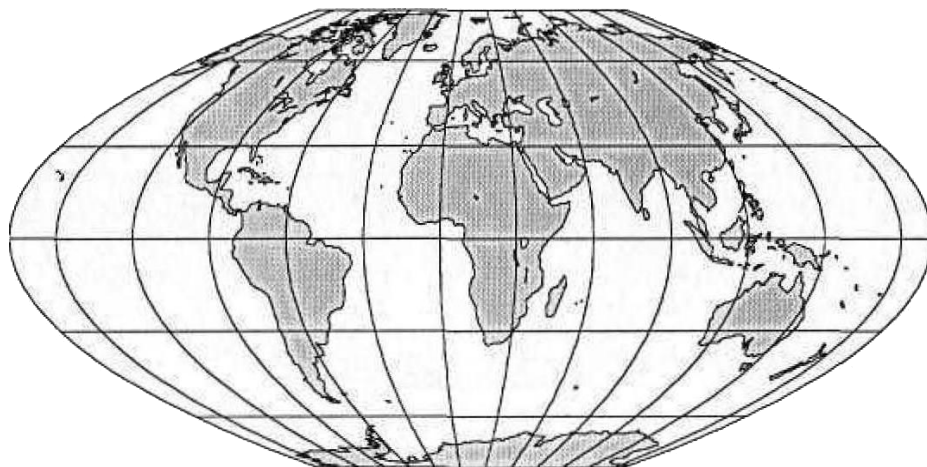
46-расм. Эккерт VI – тенг катталикли синусоидли псевдоцилиндрик проекция. Меридианлар тенг ораликларда ўтказилган. Ўрта меридиан кутб ва кутблар чизиғи экватор узунлигининг ярмига тенг. $\pm 49^{\circ} 16'$ кенгликдаги параллелларда масштаб сақланади.

47-48-расмларда псевдоцилиндрик проекциялар кўрсатилган, уларнинг меридианлари, ўрта тўғри чизиқлидан ташқари, биринчи ҳолда гипербола ёйи, иккинчисидан эса парабола ёйидир. Бу проекциялар аналогик ҳолатда гипербола ва парабола проекциялари деб ҳам айтилади.



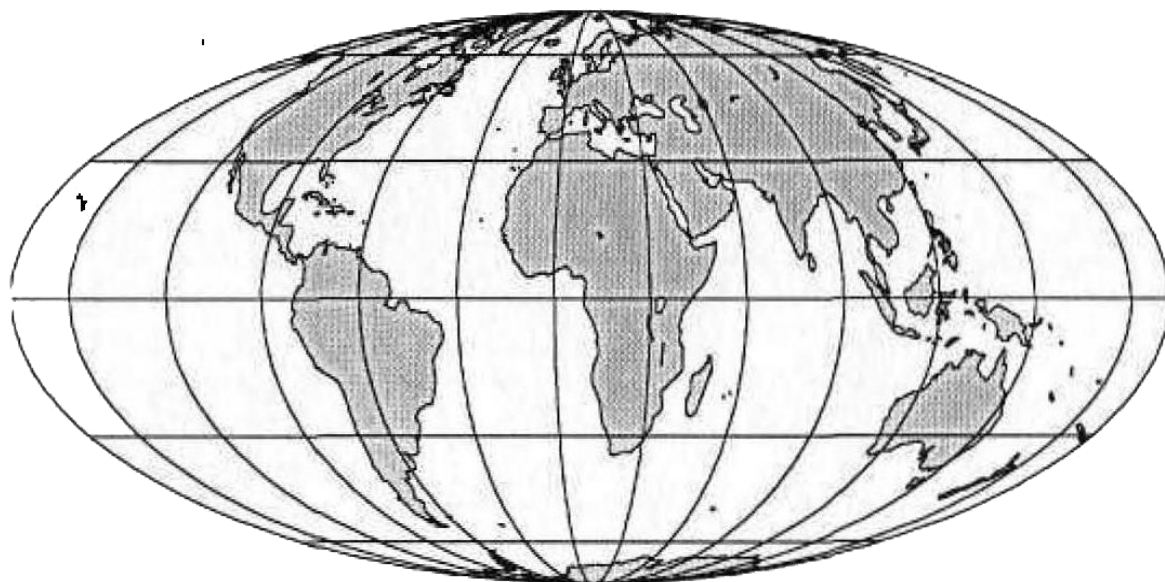
47 - расм. Эркин псевдоцилиндрик гиперболали проекция, уларнинг меридиани, ўрта меридиан тўғри чизиқ, ташқари,- экватор узунлигининг ярмига тенг. Параллел ва меридианлар тенг ораликларда ўтказилган.

$\pm 21^{\circ} 14'$ кенгликдаги параллелларда масштаб сақланади. Проекцияни 1934 йили Р.В.Путнийш (Латвия) таклиф қилинган.



48-расм. Тенг катталikli псевдоцилиндрик параболали Мак Браде – Томаснинг проекцияси. Ўрта меридиан (кўрсатилмаган)-тўғри чизик, у экватор узунлигининг 0,48 қисмига тенг. Меридианлар тенг ораликларда ўтказилган. Қутбий чизиклар узунлиги экватор узунлигининг учдан бир қисмини ташкил этади. $\pm 45^{\circ} 30'$ кенгликдаги параллелларда масштаб сақланади. Проекцияни 1949 йил Ф.В.МакБраде ва П.Д.Томаслар (АҚШ) таклиф қилишган.

49-расм. Псевдоцилиндрли Синусоидли тенг катта Сансон проекцияси келтирилган. Ўз вақтида проекция қитъалар ва хатто дунё харитасини тузиш учун қўлланилган. Ҳозирги кунда турли назарий ишларда қўлланилади.



50-расм. Эркин псевдоцилиндр проекция. Харита марказида проекция деярли тенг ораликдир. Харита ўртасида, ўрта кенгликда- тенг ораликли ва тенг бурчакли, қолган қисмида тенг оралиқи ва тенг каттадир. Бу эса харита четига қанча яқин бўлса шунча тенг катталиққа ҳам яқин бўлади.

47-48 расмларда псевдоцилиндрли проекциялар кўрсатилган бўлиб, уларнинг меридианлари биринчи ҳолатда гипербола ёйлари, иккинчи ҳолатда эса парабола ёйлари дир. Бу проекцияларни гипербола ва парабола проекциялари деб атаيمиз.

ХУ1 асрда таклиф қилинган Сансоннинг синусоид тенг катта проекцияси танишдир. (49-расм) Унинг барча параллелари ва ўрта меридиан асосий масштабда курилади, уларда узунликлар ўзгариши йўқ. Ўз вақтида проекция минтақалар харитасини ва хатто дунё харитасини тузиш учун қўлланилган. Ҳозирги вақтда уни фақат турли назарий ишларда қўлланилмоқда. 50-расмда Сансон проекциясини модификациялаш билан олинган эркин псевдоцилиндрли проекция келтирилган: харитада параллеллар ўртасидаги ораликларнинг ўзгариш қонуни бузилган.

Айтилган проекциялар псевдоцилиндр проекциялари турлари хақидаги тасавурни беради. Н.А.Урмаев, В.В.Каврайский, Г.А.Гинзбург, А.Г.Робинсон ва бошқа кўплаб картограф-олимларнинг, псевдоцилиндрли проекциялари қўлланилади.

Псевдоцилиндрли проекцияларни умумлаштиради. Цилиндр проекцияларни псевдоконус проекциялар каби ўрганиш мумкин. Поликонус проекциялардан уларнинг параллелларини текислаб полицилиндр проекцияларни оламиз. Бирок проекцияларнинг бу икки синфининг картографик сеткалари фарқ қилмайди. Ҳам псевдоцилиндр, ҳам полицилиндр проекциялар параллелларининг марказлари туганмасдир. Шунинг учун чет эл махсус адабиётларида полицилиндр проекциялар тавсия бўлса ҳамки, Россия амалиётида полицилиндр проекциялар алоҳида синфга ажратилмаган. Бу турдаги барча проекциялар псевдоцилиндрли деб классификацияланади.

Ўзгарувчан эгрилик параллелларига эга полицилиндр проекциялар.

Бу проекцияларда параллеллар эллипслар ёки бошқа эрилар билан тасвирланади; меридианлар-туғри ёки эгри чизиқлар билан.

Айтилган проекциялар псевдоцилиндрли проекциялар синфининг ҳар хиллигидан далолат беради. Н.А.Урмаев, В.В. Каврайский, Г.А.Гинзбург, А.Г.Робинсон ва бошқа кўплаб олим-картографларнинг псевдоцилиндрли таниш ва қўлланилмоқда.

Тенг катта псевдоцилиндрли синусга оид Сансон проекцияси. Ўрта меридиан – туғри чизиқ, экватор узунлиги ярмига тенг. Меридиан ва параллеллар тенг оралиқ орқали ўтган. Узунликлар масштаби барча параллелларда ва ўрта меридиандан сақланади.

§ 21. МАТЕМАТИК ЭЛЕМЕНТЛАР ПАРАМЕТРЛАРИ ТАРКИБИГА КЎРА КАРТОГРАФИК ПРОЕКЦИЯЛАР КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Кўплаб хариталар битта асосий масштабга эга, уларнинг проекцияларининг тенг тенгламалари параметрларнинг ягона тўплами билан аниқланади. Харита

бир неча проекциялардан иборат бўлиши мумкин, унинг алоҳида симлар у ёки бу тасаввурларга кўра буртирилиб ёки камайтириб тасвирланиши мумкин. Шу аломатлар бўйича проекцияларни куйидагича классификациялаш мумкин:

- параметрларнинг ягона тўпламига эга проекциялар
- таркибий прокциялар
- кўпчизикли прпоекциялар
- кўп қиррали проекциялар
- кўп қиррали прпоекциялар
- анамарфланган макон проекцияси.

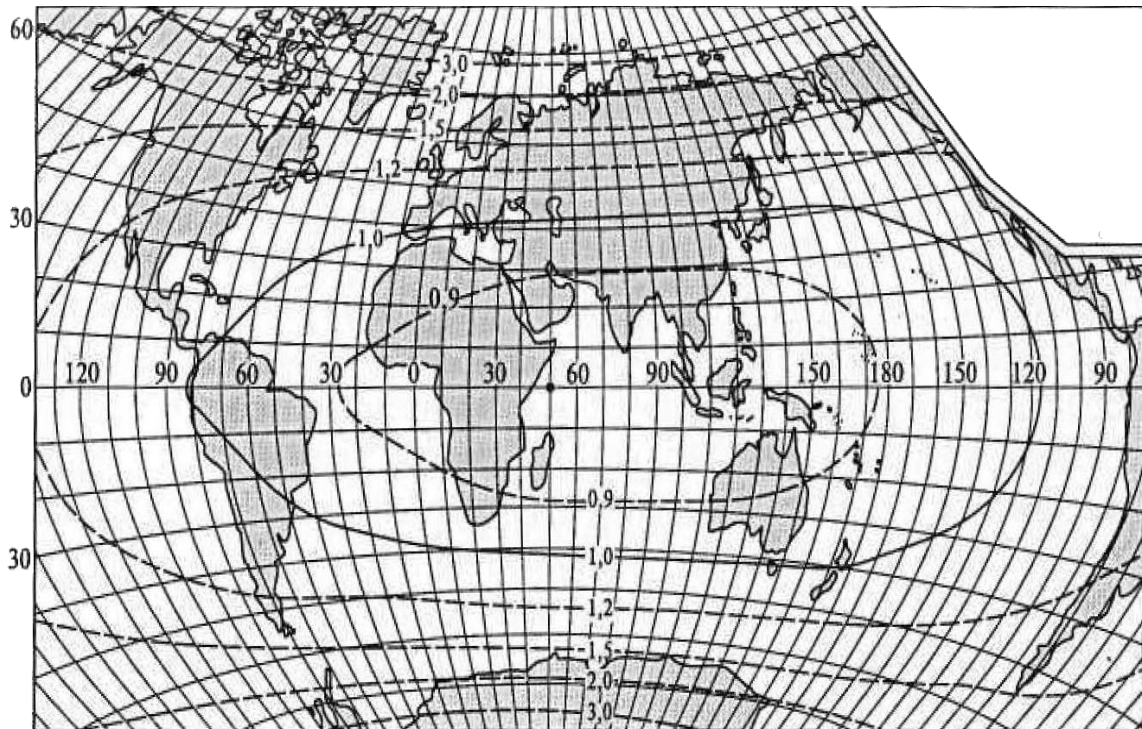
Таркибий проекциялар

Таркибий проекцияларини дунё харитасини тузиш учун қўлланилади. **Таркибий картографик проекция**-картографик сетканинг алоҳида қисмлари турли проекцияларда ёки битта проекцияда тузилган, лекин турли параметрли проекциялардир.

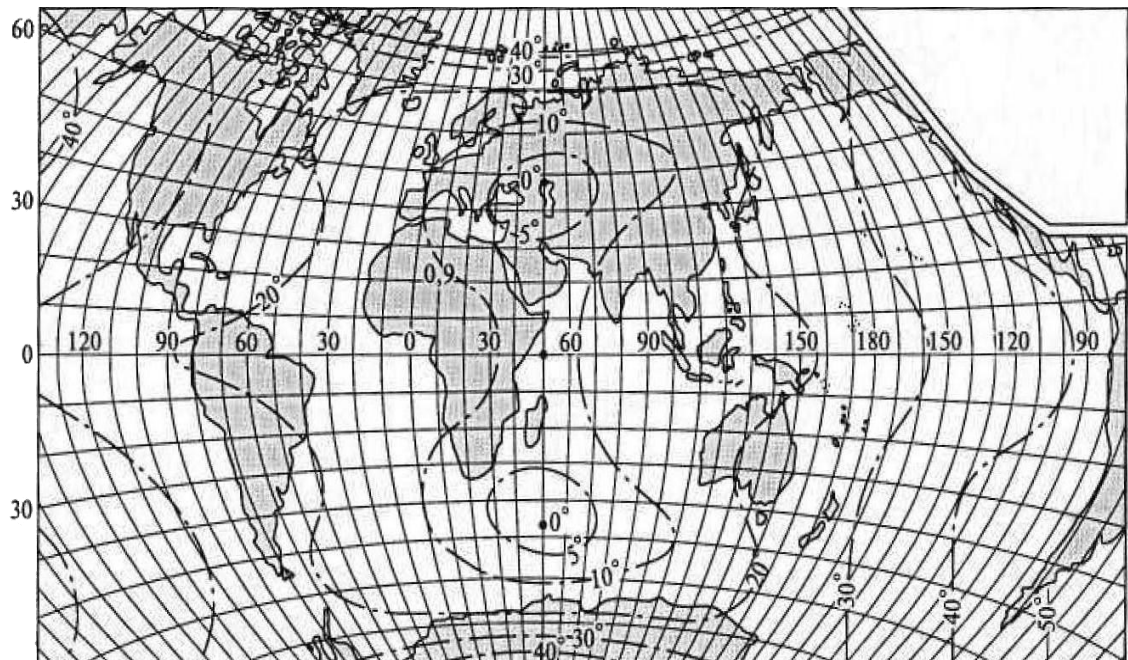
Таркибий проекциялар ўзгаришлар катталигини бошқаради. Улар узилишли ва узилишсиз бўлади.

51-52 расмларда майдон масштаби изоколалари билан ва ЦНИИГА и К (1954) таркибий поликонус проекциясида бурчакларнинг катта ўзгаришли изоколалари билан хариталар келтирилган. Унинг картографик сеткаси ўрта тўғри чизикли меридианга нисбатан симметрик эмас. Сетканинг симметрик эмаслиги деярли номаълум. Изоколалар шаклини проекциянинг ўнг ва чап томонларида солиштириб бу носимметрикни топиш мумкин. Картографик сетканинг ғарбий қисмида параллеллар тенг тақсимланган, шарқий қисмида эса тенг тақсимланмаган деб ҳисобланади. Шарқий қисмда меридианлар ўртасидаги оралиқ сезиларли эмас, харита марказидан унинг шарқий бурчагига камайиб баради. Шу сабабли сетканинг ғарбий қисмида майдонлар ўзгариши кўп, бурчаклар ўзгариши эса кам. Шарқий қисмда меридианлар ўртасидаги

оралиқларнинг камайиши туфайли Тинч океани майдонига кўра унчалик ҳам каттартириб тасвирланмаган.

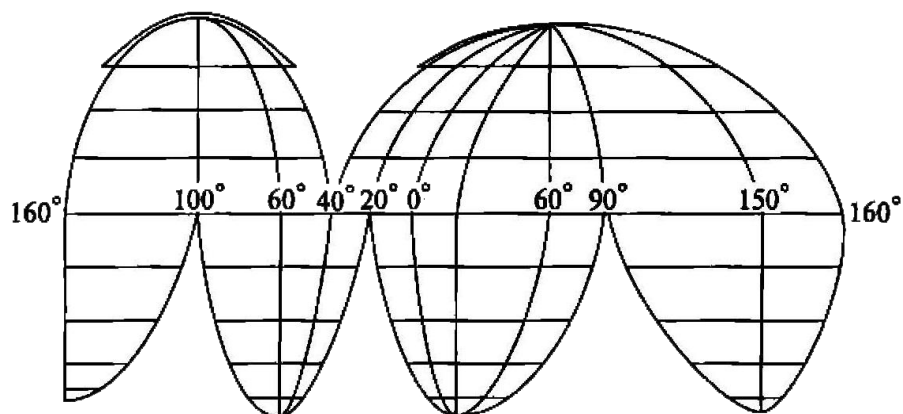


51 – расм. Узилишсиз таркибий ЦНИИГа ИК изоколалари

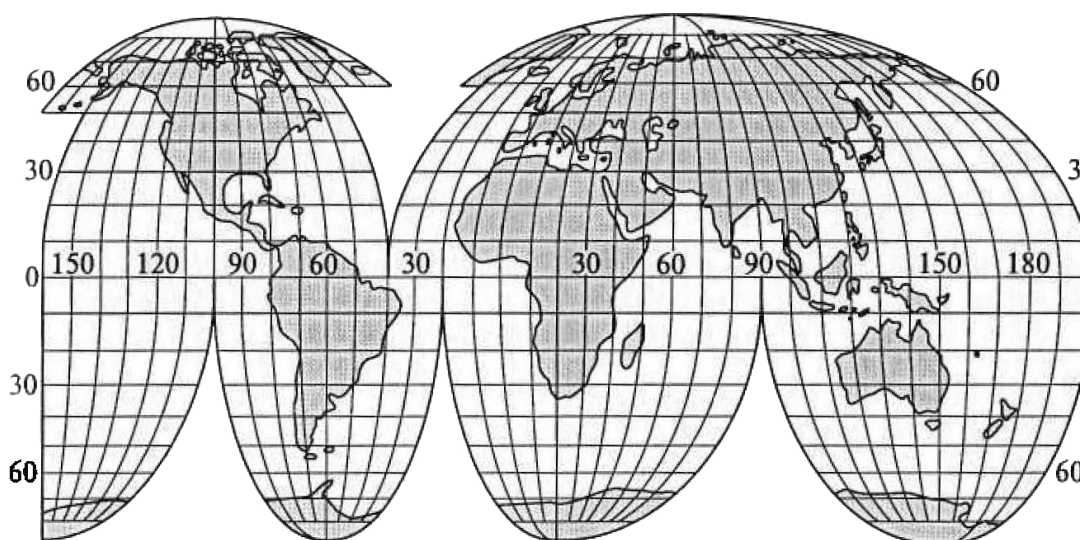


52 – расм. Узилишсиз таркибий Цннига ИК поликонусли проекцияси(1954)- энг катта хатоли бурчаклар изоколаси

Узилишли таркибий проекцияларни тузиш учун псевдоцилиндрли проекциялар кулайдир, унда туғри чизикли параллеллар уларнинг турли қисмларини жойлашга имкон беради. 53- расм материкларни тасвирлаш учун узилишли таркибий псевдоцилиндрли проекцияларни тузиш, 54-расмда эса бу проекция келтирилган. Ҳар бир материк учун туғри чизикли ўрта меридианли псевдоцилиндр проекциянинг марказий қисми қўлланилган.



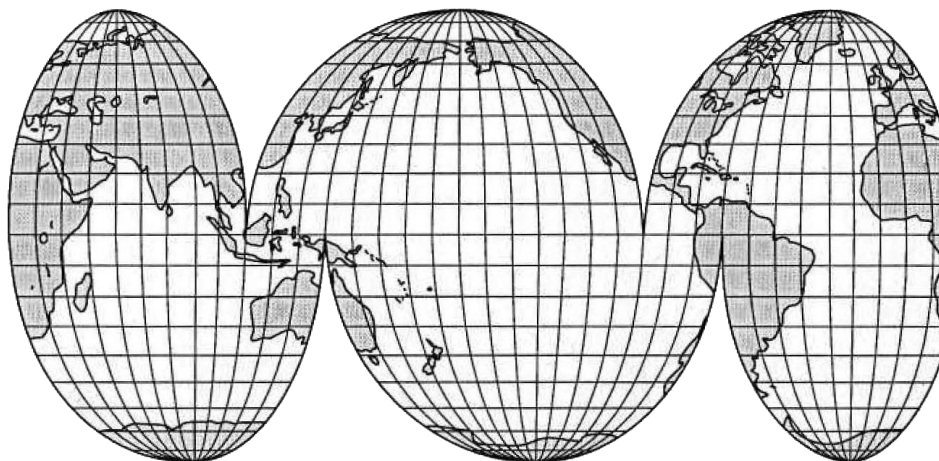
53-расм. Мольвейде-Гуданинг узилишли таркибий проекциясининг хосил бўлиш схемаси



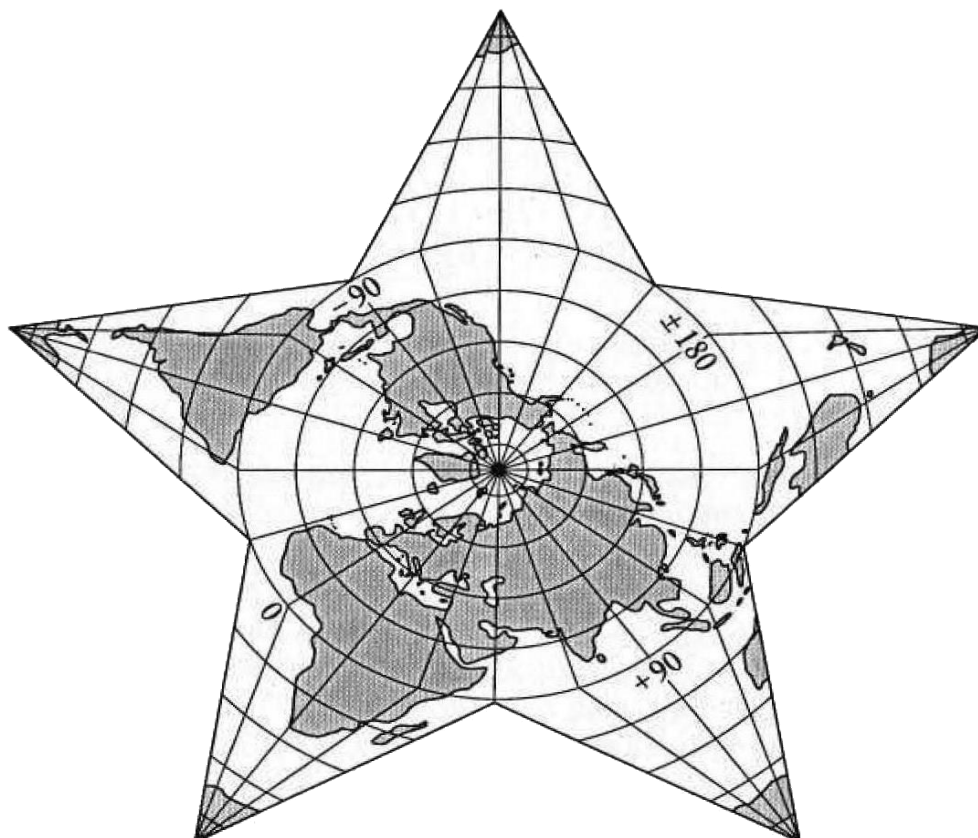
54-расм. Мольвейде-Гуданинг океанлар бўйича узилишли псевдоцилиндрли таркибий проекцияси

Таркибий проекциянинг алоҳида секциялари экваторнинг туғри чизиқлари билан бирлаштирилган. Таркибий проекцияда ўрта меридианлар қитъаларни яхши кўрсатиш учун танлашган.

Шунга ўхшаш проекциялар океанлар учун ҳам танлашган (55-расм). Бу ҳолатда узилишлар материкларнинг сувли қисмларида боради, ўрта меридианлар эса шундай ташланганки, океанлар имежи борича кам узгаришлар билан тасвирлансин.



55-расм. Мольвейденинг материклар бўйича узилишли таркибий псевдоцилиндрли проекцияси



56-расм. Таркибий юлдузсимон проекция

Ҳам узилишли, ҳам узилишсиз таркибий проекциялар ишлаб чиқилган. Масалан, В.В.Каврайский Маркаторнинг цилиндрли тенг бурчакли проекциясига $\pm 70^\circ$ параллеллар бўйича цилиндрли тенг ораликли проекцияларни қўйди. Таркибий проекция маълум бўлиб, унда Меркаторнинг цилиндр проекцияси $\pm 45^\circ$ параллеллари бўйича Атлантик океан бўйлаб Шимолий яримшарда узилишларга эга псевдоцилиндрли проекциялар билан бирлаштирилган.

Америкалик картограф Миллер (О.М. Миллер, 1897-1979) учта эгри азимутли стереографик проекцияларни бириктирди, улардан бири Европа ва Африка учун, бошқаси-Марказий Осиё учун, учинчиси - марказида. Австралия турган минтақа учун танлашган.

56-расмда дунёни эмблемали тасвирлаш учун таркибий юлдузсимон проекция келтирилган.

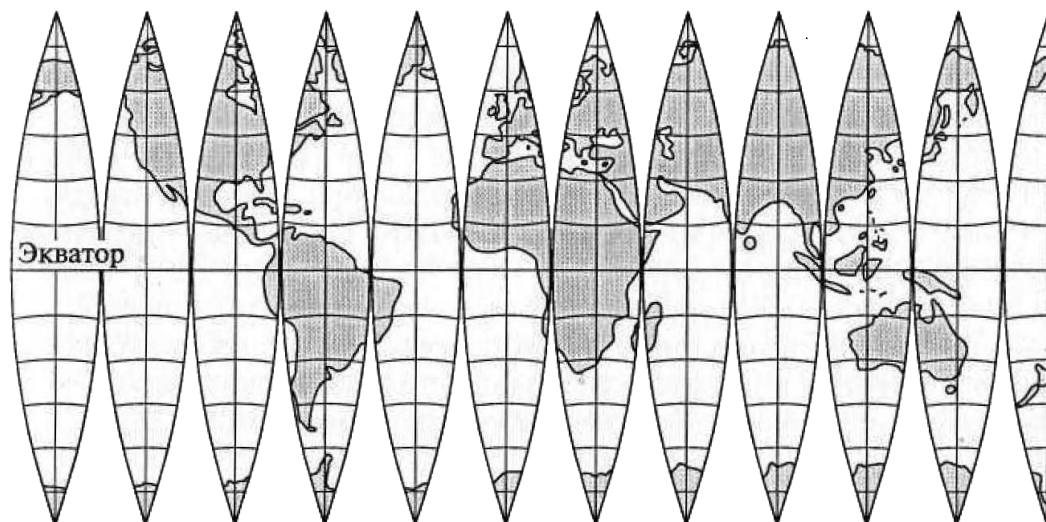
Юлдузсимон проекцияни 1879 йилда Германияда Бергауз (Н. Вердхаус, 1797-1884) таклиф қилган. Бошқа муалифларнинг ҳам юлдузсимон проекцияси маълумдир.

Кўп чизиқли проекциялар

Ўзгаришларни камайтириш учун шар ёки эллипсоид юзаси чизиқларга бўлинади. Ҳар бир чизиқ ўз параметрлари билан проекцияда тузилиши мумкин. Дунё кўп варақли хаританинг алоҳида варақларида тасвирланади.

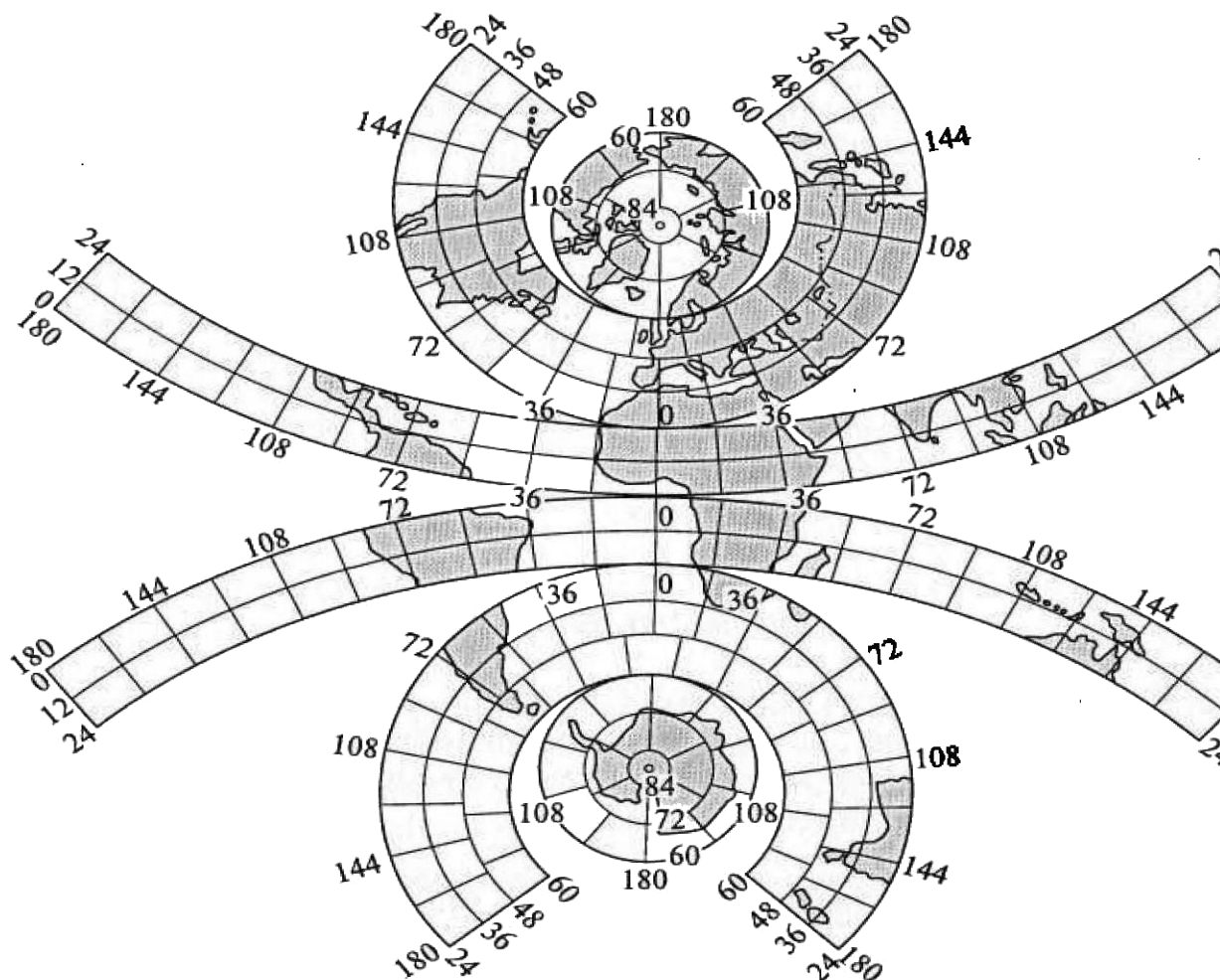
Кўп чизиқли картографик проекция- параметрлари ҳар бир алоҳида чизиқлар учун ташланган проекциядир.

Чизиқлар ё меридианлар билан, ё параллеллар билан чекламади. Масалан, кенглиги 30 меридианли чизиқлар кўриниши ўзгартирилган оддий поликинусли проекцияда глобусларни яшаш учун ишлатилади (57- расм).



57-расм. Кўп чизиқли проекциялар

Полосалар ё меридианлар билан, ё параллеллар билан чекланиш мумкин. Масалан, эни 30° ли меридианли полосалар кўриниши ўзгарган оддий поликонус проекцияда глобусларни тузиш учун фойдаланилади (57-расм). Топографик хариталар ва режаларни яратишда полосалар иккита меридианлар билан чекланади. Бу меридианлар узунлигининг ҳар хиллиги топографик хариталар учун 6° ни, топографик режалар учун эса 3° ни ташкил этади. Топографик хариталар ҳолатида бу полосалар зоналар деб аталади. Маълумки, Россияда кўрсатилган зоналар доирасида топографик хариталар ва режалар Гаусс-Крюгернинг кўндаланг тенг бурчакли цилиндрли лойиҳасида куради, АҚШ ва бошқа мамлакатларда Меркаторнинг кўндаланг тенгбурчакли цилиндрли лойиҳасида тузилади.



**58-расм. Кўп чизиқли проекциялар;
чизиқлар параллеллар билан чекланган**

Чизиқларни параллеллар билан чеклаш усули (58-расм) 1: 2 500 000 масштаби. Халқаро дунё харитасига қўлланилган. Ер юзаси бўлинган - учта Шимолий ярим шарда ва учтаси Жанубий ярим шарда. Қутбли чизиқлар меридианлар бўйича нормал тенг оралиқли азимутли проекцияда тасвирланган, қолган тўрттаси-меридиан бўйича нормал тенг оралиқли конусли проекцияда.

Кўп қиррали проекциялар

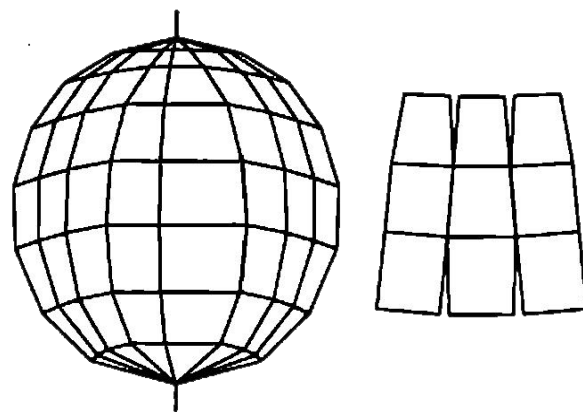
Ўзгаришларни камайтириш мақсадида шар ёки эллипсоннинг юзаси меридианлар ва параллеллар билан трапецияларга бўлинади. Ҳар бир трапеция яссиликка лойиҳаланади. Агар бундай харита варақларини ораларида ҳеч бир узилишсиз уласак, кўп қирра ҳосил бўлади. Трапецияларнинг ўлчами қанчалик

кичик бўлса, кўп қирранинг қирралари шунчалик кўп бўлади. Дунё кўп варақли харитада тасвирланади. Ҳар бир варақнинг проекцияси ўз параметрларига эга.

1:1000 000 масштабда кўп варақли Халқаро дунё харитаси бунга мисол бўлади. Ҳар бир лист иккита меридиан ва иккита параллеллар билан чеклашган. Варақнинг кенглик бўйича чўзилиши 4 ни, узунлиги бўйича эса -6 ни ташкил этади; 60 дан 70 гача кенгликда варақлар иккитага 76 дан ошса 4га кўпаяди. Бир камчиликка эга- текисликда варақлар проекция узилишсиз рамкалар бўйича йиғилмайди. Агар стол устида харита варақларининг 4 та ёки 9 тасини параллеллар ва меридианлар бўйича бирлаштирмоқчи бўлсак, бу варақлар туташмаслиги мумкин.

Уларнинг ўртасида албатта узилишлар ҳосил бўлади (59-расм).

Кўп қирранинг трапецияни қанчалик кўп бўлса, узилишлар ҳам кўп бўлади.



**59-расм. Кўпқиррали проекция
схемаси**

Анаморфланган макон проекцияси

Турли тасаввурларга кўра, хаританинг турли қисмларидаги масштаб унинг асосий масштабидан фарқ қилувчи сифатида танланиши мумкин. Географик объектларни ёки уларнинг қисмини турли масштабларда тасвирланиши шунга олиб келиши мумкинки, харитада ҳақиқий макон қайта янгилашган, анаморфланган қурилишда тасвирланган бўлиши мумкин.

Бундай проекциялар анаморфланган маконни тасвирлайди.

Анаморфланган макон проекцияси- реал маконни деформациялаб тасвирловчи проекциядир, бунда тасвирлаш масштаби ё заруриятга қараб, ё картографияланишга қараб трансформацияланади. Алоҳида участкалар (аҳоли пунктлари, рельеф, ороллар, минтақалар) йирикроқ масштабда тасвирланган хариталар бунга оддий мисол бўла олади.



60-расм. Тасвир масштаби ажратилган доираларда хаританинг асосий масштабига нисбатан икки мартага каттартирилган

60-расмда айланалар билан тасвирлари икки баравар каттартирилган участкалар кўрсатилган. Локализацияланган каттартирилган тасвирлар Д.П. Снайдер «Каттартирувчи шиша самараси» деб атаган самарани беради.

Бундай проекция вариантларидан бири шундан иборатки, ҳар қандай ўлчамнинг юмалок соҳаси берилган масштабда кўринади, қуршаб олувчи минтақалар эса доимий масштабга эга, лекин у марказий қисм масштабидаги кичик.

Бошқа вариант қуршаб турувчи минтақаларнинг масштабини доимий сақлаш ўрнига сқкилишни назарда тутати.

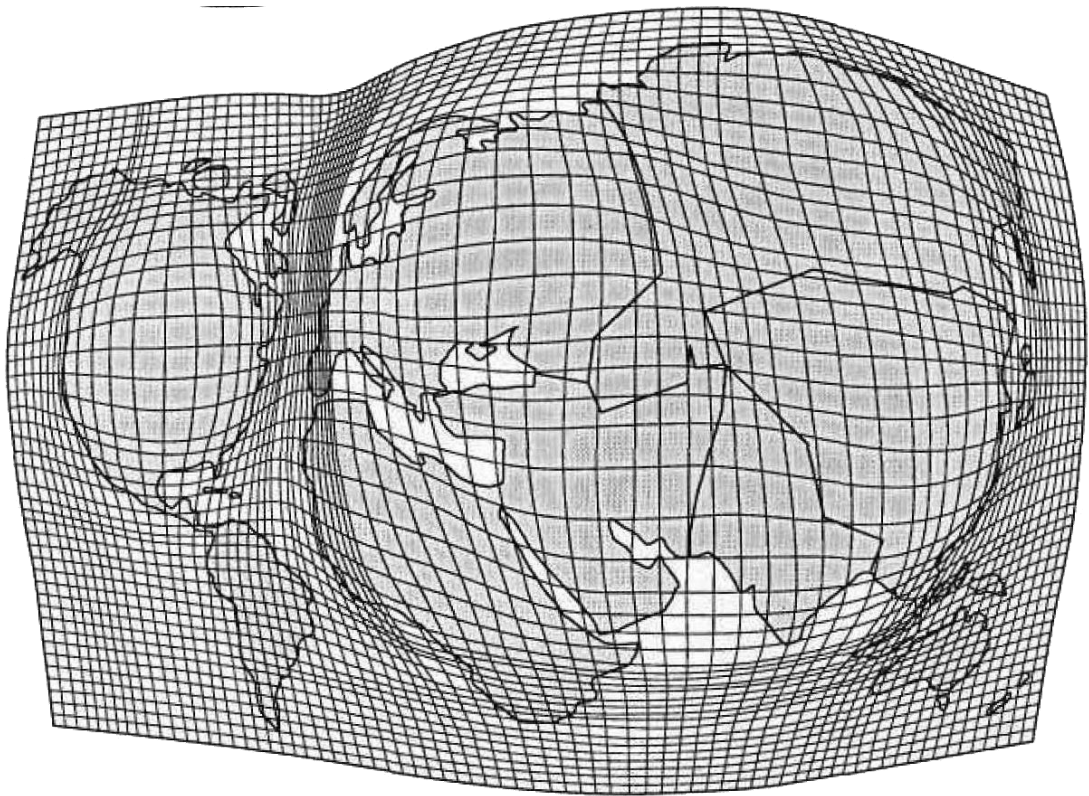
Масштабнинг ўзгариш қонуни масофанинг ажратилган марказдан узоқлашишда функция $f(r)$ тури билан аниқланади. Олимлар функцияларнинг ҳар хил турларинитаклиф қилишган. Уларнинг бир нечта маъносини келтирамиз, унда α ва β – масштаб ўзгариш амплитудаларини бошқарувчи баъзи параметрлар:

$$\begin{aligned}f(r) &= \alpha; \\f(r) &= \alpha(1+r)^\beta; \\f(r) &= \alpha e^{-\beta r}; \\f(r) &= \alpha \sqrt{1-(r/\beta)^2}; \\f(r) &= \frac{\alpha}{1+\beta r^2}.\end{aligned}$$

Ўзгариш марказларининг сонига қараб проекциялар манофокал (61-расм) ва полифакалга бўлинади. (62-расм).



**61-расм. Асосий масштабнинг мано-
фокал ўзгаришли
проекцияси**



62-расм. Шимолий Америка ва Евроосиёда полифокал проекция

Аноморфланган макон проекцияси аноморфаза тушунчаси билан узвий боғлиқдир. Аноморфазалар хариталарда картографик ҳолат тасвирларининг ўзига хос усулини англатади. Аноморфазани яратишда тасвир масштаби холт

катталигига қараб ўзгаради. Анаморфазала чизикли, майдонли ва қажли бўлади.

Чизикли анаморфозаларда масалан, баъзи бир марказий нуқтадан объектларнинг узоклашгани тасвирланади.

Макон муносабатларига амал қилинади. Бошланғич харитада изохрона тизими ва уларга ортогонал оғмалар чизиклари тузиши курилади.

Оғмалар чизиғи маркази нуқтага эриши вақти учун градиентли чизиклар ҳисобланади. Бошланғич харитадаги бу икки чизиклар тизими мураккаб кўринишга эга бўлиши мумкин. Шунинг учун изохронлар проекциянинг ўзгариши билан қайта енгилашади.

Майдонли анаморфозаларда танланган худудий бирлик майдонли шундай деформацияланадики, улар картографияланувчи катталикларга пропорционал тегишли бўлади.

Хажми анаморфозаларда иккита кўрсаткич тасвирланади. Масалан, агар аҳоли ёки Я.М.М. (ялпи миллий маҳсулот) картографияланувчи кўрсаткич ҳисобланса, анаморфланган дунё харитасида ҳар-бир мамлакат майдони пирамидалар ҳажми билан тасвирланади.

Табиийки, бу янгиланишларда харитада соҳил чизиклари ва картографик сеткалар ўзгаришининг қўшилиб кетиш содир бўлади.

Бошқача айтганда, ҳар-бир анаморфазга маълум картографик проекция туғри келади.

Проекциядаги ўзгаришлар картографияланувчи ҳолат билан боғлиқдир.

Проекция масштаби унинг турли нуқталарида ҳам ошиш, ҳам камайиш толмонига ўзгариш мумкин.

Анаморфланган макон харитаси махсус яратилган. Проекцияларда курилиши мумкин. Швед географи Хагерstrand харита миграция жараёнларини тасвирлаш учун махсус азимутли лойиҳалантиришдан фойдаланган. Бу турдаги проекция «Логарифмли азимутли» деб ном олган ва деярли турли ўлчамдаги ташлашган юмалок соҳани каттартириш учун қўлланилган.

Бу усул Шимолий Америка харитасини тузишда қўлланилган. (63-расм).

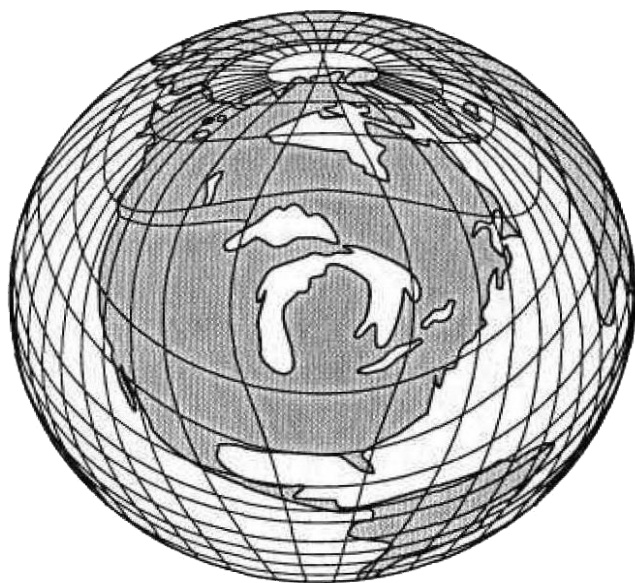
Бошқа мисол – океанда кемаларни худудий тарқатиш асосида тузилган. Атлантика океанинг картографик анаморфоза сеткаси (64-расм).

1985-1987 йилларда Ю.Л. Бугаевский анаморф сеткали картографик проекциянинг учта синфни олиш назарияси ва усулининг асосий қоидаларини ишлаб чиқди:

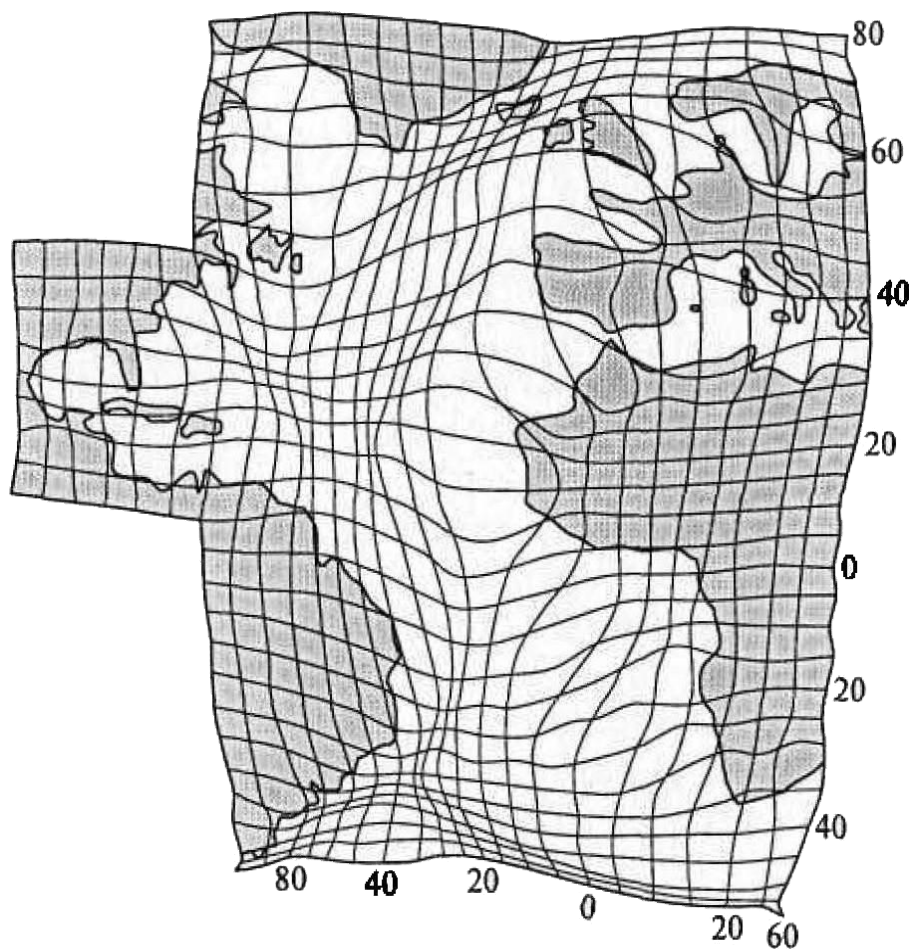
- Ўзгарувчан масштабни, унинг алоҳида участкалари каттартирилган ёки кичрайтирилган масштаблар билан тасвирланади; объект ёки ходисаларни нотекис жойлашувини картографиялаш учун қўлланилади;

- Вариабелли унинг тенграмасида картографияланувчи кўрсаткичнинг тақсимланиш билан аниқланувчи характеристика мавжуд;

- Маконнинг ўзгарувчан метрикаси билан, объектлар тасвири нафақат уларнинг географик кўриниши, балки улар ўртасида мавжуд функционал алоқалар билан амалга оширилади.



**63-расм. Картографик сетка, шимолий Америка макони анаморфланган;
«балиқ кўз» расмини эслатади**



64-расм. Кемаларнинг худудий жойлашуви асосида тузилган. Атлантик океан анаморфозасининг картографик сеткаси

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Картографик проекция классификациясининг қайси аломатларини кўрсатиш мумкине?
2. Картографияланувчи жисм юза бўйича проекцияларини қандай ажратиш мумкин?
3. Ўзгаришлар характерига кўра проекциялар қандай классификацияланади?
4. Классификация бурчаги қандай аниқланади ва нима аниқлайди?
5. Хатолар катталиги қандай классификацияланади?
6. Нормал картографик сетка кўринишига кўра проекцияларининг қанақа гуруҳ, синфлари мавжуд?
7. Бир гуруҳли проекцияларнинг умумий хусусиятлари ва фарқлари қанақа?
8. Азимутли, псевдоазимутли полиазимутли проекцияларининг нормал сеткаларининг кўриниши қанақа?
9. Конусли, псевдоконусли ва поликонусли проекцияларининг нормал сеткаси кўриниши қанақа?
10. Цилиндрли, псевдоцилиндрли ва политцилиндрли проекцияларининг нормал сеткаси кўриниши қанақа?
11. Қайси проекциялар умумлашган азимутли, конусли ёки цилиндрли деб аталади?
12. Нормал конусли проекциянинг қурилиши унинг параметрининг α ўзгариши ўзгаради? Бу параметр қайси чегарада ўзгаради? Бу параметрининг охириги маъносида конусли проекцияда нима содир бўлади?
13. Бонн ва Вернернинг псевдо конусли проекцияларидаги фарқ ва ухшашлик нимада?
14. Псевдоконусли проекцияни псевдоазимутли ва псевдоцилиндрли проекциялар билан нима бирлаштиради.
15. Экватор тасвири бўйича псевдоконусли проекцияни поликонусли проекциядан қандай фарқлаш мумкин?

16. Ўзгаришлар характериға кўра псевдоконусли ва поликонусли проекциялар қанақа бўлади?
17. Қайси проекция оддий поликонусли проекция деб аталади?
18. Қайси поликонусли проекциялар айланали деб аталади?
19. Лагранжнинг поликонусли проекцияси қанақа хусусиятларға эға?
21. Меркаторнинг цилиндрли проекцияси ва Ламбертнинг цилиндрли проекцияси қанақа хусусиятларға эға?
22. Қутблар қандай тасвирланади ва псевдоцилиндрли проекцияларда меридианлар қайси чизиқлар билан тасвирланади?
23. Ўзгариш характериға кўра псевдоцилиндрли проекциялар қанақа бўлади?
24. Псевдоцилиндрли проекцияда тузилган Паола Тосканелли картаси нимаси билан машхур? Бу проекцияда меридианлар қандай тасвирланган?
25. Мальвейде, Саксон, Эккертнинг псевдоцилиндрли проекцияларининг асосий характеристикаси қанақа? Путниньш, Мах Браде-Томас проекциялари улардан нимаси фарқ қилади?
26. Қайси проекциялар таркибий деб аталади? Нима учун баъзан узилишли проекциялар тузилади? Бу узилишлар қаерда жойлашган?
27. Нима мақсадда кўп полосали проекциялар тузилади? Бу полосалар нима билан чекланади? Сизга таниш бўлган кўп чизиқли проекцияларни айтинг?
28. Қайси проекциялар кўп қиррали? Уларнинг афзалликлари ва камчиликларини айтинг?
29. Қандай ва қайси мақсадларда локал катталашган масштабли проекциялар тузилади? Улар фокуслар сони бўйича қандай тақсимланади?
30. Анаморфозлар нима ва анаморфланган макон проекцияси нима?

КАРТОГРАФИК ПРОЕКЦИЯЛАРНИ ТАНЛАШ

Проекцияларни танлаш янги харитани яратиш жараёнидаги таркиби звено хисобланади. Харитани тузувчи мажбури тартибда у ёки бу картографик проекциядан фойдаланиши керак бўлади. Албатта шунга интилиш керакки, танлаган проекция яна тузилган харита бўйича масалаларнинг оптимал ечимини таъминлансин.

Фойдаланувчи ихтиёрида хар доим проекцияларнинг баъзи тўплами мавжуддир. Замонавий шароитда геоинформацион технологияларнинг қўлланилишида махсус тижорат картографик дастурли пакетлар ишлатилади. Улар юзлаб картографик проекцияларга эга. Шунинг учун картографик проекцияни танлаш масаласи шу билан енгиллаштирилганки, тузувчи чекланган руйхатдан бирини танлаши ва янги харитани тузиш учун қўллаши керак.

§ 22. ПРОЕКЦИЯЛАРНИ ТАНЛАШНИНГ УМУМИЙ ҚОИДАЛАРИ

Картографик проекцияларни танловчи омиллар уч гуруҳга бўлинади.

Биринчи гуруҳга картографиялаш объектларни англатувчи омиллар киради:

- Объект тоифаси (сайёра, сайёра йулдоши, комета, остреоид);
- Объект (Ер сайёрасидаги Евроосиё қитъаси);
- Объект хусусиятлари (географик ҳолати, ўлчами)

Иккинчи гуруҳда тузиладиган харитани англатувчи омиллар киради;

- Харита мазмуни (умумийгеографик,мавзули, махсус);
- Харита мазмуни ва йўналиши (геофизикавий,гравитацион майдоннинг);
- Хусусиятлар (қўллаш соҳаси, фойдаланувчилар доираси, қўллаш усули, ўзига хос хусусиятлари, масштаб);

Учинчи гуруҳга тузиладиган хаританинг проекциясининг англатувчи омиллар киради;

- Проекциялардаги ўзгариш (хатолар характери ва катталиги, лекин минтакавий ўзгаришларнинг тақсимланиши);
- Географик объектларнинг тасвирланиш моҳияти (кутблар, экваторлар, ўрта меридианнинг ва бошқалар);
- Хусусиятлари (картографик сетка тўри, унинг симметрияси ва ортогоналлиги шароити, ўзига хос хусусиятлари ва бошқалар);

Барча омилларни ҳисобга олиш асосида проекция танланади. Турли омиллар турли аҳамиятга эга. Биринчи гуруҳ омиллари шартсиз ҳисобланади. Улар ўзгармайди ва мумкин бўлган проекция синфи гуруҳларини аниқлайди.

Объект тоифаси авваламбор қанақа проекциялар қўлланилиши кераклигини аниқлайди. Шунингдек кераклигини аниқлайди. Шунингдек геодезия асослари параметрлари аниқланади.

Маълум даражада объектни кўрсатиш проекцияни танлашни аниқлайди.

Объектнинг географик ҳолати –экваторда, ўрта кенгликда, кутбда жуда муҳим ҳисобланади. Объект ўлчами, унинг контурининг умумий шакли катта таъсир кўрсатади. Конфигурацияни ва ориентацияни аниқлашда схемали контур назарда тутилади. Агар картографияланувчи соҳа шаклига кўра юмалок ёки авал бўлса, унда сферали ёки сферали ёки авал сегмент контури схемали контур деб қабул қилинади.

Омилларнинг иккинчи гуруҳи қўйилган масаланинг ечими билан узвий боғлиқдир. Улар ҳам ўзгартирилмайди. Харита мазмунига кўра учта катта гуруҳга бўлинади: умумгеографик, мавзули ва махсус. Умумгеографик хариталарга топографик – 1:100 000 ва йирикрок масштабни, обзорли-топографик – 1:200 000 масштабни ва обзорли – 1:100 000 киради. Бу хариталарнинг проекциялари аниқланган ва ҳатто регментланган.

Махсус хариталар масалаларнинг аниқ доирасини хал қилиш учун мулжалланган ва маълум фойдаланувчилар учун мулжалланган.

Мавзули хариталар табиий ва ижтимоий ҳолатлар харитасининг ҳар хил ва кенг тоифасини ҳосил қилади. Мазмун ва проекция аниқ мавзу билан ва махсус харита билан, фойдаланувчилар доираси, қўллаш усули билан аниқланади. Ўқув хариталари бўйича энг оддий мисолларни кўриб чиқамиз.

Мавзули хариталар табиат ва ижтимоий ҳодисалар харитасининг турли туман ва кенг тоифасини, уларнинг комплексларини ҳосил қилади. Мазмуни ва проекцияси аниқ мавзу ва фойдаланувчилар доираси қўлланилиш усули билан аниқланади.

Ўқув хариталар бўйича энг оддий мисолларни кўриб чиқамиз. Кичик синф ўқувчиларининг мактаб хариталари учун уларнинг дунё қараши ва билим запасларини ҳисобга олиб мураккаб ечимларни танламаслик керак, чунки харитадан фойдаланишни қийинлаштириш унинг мазмунини нотўғри тушишга ва дунё туғрисидаги нотўғри тасаввурларга олиб келиш мумкин.

Тасаввурлар яхлит, узилишларсиз, такрорланувчи участкаларсиз бўлиш керак. Бу хариталар ўлчашлар учун мулжалланмаган.

Юқори синф ўқувчилари учун айтилган чекланишлар мавжуд эмас. Олий мактаб хариталари учун мураккаб проекциялар қўлланилиши мумкин.

Иккита гуруҳ омиллари учинчи гуруҳ омиллари аҳамиятини баҳолаш учун асос ҳисобланади.

Учинчи гуруҳ омилларини ҳар томонлама ўзгартириш мумкин.

Бир қатор ҳолатларда янги хариталар учун проекцияларни танлаш анъана, норматив ҳужжатлар ва ишлар билан аниқланган бўлади. Россияда барча топографик режалар-топографик хариталар ва обзорли- топографик хариталар мажбурий тартибда Гаусс-Крюгер проекциясида тузилади. Худди шундай аҳвол бошқа мамлакатларда ҳам топографик хариталар маълум проекцияларда тузилади.

Шуни назарда тутиш керакки, янги хариталар учун проекцияларни танлаш анъана, норматив ҳужжатлар ва бажариладиган ишлар билан аниқланган бўлади. Россияда барча топографик режалар, топографик хариталар ва обзорли- топографик хариталар мажбурий тартибда Гаусс-Крюгер проекциясида

тузилади. Бошқа давлатларда ҳам худди шундай, у ерда ҳам топографик хариталар маълум проекцияларда тузилади. Барча мавзули хариталар топографик ва обзорли-топографик хариталарни асос сифатида қўллаб, уларнинг проекцияларини ҳам қабул қилади. Бу 1:1000000 масштабли мавзули хариталар учун ҳам тўғри келади. Шу тарзда 1:2500000 масштабли мавзули хариталар шу масштабдаги умумгеографик харита асосида тузилади, ва бинобарин конусли ва азимутли тенг оралиқли проекция қўлланилади. Россия хариталари тенг бурчакли ёки тенг оралиқли конусли проекцияларда тузилган. Охириги йилларда тенг катта конусли проекциялар кўп қўлланилмоқда.

Чекланган хуудларга хариталарни ишлаб чиқишда проекцияларни танлаш ҳақидаги масала ўз долзарблилигини йўқотди. Йирик минтақаларга хариталар учун проекцияларни танлаш муҳимроқдир.

§ 23. ЎЗГАРИШЛАР ХАРАКТЕРИ ВА КАТТАЛИКНИНГ ПРОЕКЦИЯНИ ТАНЛАШГА ТАЪСИРИ

Проекциядаги ўзгаришлар характери ва катталиклари харитани қўллаш усуллари географик воситалар ва харита масштаби билан мувофиқлашиш керак.

Проекциядаги ўзгаришлар характери нафақат мавзуга, балки харита йўналишга ҳам мос тушиш керак. Бир турдаги хариталар турли проекцияларда бўлиш мумкин. Масалан, йирик масштабли тупроқга оид хариталар тенг бурчакли проекцияларда тузилиши керак; қитъаларнинг анча йирик масштабли хариталари тенг оралиқли проекцияларда тузилиш мумкин, лекин Евроосиё ёки яримшарнинг тупроқли хариталари учун тенг катта ёки уларга яқин проекциялар керакдир. Бошқа мисол – соҳил чизиқларининг узунлиги ва алоҳида участкаларини ўрганиш учун тенг бурчакли проекциялар туғри келади, лекин улар яримшар харитаси учун яроқсиздир.

Проекция ўзгаришлари характери харитани усулларига туғри келиш керак, хатолар катталиги эса - уларнинг туғри таҳлилига туғри келиш керак. Мисол

тариқасида иклим ва метеорологик хариталар учун мақсадга мувофиқ проекцияларни кўриб чиқамиз.

Иклим хариталари учун майдонларнинг катта бўлмаган ўзгаришлари сақланиши керак, бироқ баъзан контур ва шаклни тасвирлаш сифатига каттик эътибор бериш шарт эмас. Агар изочиликлар ёрдамида кўп миқдорда функцияларнинг оралик белгиларини кўшимча қилиш керак бўлса, шунингдек градиентларни аниқлаш керак бўлса, у ҳолда афзалликлар тенг бурчакли проекция томонига ўтади. Бундай проекциялар шамол йўналиши, тезлиги ва купи стрелкалар билан кўрсатилганда керакдир. Баъзи метеорологик хариталарда, масалан саноат харитада, изобар шакллари ва бошқа изочизикларга ҳам эътибор қаратилади. Бундай ҳолатларда бошқаларнинг талабларига кўра тенг оралик ёки уларга яқин проекциялар тўғри келади. Ва ниҳоят ортодромияни текислаш талаб қилинса гномоник проекцияга мурожаат қилиш керак.

Бундай ҳолатларда тенг оралик ёки унга яқин проекциялар тўғри келади 3% атрофидаги узунлик, майдон ва шакллар хатоси катталигида ва 2-3 минг км радиусли ҳудудлар ўлчамида проекциядаги ўзгаришлар ҳал қилувчи аҳамиятга эга эмас, бироқ тенг бурчакли, тенг ораликли, азимутли, конусли ёки цилиндрли проекцияларга аҳамият бериш керак. Ҳудудлар ўлчамининг каттаришига қараб ўзгаришлар характери ҳам катта аҳамиятга эга бўлади. Майдонларни ўлчаш учун тенг катта проекциялар қўлланилиш керак. Визуал таҳлил ва ҳудудларни таққослаш учун эркин проекциялар қўлланилади.

Объектлар узунлиги ва шакллари ихтиёрий проекцияларда ўзгаради. Бироқ, агар турли ўзгаришларни баҳолаш керак бўлса тенг ораликли проекциялар олдида гуруҳланувчи эркин проекцияларни қўллаш керак бўлади. Маълум йўналиш бўйича миасофани баҳолаш учун тенг ораликли проекцияларни қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Йўналиш ва градиентларни баҳолаш учун тенг бурчакли ёки кам ўзгаришли бурчак проекциялари керак бўлади. Ўзгаришлар характери тасвир усуллари билан ҳам боғлиқдир.

Изочизикларни қўллашда характерига кўра турли ўзгаришли проекциялар керак бўлади. Изотермалар, изобатлар ўртасида тузилган майдонларни аниқлаш учун тенг катта ёки унга яқин проекциялардаги хариталар керак. Градиентларни изочизикли хариталар бўйича аниқлашда. Масалан, хаво харорати, денгиз сувининг шурлиги, магнитли тортишувда, тенг бурчакли бурчакли проекциялар керак бўлади, чунки уларда масштаб йўналишга боғлиқ бўлмайди.

Сифатли ва миқдорли фон, ареаллар картограммалар, картодиаграммалар ва нуктали усуллар худудий бирлик майдонлари билан боғлиқ, у ёки бу аломатлари бўйича уларнинг дифференцияси билан боғлиқ. Чизикли белгилар объектларнинг тортишувини акс эттиради. Бу чизикларнинг шакли ҳам муҳимдир.

Харакат белгилари йўллар, тезлик йўналишларини кўрсатиш учун қўлланилади. Шунинг учун, бу белгиларнинг кичик кесимлари йўналишини туғри тасвирлаш учун бурчакларнинг ёки туғри бурчакларнинг кичик ўзгаришли проекцияларни қўллаш зарурдир.

Ўзгаришлар характери ва харита масштаби ўртасидаги ўзаро алоқани кўрсатувчи баъзи умумий ғоялар ҳам мавжуд бўлган йирик масштабли хариталар учун тенг бурчакли проекциялар афзалдир. Кейин масштабларнинг камайишига қараб тенг ораликли проекциядан тенг катта проекцияга ўтиш кузатилади. 1:1000000 масштабли хариталар учун ва айниқса 1:15000000 ва ундан кичик хариталар учун эркин проекциялар қулайдир.

§ 24. КАРТОГРАФИК ПРОЕКЦИЯЛАРНИ ТАНЛАШ УЧУН ЭСПЕРТЛИ ТИЗИМ

Геоинформацион технологияларда қўлланиладиган дастурли картографик маҳсулотлар проекцияларини танлаш учун мўлжалланган. Экспертли тизимларга муҳтождир.

Экспертли тизим интерактив режимда ишлаши керак. У маълумотлар базасидан фойдаланиб ва фойдаланувчининг саволларига жавобини таҳлил қилиб аниқ проекцияларни танлаш бўйича тавсияларни бера олади.

Юз йиллар давомида картографик проекцияларни танлаш ва қўллаш бўйича катта тажриба тўпланган. Бу билимлар тегишли компьютер тизимининг билимлар базасига жойлаштирилиш керак. Тизимнинг ишлашига кўра билимлар базаси такомиллашади, унинг ҳажми эса ошади.

Формализация асосига учлик: “географик ҳудуд категорияси-объект атрибутлари” қўйилиш мумкин. У сақлаш ва қўллаш учун қулай бўлган исрархик тузилишни кўришга имкон беради. Бу тузилишда объектнинг аниқ категорияси объектлар серияси билан, ҳар бир объект эса атрибутлар тўплами сериялари билан боғлиқдир.

Объектларнинг барча тоифалари икки гуруҳга бўлиниш мумкин: аниқ ва ярим аниқланган. Аниқ тоифалар – уларни аниқловчи белги қўйилувчилардир. Бундай тоифаларга қўйидаги географик ҳудудлар киради: қитъалар, мамлакатлар, океанлар, денгизлар, давлатлар, шунингдек ҳудудий маъмурий birlikлар. Номларни курсатиш (Евроосиё, Россия, Омск вилояти ва х.к.) ҳудудий, унинг ўлчамини ва географик ҳолатини аниқлайди.

Ҳар бир бундай объектга билимлар базасида маълумотларни доим сақловчи садр юритилади: тоифа номи, объект номи, унинг географик аҳволи, ўлчами ва бошқалар. Бу маълумотлар доимо сақланади.

Ярим аниқланган тоифалар – уларнинг номини оддий кўрсатиб идентификацияланмайди. Уларга дунё, Жаҳон океани, ярим шар, регион киради.

Дунё турли кўриниш нуктасидан кўрсатилиш мумкин. Унинг марказида ҳар қандай қитъа ёки исталган шаҳар бўлиш мумкин. Дунёни тасвирлаш учун харитада марказий нуктани кўрсатиш керак. Агар марказ экваторда жойлашган бўлса, масала анча енгиллашади. Бундай ҳолатда хаританинг ўрта меридианнинг кўрсатиш кифоя. Ярим шарлар ҳам жиддий аниқланмаган.

Россия харитасида бошқача, АҚШда бошқача, Янги Зеландия учун ҳам бошқача бўлади.

Аниқ маълумотлар шунингдек шардаги координаталарининг кутб тизими полюсини танлаш учун, асосий параллелларни танлаш (альмуқантаратларни) учун, проекция параметрларини ҳисоблаш учун керак бўлади.

Ярим аниқ объектлар учун ҳам маълумотлар кадр юритилади, бироқ улар тулиқ бўлмайди, шунинг учун уларнинг маъносини фойдаланувчилар жавобидан аниқланади. Олинган маълумот билимлар базасига киритилмайди, вақтинча сақланади ва проекцияларнинг жорий параметрларини ҳисоблаш учун қўлланилади.

Айтилган объектларнинг тахминий жойлашуви маълум, бироқ уларнинг йўналиш ва локализациясини аниқлаш учун ҳар сафар манфаатдор фойдаланувчи айта оладиган маълумотлар талаб қилинади. Аниқ маълумотлар шардаги координаталарнинг кутб тизими полюсини танлаш учун, бош параллелларни танлаш (альмуқантаратларни), проекциялар параметрларини ҳисоблаш учун талаб қилинади. Ярим аниқланган маълумотларга маълумотлар кадрлари киритилиш мумкин, бироқ улар ноаниқ ўзгарувчиларга эга бўлади. Уларнинг аҳамияти фойдаланувчилар жавобидан аниқланади. Олинган маълумот билимлар базасига киритилмайди, вақтинча сақланади. Олдинги параграфларда амалиётда аниқ ҳудудий объектларга қаратилган проекциялар танлаб олингани кўрсатилган. Билимлар базасига киритилган бу маълумот унинг асосини ташкил этиши мумкин.

Доимий ёки вақтинча сақланувчи маълумот биринчи гуруҳ омилларини (географик атрибутлар) аниқлайди ва проекцияларнинг тавсия этиладиган синфларини ажратади.

Фойдаланувчига бўлган кейинги саволлар ва унинг жавоблари иккинчи ва учунчи гуруҳларнинг аниқловчи омилларини топиш керак.

Фойдаланувчига бўлган саволлар шундай бўлиши керакки, харита функциясини, унинг қўлланилиш усули ва таҳлилини, тасвирлаш, масштабнинг картографик усулларини ўрната олсин.

Экспертли тизимда асосий ўринни фойдаланувчига бериладиган саволнома, унда эса-саволлар мазмуни ва сони эгаллайди.

Натижада кўзланган тўпладан бўлган тизим фойдаланувчилар талабини қониқтирувчи проекцияларни ажратади ва унга бир нечта проекциялардан рўйхатни кўрсатади. Фойдаланувчи бу рўйхатдан энг сўнгги вариантни танлаб олиши керак.

Сўнгги визуал танловга проекциядаги хаританинг кўриниш ва нафосатлиги катта таъсир этиши мумкин.

§ 25. КАРТОГРАФИК ПРОЕКЦИЯЛАРНИ АВТОМАТИК ТАНЛАШ

Картографик проекциялар танлови икки босқичда амалга оширилади. Биринчи босқичда яратилдиган харита ва картографиялаш объектлари аломатларига кўра картографик проекцияларнинг баъзи тўплами ажратилади. Иккинчи босқичда бу тўпладан энг туғри проекцияларни танлаш амалга оширилади.

Картографик проекцияни танлаш автоматлаштирилган режимда ёки анъанавий усуллар билан амалга оширилади.

Анъанавий танлов усуллари проекцияларнинг солиштирма таҳлилида ва алоҳида омилларининг таъсирини олишда асосланган. Бундай таҳлил жуда туғридир. Автоматлаштирилган танловнинг вазифаси таҳлил жараёнини енгиллаштириш ва уларни янади объективлаштиришдан иборат.

Мажбурий ҳисобга тегишли барча омиллар ажратилгандан кейин уларнинг ҳар бирининг нисбий маъноси аниқланади ва унинг ҳар бир нуқтасидаги картографик проекция афзалликларининг умумлаштирилган кўрсаткичини шакллантирилади. Проекцияни танлаш вазифаси проекцияни ажратиш йўли билан ечилади. Бошқа ёндашув кўрсаткичларнинг ўртача квадрат белгиларини ҳисоблашда ва уларнинг энг кичик белгиси билан проекцияни ажратишда асослашган.

Картографик сетка турига, ўзгаришлар характери ва катталигига ва харита майдони бўйлаб уларнинг тақсимланишга кўрсатиладиган талабларни оптимал қониктирувчи вариантлар маъқулланади. Бироқ бу мураккаб жараён кўпинча содалаштирилади ва танлов проекция вариантларини визуал таққослашнинг субъектив баҳолаш бўйича қилинади.

Автоматлаштирилган танлов мақсади таҳлил жараёнини енгиллаштириш ва уларни янада объектив қилиш. Проекцияларни автоматик танлаш моҳияти куйида келтирилган, аниқроғи профессор Л.М.Бугаевскийнинг иши асосида. Мажбурий ҳисобга тегишли барча омилларни ажратгандан кейин уларнинг ҳар бирининг нисбий аҳамияти аниқланади ва картографик проекциянинг унинг ҳар бир нуктасидаги афзаллик кўрсаткичлари шаклланади. Проекцияни танлаш вазифаси проекцияларни уларнинг максимал катталиги ичида кичик белгиларини ажратиш йўли билан ҳал қилинади (минимаксли тур омили). Бошқа ёндашув энг кичик белгили проекцияларни ажратиш ва кўрсаткичларнинг ўртача квадрат белгиларини ҳисоблашда асосланган. (вариация тури омиллари).

Проекцияларни танлашда вариацион турдаги омилларнинг қўлланилишини батафсил кўриб чиқамиз. Аввал шахсий локал омиллар E белгиланади. Ҳар бир шахсий омил u аниқланадиган нуктадаги проекцияни тавсифлайди. S майдонли харита учун энг яхши проекция шуки, унда кўрсаткич энг кичик белгини олади:

$$E^2 = \frac{1}{S} \int \epsilon^2 dS.$$

Бу катталиқни аниқлаш учун хаританинг кўриладиган соҳаси n сонли кичик участкаларга бўлинади. Бу участкаларнинг ўрта нукталарида шахсий критерийлар E нинг белгилари аниқланади. Ундан кейин формула кўрсаткич ҳисобланади.

$$E^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2.$$

Шу йул билан хар бир шахсий омил E^2 бўйича E^2 белгиси ҳисобланади. Шахсий омилларнинг белгиси E уларнинг оғирлиги P билан баҳоланади. Оғирлик белгиси P билан баҳоланади. Оғирлик белгиси аниқ яратиладиган харита учун омилларнинг муҳимлигига боғлиқ. Турли хариталар учун улар турли белгиларга эга бўлади. Оғирлик аниқлангандан кейин ўртача умумлашган оғирлик аниқланади.

$$E_{\text{оғ}}^2 = \frac{\sum P E^2}{\sum P}$$

Умумлашган омиллар барча солиштириладиган проекциялар учун ҳисобланади. Энг кичик белгига эга проекция танлаб олинади.

Шахсий локал омиллар сифатида E кўйидаги кўрсаткичлар танланади:

- майдонлар ўзгариши;
- узунликлар ўзгариши, масалан Эйри омили бўйича;
- геодезияли чизикларнинг эгрилик кўрсаткичи;
- параллель эгрилигининг унинг берилган белгисидан четлашиш кўрсаткичи;
- меридиан эгрилигининг унинг берилган белгисидан четлашиш кўрсаткичи;
- локсадромиянинг туғри чизикдан четлашиш катталиги;
- проекциянинг стереографлигинитавсифловчи
- меридиан ва параллель ўртасидаги бурчакнинг унинг берилган белгисидан четлашиш

Бинобарин, нафакат локал омилларни, балки ўзгаришлар фигураси кўрсаткичларини ҳам қўллаш мумкин. Усулнинг камчилиги-шахсий омиллар оғирлигини аниқлашдаги мажбурий субъектив вазмдир.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Картографик проекция танловини аниқловчи омиллар қандай гуруҳланади?
2. Янги хариталар учун проекциялар танлови нимаси билан аниқланади?
3. Проекциядаги хатолар характери ва катталиги нимага мувофиқ бўлиш керак?
4. Хатолар характери хариталардаги тасвир усуллари билан қандай боғланган?
5. Хатолар характери ва харита масштаби ўртасида қанақа умумий латентли шарт- шароит мавжуд?
6. Картографик проекцияни танлаш учун мўлжаллашган эксперт тизими қандай жойлашган? Фойдаланувчининг бу тизимдаги роли.
7. Картографик проекцияни танлаш учун мўлжаллашган маълумот асосига нима қўйилган?
8. Проекцияларнинг автоматлаштирилган танлови нима учун мўлжалланган? Бунда қандай омиллар қўлланилиши мумкин?

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

Асосийлари:

1. Мирзалиев Т. Картография. Тошкент. ЎзМУ, 2006 й.
2. Мирзалиев Т., Мусаев И. Картография. Т., Зиёнонр, 2007 й., 160 б.
3. Суюнов А.С., Исаков Э.Х., Артиков Г.А. Картография. Самарқанд. СамДАҚИ. 2008 й. 132 б.
4. Бугаевский Л.М. Математическая картография. –М.:Златоуст, 1998.-400 с.
5. Картоведение / Под ред.А.М.Берлянта. – М.:Изд-во Аспект Пресс, 2003.- 477 с.
6. Павлов А.А. Практическое пособие по математической картографии. – Л.:Изд-во Ленингр. ун-та, 1974.-171 ст
7. Серапинас Б.Б. Геодезические основы карт.Изд-во Моск. ун-та, 2001,- 133 с.
8. Серапинас Б.Б. Математическая картография М.ИЦ «Академия» 2005 - 336 с.

Қўшимча:

1. Нурматов Э., Мусаев И. Геодезия ва картографиядан атамалар. Тошкент. ТИМИ, 2000 й.
2. Суюнов А., Мусаев И., Алимова Х. Карташунослик фанидан ЎММ. Самарқанд. СамДАҚИ, 2010й.-176 б.
3. Берлянт А.М., Ушакова Л.А. Картографические анимации. -М.:Научный мир, 2000.-108 с.
4. Бугаевский Л.М. Теория картографических проекций регулярных поверхностей. – М.:Златоуст, 1999.-144 с.
5. Лурье И.К. Основы геоинформационного картографирования. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000.-143 с.
6. Свентэк Ю.В. Теоретические и прикладные аспекты современной картографии. - М.: Эдиториал УРСС, 1999.-80 с.

Маълумотнома, атласлар, андозалар

1. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Под ред. А.М.Берлянта, А.В.Кошкарева.- М.: ГИС-Ассоциация, 1999.-204 с.
2. Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90). – М.: Координационный научно-информационный центр, 1998.-36 с.
3. Справочник по картографии – Под ред. Е.И.Халугина.- М.: Недра, 1988.-428 с.
4. Компютердан олинган маълумотлар: <http://www.colibri.ru>.