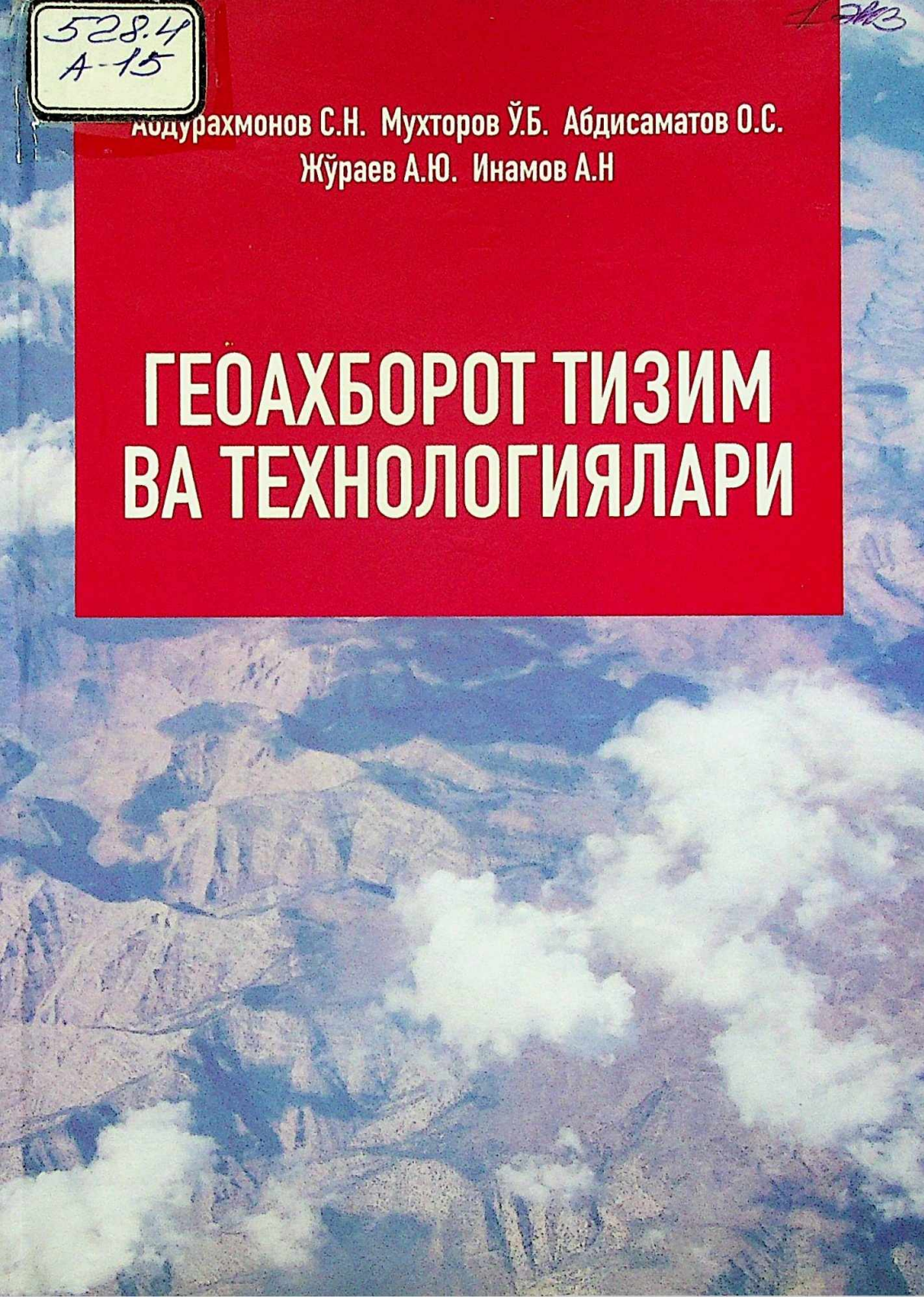


528.4
А-15

Модурахмонов С.Н. Мухторов Ў.Б. Абдисаматов О.С.
Жўраев А.Ю. Инамов А.Н

ГЕОАХБОРОТ ТИЗИМ ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ



528.4
А-15

1213

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

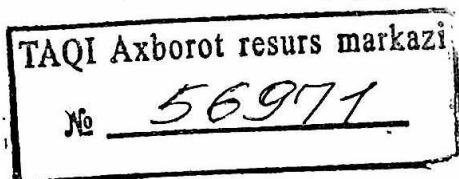
**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

Абдурахмонов Сарвар Нарзуллаевич
Мухторов Ўзбекхон Бурхоновчи
Абдисаматов Отабек Сайдамович
Жўраев Абдулла Юсупович
Инамов Азиз Низамович

**ГЕОАХБОРОТ ТИЗИМ ВА
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ**

ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА

5410700 - "Ер кадастри ва ердан фойдаланиш"
таълим йўналиши талабалари учун



Тошкент 2020

"Asian Book House"

УДК 528. 48. (575.192)

С.Н.Абдурахмонов, Ў.Б.Мухторов, О.С.Абдисаматов, А.Ю.Жўраев ва
А.Н.Инамов геоахборот тизим ва технологиялари фанидан ўқув қўлланма.
Тошкент. "Asian Book House" 2020.

Ушбу ўқув қўлланма ТИҚХММИ институти Илмий-кенгашининг 2020 йил
" " _____даги _____-сонли мажлисида кўриб чиқилди ва чоп этишга тавсия берилди.

Ўқув қўлланма ERASMUS+ дастурининг "NICOPA: Аниқ (координатали) қишлоқ
хўжалиги учун янги ва инновацион курслар" лойиҳасининг бевосита кўмагида нашрга
тайёрланди.

Аннотация

Ушбу ўқув қўлланма 5410700 - "Ер кадастри ва ердан фойдаланиш" таълим
йўналиши талабалари учун мўлжалланган бўлиб, унда талабалар учун кўрсатмалар,
геоахборот тизимини яратиш, рақамли картография асослари, фазовий маълумот
моделлари, фазовий маълумотларни визуаллаштириш, маълумотларни фазовий таҳлил
қилиш, векторли карталарни яратиш ҳамда дастурий таъминотлар каби масалалар
ёритиб берилган.

Аннотация

Учебное пособие предназначено для студентов по специальности 5410700 –
«Земельный кадастр и землепользование». В учебном пособии рассматриваются
создание географических информационных систем, основы цифровой картографии,
модели пространственных данных, визуализация пространственных данных,
пространственный анализ данных, создание векторных карт и программного
обеспечения.

Annotation

The manual is intended for students in the specialty 5410700 - "Land Cadastre and Land
Use". The training manual covers the creation of geographical information systems, the basics
of digital cartography, spatial data models, spatial data visualization, spatial data analysis, the
creation of vector maps and software.

Тақризчилар: Қ.Рахмонов- ТИҚХММИ "Давлат кадастрлари"
кафедраси мудири, доцент, т.ф.н

Ж.Эгамбердиев – "Картография" ДИИЧК Қишлоқ
хўжалиги карталари фонди мудири

The European Commission's support for the production of this publication does not
constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the
Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information
contained therein.

КИРИШ

Ушбу ўқув қўлланма геоахборот тизимига замонавий ахборот технологияларининг ривожланаётган йўналишига бағишланган. Ўқув қўлланманинг бош мақсади – геоинформатиканинг асосий тушунчаларини баён этиш, геоахборот тизимларининг ишлаш принциплари тўғрисида айтиб бериш ва улардан фойдаланишнинг муайян мисолларини кўрсатишдир.

“Геоахборот тизим ва технологиялари” ўқув қўлланмаси олий таълимнинг давлат таълим стандарти талабларига мувофиқ тузилган ва талабаларга геоахборот технологияларини ўрганишда, замонавий ГАТларнинг ишлаш принципларини ўзлаштиришда ва фазовий таҳлилий масалаларни ечиш кўникмаларига эга бўлишда ёрдам кўрсатиш учун мўлжалланган.

Фаннинг мақсади рақамли картография асосларини, фазовий маълумотлар моделларини, фазовий маълумотларни ушбу тизимларда тўплаш, сақлаш, ишлаш, таҳлил қилиш ва визуаллаштириш услублари ҳамда алгоритмларини ўз ичига олувчи ГАТларни тузишнинг назарий асосларини ўрганишдир. Мазкур фан доирасида шунингдек номдор ГАТ оиласига мансуб дастурий таъминотлар, ГАТ муҳотида иловалар яратиш услублари ва воситалари ҳам ўрганилади. Буларнинг ҳаммаси талабада ГАТ воситаларидан фойдаланиб ихтисослаштирилган ва масалага ориентирланган ГАТларни лойиҳалаш ва амалга ошириш имкониятини берувчи компетенцияларни шакллантириш имкониятини яратади.

Талаба амалий масалаларни ечишда олинган билимларни қўллай билиши: фазовий ахборотга ишлов бера олиши, маълумотларни замонавий ГАТлар воситалари билан хариталаш ва таҳлил қилиш ишларини бажара олиши, шунингдек бундай тизимларни уларнинг ишлаш қобилиятини таъминлаган ҳолда олиб бориши лозим.

“Геоахборот тизимлари” фанини ўрганишда олинган компетенциялар “Геоахборот технологиялари”, “Ерни масофадан зондлаш маълумотларни киритиш ва уларга ишлов бериш” ва шу каби бир қатор бошқа фанларни ўрганишда талабаларга зарур бўлади.

Қўлланма саккизта бобдан иборат. Материални янада тўлиқроқ ва мақсадли ўзлаштириш учун қўлланма иккита: назарий ва амалий қисмларга бўлинган. Назарий қисм 1-5, амалий қисм 6-8 бобларда келтирилади.

Ҳар бир боб сўнггида ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар берилади.

1-БОБ. ГЕОАХБОРОТ ТИЗИМЛАРИГА КИРИШ

1.1. Геоинформатика – геоахборот тизимларини яратиш учун назарий асос

Ҳозирги вақтда фан ва техникада у ёки бу объектларни, жараёнларни ёки ҳодисаларни таърифлаш учун анъанавий равишда адабий, статистик, картографик, аэро- ва космик материаллар қўлланилади. Қоида тариқасида, кейинчалик фойдаланиш учун уларни подборкалаш ва тизимга солиш қўлбола йўсинда амалга оширилади. Бу ёндошув яхши маълум, анъанавий бўлиб қолди ва Россияда ҳар жойда қўлланилиб келмоқда. Объектлар, жараёнлар ва ҳодисалар тўғрисидаги маълумотларни тўплаш ва ишлашда компьютер техникаси ва маълумотларга ишлов беришнинг замонавий услублари, ахборот тизимлари ва технологиялари қўлланиладиган ёндошув истиқболлироқ бошқа ёндошув бўлиб хизмат қилади.

Объект тўғрисидаги у ёки бу материаллар аниқ координатавий боғланишга эга бўлган ҳолларда объект фазода таърифга эга ва у геоинформатика услублари ва воситалари билан ўрганилиши лозим дейилади. Геоинформатика – фаннинг янги, тез ривожланаётган соҳасидир. Унинг бир нечта таърифлари мажуд. Энг содда таъриф: геоинформатика – бу фаннинг географик ахборот тизимлари (ГАТ) воситалари ёрдамида фазовий-координатланган маълумотларни машинавий муҳитда тўплаш, сақлаш, ишлаш ва визуаллаштириш ишларини расмийлаштириш ҳамда амалга ошириш имкониятини берувчи соҳасидир.

Геоинформатиканинг энг тўлиқ таърифи геоинформатика асосий терминлари изоҳли луғатига (1999 й., А.М. Берлянта, А.В. Кошкарёв таҳририяти остида) мувофиқ қуйидагича:

1.1-таъриф. “Геоинформатика (geo-informatics) – амалий ёки геоилмий мақсадлар учун географик ахборот тизимларини илмий асослаш, лойиҳалаш, яратиш эксплуатация қилиш ва улардан фойдаланишга доир, амалий аспектлар ёки ГАТ-илова бўйича геоахборот технологияларини

ишлаб чиқишга доир фан, технологиялар ҳамда ишлаб чиқариш фаолиятидир”.

Нуқтаи назарлардан бирига кўра геоинформатика геоматикага таркибий қисм тариқасида киради ёки предмет ва услуб жиҳатдан у билан кесиншади. Геоматика (geomatics) – бу ахборот технологиялари, мультимедиа ва телекоммуникация воситаларининг маълумотларга ишлов бериш ҳамда геотизимлар таҳлили учун қўллануви мажмуидир. Баъзан геоматика геоинформатиканинг синоними тариқасида ҳам ишлатилади.

Географик ахборот тизимлари, геоахборот тизимлари ёки қисқартма ҳолда – ГАТ (geographic(al) information system, GIS, spatial information system) таърифини берамиз.

1.2-таъриф. Геоахборот тизими – бу фазовий координатланган маълумотларни (фазовий маълумотларни) тўплаш, сақлаш, ишлаш, уларга кириш, акс эттириш ва тарқатишни таъминловчи ахборот тизимидир. ГАТ фазовий объектлар тўғрисидаги маълумотларни уларнинг рақамли ифодаланиш шаклида (векторли, растрли, квадратомиқ ва бошқ.) ўз ичига олади. ГАТ дастурий, аппарат, ахборот, норматив-ҳуқуқий, кадрлар ва ташкилий таъминот билан соз ҳолда тутлади. Ахборот тизимлари назарияси нуқтаи назаридан ГАТ – бу фазовий маълумотлар билан ишлаш имкониятини берувчи ахборот тизимларининг (АТ) катта синфидир.

гео- олд қўшимчаси бу сўзларнинг барчасида (геоинформатика, геоматика, ГАТ) “география” сўзидан эмас, балки *геос* – ер сўзидан келиб чиқади; бу олд қўшимча фазони (*геос* – фазовийлик тавсифи), фазовий-координатланган маълумотлар билан ишлашни тавсифлайди. Бундан ташқари, айнан фазовий-боғланган маълумотлар фоизи одатда ГАТда унчалик катта бўлмайди, бундай тизимларда маълумотларга ишлов бериш технологиясининг географиядаги географик фазовий маълумотларга анъанавий ишлов бериш билан умумий жиҳати кам, ва, ниҳоят, фазовий

маълумотлар яратилишидан мақсад географиядан йироқ бўлган ГАТларнинг фақат кўп сонли амалий масалаларини ечиш учун замин бўлиб хизмат қилади холос.

Замонавий ГАТларда ахборотга уни тўплашдан бошлаб, сақлаш, янгилаш, ишлаш ва ифодалашга (визуаллаштиришга) қадар комплекс ишлов бериш амалга оширилади. Шу муносабат билан ГАТни турли позициялардан кўриб чиқиш мумкин. Масалан, уларни бошқарув тизимлари деб ҳисоблаш мумкин, зеро бир қатор муаммоли соҳаларда улар ерлар ва ресурсларни, шаҳар ҳўжалигини, транспортни (шу жумладан трубопроводларни) оптимал бошқариш бўйича қарорлар қабул қилишни таъминлаш учун мўлжалланган. Ундан кейин ГАТлар, маълумотлар базаларидан фойдаланувчи тизимлар сифатида, автоматлаштирилган ахборот тизимларидир. Бунда шуни таъкидлаш лозимки, ГАТ ўзида атрибутив (одатдаги, анъанавий) маълумотларли маълумотлар базалари баробарида график маълумотлар базаларини, улар фазовий маълумотлар базалари деб аталади, ўзида бирлаштиради.

Адабиётда кўп ҳолларда геоинформатика ва картографиянинг ўзаро боғлиқликларига эътибор қаратилади. Одатда икки тарафламалик муаммоси, бир томондан картографиянинг геоахборот таъминоти, бошқа томондан геоинформатиканинг картографик таъминоти кўрсатилади. Картография ва геоинформатиканинг ўзаро боғланиши қуйидаги аспектларда юзага чиқади:

- тематик ва топографик карталар – ГАТлар учун фазовий-вақт маълумотларининг бош манбаи;
- географик ва тўғри бурчакли координаталар тизимлари ҳамда картографик разграфка ГАТга келиб тушадиган ва сақланадиган барча ахборотни координатавий боғлаш (географик локаллаштириш) учун асос бўлиб хизмат қилади;

- карталар – Ерни масофадан зондлаш (ЕМЗ) маълумотларини ва ГАТда фойдаланиладиган бошқа ахборотни (статистик, таҳлилий ва ҳ.к.) талқин қилиш ҳамда ташкил этишнинг асосий воситаси;

- карталар – ГАТ маълумотлар базаларининг позицион ва таркибий қисмини шакллантириш учун оммавий маълумотларнинг рақамли карталар – асослар кўринишидаги энг муҳим манбаларидан бири; фазовий объектларни қатламлар билан ифодалаш карталарнинг тематик таркибини элементлар бўйича бўлиб чиқиш билан тўғридан-тўғри аналогияларга эга.

Бироқ геоинформатиканинг вазифалари комплекс геоилмий тадқиқотларда уларни алоҳида фанларни (геология, тупроқшунослик ва ҳ.к.) интеграциялаш учун асос қила туриб, картография чегараларидан ўтиб кетади.

1.2. ГАТларнинг ривожланиш тарихи

Ўтган асрнинг 80-йиллари ўртасида ва айниқса охирига бориб, геоинформатика ва ГАТларнинг ривожланиш тарихи устида тўхталиб ўтамиз. Геоинформатика ривожининг ҳолати, зафарлари ва истиқболларига бағишланган адабиётда унинг деярли 30 йиллик юбилейига ишора қилиш одат тусига кирди. Унинг аниқ туғилган вақтини ҳеч ким билмаса керак. Тарихга қарашнинг ўзи замонавий геоинформатика ва замонавий ГАТлар асосини ташкил қилувчи ғоялар ҳамда технологиялар юзага келган вақтга бўлган нуқтаи назарга анча боғлиқдир. Шунинг учун ҳам геоинформатика тарихи схематик тарзда қуйидагича.

Унинг бошланиши фазовий маълумотларга ишлов беришга мўлжалланган ахборот тизимларини тузишга қаратилган биринчи вазифалар ва ёндошувларни шакллантирган жамоаларнинг ишларида жой олган. Бу канадалик ва швециялик олимлар ва ишлаб чиқувчилар жамоаларидир. Канадададаги ишлар 1963-1971 йилларда Р. Томлинсон

раҳбарлиги остида Канада ГАТини (CGIS) яратиш билан боғлиқ бўлган. CGIS миллий миқёсдаги йирик универсал (ўша вақтларда) ҳудудий ГАТ мисолларидан бири ва ҳозирга қадар классик ГАТ ҳисобланади. Швед геоинформатика мактабинингишлари ер ҳисобига ихтисослашган ГАТга, хусусан ер участкалари (ер эгаликлари) ва кўчмас мулкни ҳисобга олишни автоматлаштириш учун мўлжалланган швед ер маълумотлари банкига қаратилган эди. ГАТга оид илк канада ва шқед адабётини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, “ биринчи авлод” ЕАТлари (ўтган асрнинг 60-йиллари - 70 йилларининг бошида) уларнинг ҳозирги тушунчасидан анча фарқ қиларди. Уларни кўп ҳолларда ер ресурсларини инвентаризациялашга, ер кадастрига ва ҳ.к.лар каби айнан манфаат кўзланган масалаларга қаратилганлик фарқлар эди. Бироқ олимларнинг шарофати билан бу жамоалар таркибида оргинал ғоялар шакллантирилди, ва бу ушбу ГАТлар асосига фундаментал принципларни солиш имкониятини берди. ГАТларни умумий аҳамиятдаги маълумотлар базалари доирасидан олиб чиққан биринчи ва бош принцип операцион объектлар (ер участкалари, иморатлар ва ҳ.к.) қаторига жой кўрсатилиши қандай шаклда ифодаланмасин (координаталарда, маъмурий мансублик иерархиясида, ҳудуд бўлинишининг мунтазам ячейкаларига мансублик терминларида), *фазо белгисининг* киритилиши бўлди.

Чет элларда йигирманчи асрнинг 80-йиллари ГАТлар ривожининг ўта жадаллиги билан ажралиб туради: 80-йилларнинг ўртасига келиб, уларнинг сони 500 га яқинлашиб қолди, ГАТларнинг тижорат дастурий воситалари ишланмоқда. Бунда ечиладиган масалалар доираси анча кенгайди, геоахборот технологиялари фаннинг, ишлаб чиқариш фаолиятининг ва таълимнинг барча янги соҳаларига кириб бормоқда. Россияда геоинформатика ва ГАТлар ривожига аслида йигирманчи аср 80 йилларининг охири – 90 йилларининг бошидан бошланган. На фақат айрим ихтисослаштирилган ГАТлар ривожланмоқда, балки тижорат дастурий

маҳсулотлари кўринишида универсал ГАТлар пайдо бўла бошлади. Ўтган асрнинг 90 йиллари ўртасидан бошлаб Россияда – геоахборот шов-шуви: билимларнинг катта сонли соҳалари учун турли класслар ГАТлари яратилмоқда.

1.3. Замонавий ГАТларнинг аجدодлари

Бир неча ўн йиллар муқаддам ахборот тизимлари бозорида фазовий координатланган ахборот билан ишловчи тизимларнинг бир нечта тури ҳавола этилди:

- автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимлари (CAD – инглиз тилидаги қисқартма);
- автоматлаштирилган картографиялаш тизимлари (AM – инглиз тилидаги қисқартма);
- тармоқларни бошқариш тизимлари (FM – инглиз тилидаги қисқартма)

CAD-, AM- ва FM-тизимларни, юқроқда кўрилган майда масштабли фазофий таҳлил тизимлари ва маълумотлар базаларини бошқариш тизимлари (МББТ) билан бир қаторда *ГАТларнинг аждодлари* деб ҳисоблаш мумкин.

Масалан, Intergraph фирмасининг тизимлари CAD-тизимга асосланади, ArcInfo эса майда масштабли фазофий таҳлил тизимлар заминиди ривожланган. Замонавий ГАТлар версияларида турли хил ахборот тизимлари асосига қўйилган ғоялар ва ёндошувларнинг интеграциялануви кузатилади.

Замонавий ГАТларнинг ўтмишдошларини батафсилроқ кўриб чиқамиз.

CAD-тизимлар. Бу машинавий графика воситаларидан фойдаланган ҳолда автоматлаштирилган лойиҳалаш учун мўлжалланган тизимлардир. Дастурий таъминотни (ДТ) қўллашнинг ушбу соҳасида Autodesk Limited.

Seli va boshqa firmalar ixtisoslashtirilgan. Bu kabi tizimlar texnik chizmalar bilan ishlaydi. CAD-tizimlarni qullash chiziш jaraёnini tezlatиш, эркин масштабдаги чизманинг элементларини изчилроқ кўриб чиқиш ҳисобига аниқликни ошириш, чизманинг сифатини яхшилаш. тузатишлар киритиш, кўп маротаба нусха кўчириш имконияти учун зарур.

Дастлаб CADлар фақат маҳсулотларга конструкторлик ҳужжатлари чиқаришни автоматлаштириш таъминловчи икки ўлчамли тизимлар сифатида қўлланилган. Кейинчалик объектларнинг уларга оид оперцияларнинг уч ўлчамли моделлари (кўсириб ўтказиш, буриш, масштаблаш, яширин чизиқларни мустасно қилиш, 3D-моделни визуаллаштириш ва ҳ.к.) киритилди.

CADлар киритиш-чиқариш қурилмаларининг катта рўйхати билан ишлай олади, қатламлар билан ишлайди, лекин картографик ахборот билан ишламайди, зеро шартли декарт координаталар тизимини қўллайди. Илк CADлар фазовий маълумотларни таҳлил қилиш масалаларини ечиш учун кам яроқли эди, чунки объектларни семантик ва тематик таърифлаш қисми (атрибутлар, боғланишлар ва ҳ.к.) йўқ эди. Бироқ CAD-тизимларнинг замонавий версиялари, ГАТлар кabi, маълумотлар базаларини ўз ичига олади.

АМ-тизимлар. АМ-тизимлар – профессионал карталар ишлаб чиқариш учун махсус мўлжалланган дастурий маҳсулотлардир. Бу тизимлар асосан ишчи станцияларга асосланади. Профессионал АМ-тизимлар полиграфик карталардан қолишмайдиган сифатли карталар олиш имкониятини беради, лекин улар маълумотларни узоқ вақт даврида бошқариш мақсадига қаратилмаган, маълумотларни таҳлил қилиш ва янги прототипларни киритиш воситаларидан деярли маҳрумдир. АМ-тизимлар фақат регламентланган образлар, форматлар билан ишлайди, фақат олдиндан берилган расмийлаштириш стилларини қўллайди, яъни *стандарт* карталарни яратиш учун жуда қўл келади. АМ-тизимлар

моделлаш, тематик картографиялаш, бошқарув масалаларини ва мониторинг масалаларини ечиш имкониятидан маҳрумдир.

FM-тизимлар. FM-тизимлар – бу тармоқларни (водопровод, трубопровод, энергетика ва телефон тармоқлари ва ҳ.к.), яъни ҳар бири билан мазмунга эга ахборот боғланган фазовий объектларни бошқариш тизимларидир. FM-тизимлардан фазодаги объект ҳолатининг метрик аниқлигини талаб қилмайдиган масалаларни ечиш учун фойдаланилади.

1.4. ГАТлар классификацияси

Ҳар қандай ГАТни битта ёки бир нечта белгилари бўйича у ёки бу классга киритиш мумкин. Замонавий ГАТларнинг асосий классларини кўриб чиқамиз.

1.4.1. ГАТларнинг тузишнинг архитектуравий принципи бўйича классификацияси

Замонавий босқичда тақдим этилган ГАТлар архитектура типлари бўйича иккита классга бўлинади: ёпиқ ва очиқ ГАТлар.

Ёпиқ тизимлар паст нархи билан характерланади, уларда тизим ечадиган масалалар классификацияси олдиндан берилган (белгиланган) бўлади. Улар интерфейсининг соддалиги ва бу тизимлар фойдаланувчилар томонидан тез ўзлаштирилиши билан характерланади. Улар бажарадиган функциялар наборини ўзгартиришнинг иложи йўқ. Шундан келиб чиқиб, бу тизимларнинг ҳаёт цикли қасқалигини таъкидлаш мумкин.

Очиқ тизимлар муайян функциялар наборига эга ва фойдаланувчилар томонидан махсус иловаларни яратиш ҳамда ичига ўрнатиш учун махсус аппарат билан таъминланган бўлади, шу билан базавий ГАТларнинг функционал имкониятлари кенгайди. Очиқ тизимлар қимматроқ, лекин узунроқ ҳаётий циклга эга бўлади ва масалаларнинг кенг классига мослашуви мумкин.

1.4.2. ГАТларнинг аппарат платформаси бўйича классификацияси

Профессионал даража ГАТлари. Бу типга Intergraph – MGE, ESRI – ArcGIS ва бошқ. каби фирмаларнинг кенг маълум бўлган ГАТлари киради.

Бу бошидан мижоз-сервер қўллануви (қувватли серверлар ва ишчи станцияларидан фойдаланилади) учун яратилган анча кучли тизимлардир. Бу тизимлар модулли принцип бўйича тузилади ва турли комплектацияда етказиб берилиши мумкин.

Столга қўйиладиган типдаги ГАТлар. Ушбу тип ГАТлари ПКларга ориентирланган ва фойдаланувчиларнинг кенг доираси томонидан фойдаланиш учун мўлжалланган. Бундай ГАТлар функцияларнинг кичик наборига эга бўлади. Улар паст нархга эга, оммавийроқ фойдаланилади, уларнинг базасида ГАТ кўп сатҳли тизим тариқасида тузиладиган катта ГАТ-лойиҳалардаги ишчи ўринлар ташкил қилинади.

Интернет/Интернет-ГАТлар. Бундай тизимларнинг фарқли хусусияти – уларнинг тузилишида мижоз-сервер технологиясининг ва Web-технологиянинг қўлланилишидир. Бунда барча маълумотлар серверда сақланади ва Интернет (Интранет) тармоғи воситасида мижоз учун очиқ бўлади. Мижозлар ПКда бўладилар ва “ингичка” ҳамда “қалин” турларда бўладилар. Ингичка мижозлар анъанавий тарзда стандарт браузердан фойдаланишга асосландилар, қалинлари эса картографик ва бошқа маълумотларли сервер билан бирга ишлайдиган алоҳида иловани ўзида ифодаляйдилар. Инсон фаолиятининг турли соҳаларида бундай ГАТларнинг истиқболи порлоқ ҳисобланади.

1.4.3.ГАТларнинг ҳудудий қамров бўйича классификацияси

Ҳудудий қамров бўйича қуйидаги ГАТлар фарқланади:

- глобал (планетар, glonal GIS);
- субконтинентал;
- миллий (давлат);

- регионал (regional GIS);
- субрегионал;
- локал (маҳаллий, local GIS);
- сублокал.

ГАТларнинг ахборий моделлашнинг предмет соҳаси бўйича классификацияси.

ГАТнинг муаммовий ориентацияси унда ечиладиган масалалар (илмий ва/ёки амалий) билан белгиланади, улар ичига табиий ресурсларни инвентаризациялаш, таҳлил, табиат ҳодисаларини баҳолаш, мониторинг, ишлаб чиқаришни бошқариш ва режалаштириш, инсон фаолиятининг турли соҳаларида қарорлар қабул қилишни қўллаб-қувватлаш ва ҳ.к. киради.

Ахборий моделлашнинг предмет соҳаси бўйича қуйидаги ГАТлар фарқланади:

- шаҳар (муниципал – МГАТ, urban GIS);
- табиатни муҳофаза қилиш (environmental GIS);
- ер АТ;
- сув ресурслари мониторинги;
- геология ва геологоразведка ва ҳ.к.

1.4.4. ГАТларнинг функционал имкониятлар бўйича классификацияси

Функционал имкониятлар бўйича қуйидаги ГАТлар фарқланади:

- универсал (инструментал, тўлиқ функционал);
- ихтисослаштирилган;
- ГАТ-вьюерлар.

Универсал ГАТлар очиқлиги билан характерланади, маълумотларнинг турли форматлари билан ишлайди, етарли даражада кучли график редакторга эга, турли иловаларни ишлаб чиқиш ва жорий қилиш (функциялар наборини катталаштириш) воситаларига эга.

Ривожланишга ва янги версиялар яратилишига қараб, бу ГАТлар ҳам умумий, ҳам махсус аҳамиятдаги модулларнинг (масалан, MapInfo, ArcInfo ва бошқа ГАТлар) катта сони билан таъминланади.

Бу энг кенг қўлланиладиган ГАТ классидир, зеро заруратга кўра билимларнинг кўп соҳаларида мослашиш ва турли масалаларни ечиш, улар ёрдамида фазовий моделлаш ва бошланғич маълумотларни таҳлил қилиш аппарати кенгайдиган, ўрнатиладиган, ихтисослаштирилган модуллар сонини ошириш, имкониятини беради.

Қоида тариқасида, бу тизимлар ўзининг ҳам атрибутив, ҳам график ахборот билан ишловчи ички ўрнатилган тилига ва юқори даражадаги тилларда ёзилган дастурий модулларни жорий қилиш воситаларига эга бўлади.

Ихтисослаштирилган ГАТлар параметрларнинг берилган наборида масалаларнинг тор доирасини ечади. Уларнинг асосий вазифаси – жараёнларнинг кечишини ва номақбул вазитларнинг олдини олиш, хужжатлар айланувини автоматлаштириш ва ҳ.к.дир.

ГАТ-вьюверлар фазовий ахборотни визуаллаштириш, уни босишга чиқариш учун мўлжалланган. Бу тизимлар фазовий таҳлил қилиш ва моделлаш учун мўлжалланган аппарат билан таъминланмаган.

1.4.5. ГАТларнинг маълумотларнинг қўлланиладиган модели бўйича классификацияси

Векторли ГАТлар векторли графика принципларига асосланган ва маълумотларнинг топологик ёки нотопологик векторли моделлари билан ишлайди.

Растрли ГАТлар растрли графика принципларига асосланган ва маълумотларнинг растрли моделлари билан ишлайди.

Гибрид ГАТлар векторли ва растрли ГАТлар имкониятларини ўзида мужассамлайди.

Замонавий ГАТларнинг аксарият қўпчилиги айнан векторли ёки айнан растрли бўлмайди. Одатда векторли ГАТда растрли маълумотлар билан ишлашнинг баъзи воситалари мавжуд, ва тескариси, растрли ГАТда маълумотларнинг векторли моделлари билан ишлаш учун мўлжалланган воситалар мавжуд бўлади (бу каби ҳолат график редакторлар орасида ҳам кузатилади).

1.4.6. ГАТлар классификациясининг бошқа турлари

Интеграцияланган ГАТлар (Integrated GIS, IGIS) ГАТ ва тасвирларга (биринчи навбатда аэрокосмик тасвирларга) рақамли ишлов бериш ҳамда уларни талқин қилиш тизимларининг функционал имкониятларини ягона интеграцияланган муҳитда мужассамлайди.

Полимасштабли ГАТлар (масштабли-мустақил ГАТлар, multiscale GIS) фазовий объектларнинг кўп миқдорда ёки полимасштаб тарзда ифодаланишларига асосланади, бу билан маълумотларни масштаб қаторининг ҳар қандай танланган даражасида маълумотларнинг энг катта фазовий имконий аниқликдаги ягона набори асосида график ёки картографик акс эттиришни таъминлайди.

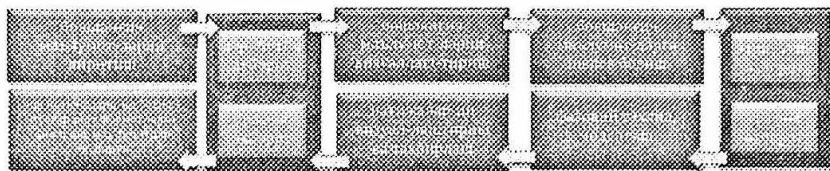
Фазовий-вақт ГАТлари (spatio-temporal GIS) фазовий-вақт маълумотлари билан муолажа қилади.

ГАТнинг, асосида иккита, баъзан эса учта белгиси ётган классификацияси бўлиши мумкин.

1.5. ГАТларнинг амал қилиш схемаси

ГАТда реализация қилинган функциялар набори биринчи навбатда умуман тизимнинг вазифасига боғлиқдир. ГАТ амал қилишининг умумлаштирилган схемаси 1.1-расмда келтирилган. Турли тизимларда айрим блоklar у ёки бу даражада универсал ёки тор ихтисослашган бўлади

ва муайян функцияларнинг турли наборларига эга бўлади. Бу схемани батафсилроқ кўриб чиқамиз.



1.1-расм. ГАТ амал қилишининг умумлаштирилган схемаси

Блок 1 – бошланғич маълумотларни киритиш. Одатда стандарт форматларда шакллантирилган маълумотлар наборлари (масалан, DBF, MDB (Access), XLS (Excel), ASCII-кодлардаги, бошқа тизимларнинг ички форматлари, ГАТларнинг алмашув форматлари) бошланғич маълумотлар ҳисобланади. кейинроқ ГАТда маълумотларнинг ички форматларига айлантириладиган ва у ёғига расшифровкаланиши ва ишлов берилиши лозим бўлган бошланғич маълумотларни электрон қурилмалардан (масалан, сейсморазведка учун мўлжалланган рўйхатга олиш аппаратураси, технологик ускуналарнинг ҳолатини назорат қилиш датчиклари ва ҳ.к.) ўқиш юз берадиган аппарат комплексларига дастурий устқурма бўлмиш ихтисослаштирилган ГАТлар бундан мустасно.

Блок 2. ГАТда атрибутив, график (одатда фазовий) маълумотлар ёки ҳам у, ҳам бу маълумотлар биргаликда (масалан, скважина ичидаги ҳолат тўғрисидаги ахборот қуйидагиларни ўз ичига олиши мумкин: амал қилиш режими, унинг умри узунлиги, геологик муҳит қатламлари тўғрисидаги маълумотлар; скважин оғзининг координаталари; скважина участкасининг аэро- комосьёмкаси натижалари метамаълумотлар (сьёмка жойи ва вақти, метеошароитлар, ишлаб чиқарувчи ва ҳ.к.) билан таъминланган суратлар (растрли тасвирлар) билан тақдим этилади) бошланғич маълумотлар бўлиб хизмат қилиши мумкин. Бу маълумотлар тегишли моделлардан фойдаланган ҳолда ифодаланиши ва таърифланиши лозим.

Блок 3. ГАТга тақдим қилинган бошланғич маълумотлар (1 ва 2 блоклар) визуаллаштирилади, яъни фойдаланувчи учун қулай кўринишда (маълумотлар базалари, жадваллар, электрон карталар ва ҳ.к.) аниқ-равшан акс эттирилади.

Блок 4. Интеллектуал блок ҳисобланади. Унинг ёрдамида бошланғич маълумотларнинг тўғрилиги, ҳақиқийлиги амалга оширилади, технологик жараёнда иштирок этувчи маълумотларнинг структурасини ажратиш юз беради, ва айнан маълумотларга ишлов бериш иши олиб борилади.

Блок 5. Блок 4 да ахборотга ишлов бериш натижаларини фойдаланиш ва биринчи навбатда фазовий таҳлилга оид ихтисослаштирилган функцияларни қўллаш учун яроқли бўлган маълумот структуралари кўринишида ифодалайди.

Блок 6. Фазовий таҳлил ва моделлаш блоки – аксарият ГАТларда муҳим интеллектуал босқичдир. Унинг воситалари билан маълумотларни талқин қилиш, тадқиқ қилинаётган фазовий объект ёки ҳодиса параметрларининг иккиламчи тавсифларини олиш амалга оширилади. Сўровларнинг содда ва мураккаб (тез мосланувчан) тизимини, турли ҳисоб-китоб алгоритмларини ўз ичига олади. Бу босқичда маълумотларни фазовий таҳлил қилиш ва тадқиқот объектларининг ўзини тутишини моделлаш ишлари амалга оширилади.

Блок 7. Таҳлил, моделлаш натижалари аниқ-равшан ифодаланади, таҳлилчи (фойдаланувчи) томонидан баҳоланади ва натижаларни (шу жумладан картографик маълумотлар базаларини) таҳрирлаш (агар зарур бўлса) амалга оширилади.

Блок 8. Ҳисоботлар ва ҳужжатлар (матнли ҳужжатларнинг электрон нусхалари, масалан, сўровлар натижалари; картографик ахборотни расмийлаштириш стандартлари талабларига риоя қилинган электрон карталар ва ҳ.к.) шакллантирилади.

Блок 9. ҳисобот ҳужжатларининг узил-кесил нусхаларини олиш, иш натижаларини ички ва ташқи маълумотлар базаларида асраш ва кейинчалик фойдаланиш учун сақлаб қўйиш, маълумотларни бошқа тизимларга экспорт қилиш.

ГАТларнинг 1.1-расмда келтирилган амал қилиш схемаси ГАТ ишини умумий таърифлайди, Бироқ турли ГАТларда айрим блоклар турлича функционаллик билан реализация қилинган, айрим блоклар эса умуман йўқдир.

Хуллас, муайян маълумотларга ишлов бериш ва масалаларнинг берилган (одатда кичик) наборини ечиш учун мўлжалланган тор доирада ихтисослаштирилган ГАТлар бошланғич ахборотнинг спецификасини ҳисобга олади, фақат мавжуд маълумотларни тўплаш, сақлаш ва таҳлил қилиш учун зарур бўлган операцияларни бажаради. Баъзи ГАТларда график ва атрибутив ахборотни чиқариш блоки мавжуд. Масалан, бу корхона диспетчерининг автоматлаштирилган иш ўрни (АИЎ) бўлса, у ҳолда бундай АИЎ ускуналарнинг ҳолати, газопроводнинг айрим сегментларида хом ашёнинг мавжудлиги ва ҳ.к.лар тўғрисидаги ҳисоботларни шакллантириш имкониятини бериши лозим.

Барча сўровларни, шу жумладан фазовий сўровларни олдиндан кўра билиш мумкин, ҳисобот ахбороти эса норматив ҳужжатлар билан регламентланади.

Универсал ГАТлар ахборотни киритиш ва чиқариш блокларининг сифатли реализацияси, кучли график редактор билан характерланади, моделлаш ва фазовий таҳлил блоки эса сўровлар тизими ва фазовий объектларни таҳлил қилишнинг кучли процедуралари билан ифодаланади.

1.6. Универсал ГАТларнинг структураси

Намунавий универсал ГАТнинг структуравий схемасини кўриб чиқамиз (1.2-расм). Бундай ГАТ схемасида тўртта катта компонентларни:

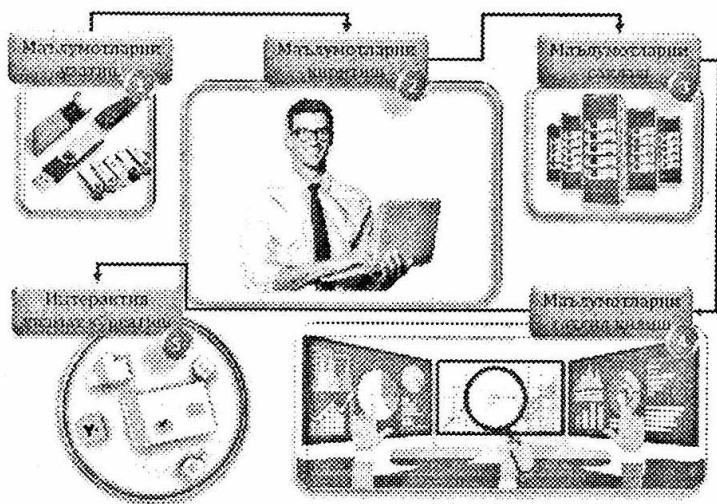
ядро, маълумотларни импорт/экспорт қилиш кичик тизимини, ГАТ функционалини кенгайтириш воситаларини ва фойдаланувчининг график интерфейсини ажратиб кўрсатиш мумкин.

ГАТ ядроси қуйидаги кичик тизимлардан иборат.

Ички МББТ – маълумотлар базасини бошқариш тизими. Замонавий ГАТларда барча маълумотлар (фазовий ва атрибутив), одатда, ички МББТ ёрдамида сақланади ва ишланади. Бундай МББТ фазовий функциялар билан тўлдирилган анъанавий реляцион МББТга асосланиши баробарида, нолдан бошлаб ишлаб чиқилган ҳам бўлиши мумкин. Бундай МББТ ёрдамида сўровлар механизмидан (шу жумладан SQL-сўровлардан) фойдаланиб, маълумотларни қидириш, умумлаштириш, гуруҳлаш ва ҳ.к. масалаларни самарали ечиш мумкин.

Аксарият ГАТларда *ташқи МББТлардан* фойдаланиш имконияти мавжуд. Одатда ташқи маълумотлар базаларида атрибутив маълумотлар сақланади, фазовий маълумотлар эса локал тарзда ёки файл-серверда сақланади. Бу ҳолат шу билан боғлиқки, аксарият реляцион МББТлар фазовий маълумотлар билан ишламайди. Бироқ баъзи саноат МББТлари учун нафақат бундай маълумотларни сақлаш, балки уларга самарали ишлов беришимкониятини берувчи ечимлар мавжуд (Oracle Spatial, MapInfo SpatialWare ва бошқ.).

Фазовий таҳлил кичик тизими фазофий муносабатларни таҳлил қилиш, оверлей операцияларини бажариш, буфер зоналарини тузиш ва бошқ. учун функциялар библиотекасини ўзида ифодалайди (таҳлил масалалари 5-бобда батафсилроқ баён этилган).



1.2-расм. Универсал ГАТнинг структуравий схемаси

Картографик проекциялаш кичик тизими бир картографик тизимдан бошқасига ёки координаталарнинг экран тизимига координатавий ўзгартирув ишларини бажариш учун мўлжалланган.

Визуаллаштириш кичик тизими фазовий маълумотларни машинавий графика воситаларини қўллаб, кўп қатламли карта кўринишида акс эттириш имкониятини беради. Бунда кичик тизим ҳам векторли, ҳам растрли маълумотлар билан ишлай олади. Векторли редактор кичик тизимнинг ажралмас қисми ҳисобланади, у янги маълумотларни киритиш ва мавжудларини таҳрирлаш имкониятини беради. Визуаллаштириш кичик тизими картографик проекциялаш кичик тизими билан узвий боғланган.

Босмадан чиқариш кичик тизими ГАТда шакллантирилган карталар, ҳисоботлар ва бошқа материалларни босиб чиқариш имкониятини беради. Одатда ГАТда босма макетини шакллантириш имконияти бўлади, унда

шакллантирилган картографик материалларни жойлаштириш, уларнинг ташқи кўринишини созлаш ва сўнгра босишга чиқариш мумкин.

ГАТ функционалини кенгайтириш воситалари ГАТнинг ички тилида ёзилган иловаларнинг ижроси учун мўлжалланган муҳитни ўзида ифодалаши ёки VBA, COM ёхуд Net технологиялари билан ишлайдиган устқурма бўлиши мумкин. ГАТ функционалини кенгайтиришнинг бошқа вариантлари ҳам бўлиши мумкин.

Маълумотларни импорт/экспорт қилиш кичик тизимлари бошқа ташқи тизимлар билан маълумотлар алмашуви учун мўлжалланган.

Айнан ГАТ функционалини кенгайтириш воситаларининг ва маълумотларни импорт/экспорт қилиш кичик тизимларининг мавжудлиги туфайли универсал ГАТлар *очиқ* тизимлар ҳисобланади.

Фойдаланувчининг график интерфейси график ахборот билан ишловчи ҳар қандай тизимнинг ажралмас қисмидир. Унинг ёрдамида фойдаланувчининг ГАТ билан интерактив тарзда бирга ишлаши амалга оширилади. Фойдаланувчи интерфейснинг асосий элементларига қуйидагилар киради: бош дарча, асосий меню, инструментлар панеллари, карта дарчаси, қатламлар дарчаси ва бошқ. Интерактив биргаликда ишлаш фойдаланувчига, биринчи навбатда, карта дарчаси билан масштабни ўзгартириш, картани панорамалаштириш ва ҳ.к.ларнинг аъъанавий инструментлари ёрдамида биргаликда ишлаш имкониятини беради.

1.7. ГАТларнинг аппарат ва дастурий таъминоти

Геоахборот тизимини фазовий маълумотларни киритиш, сақлаш, визуаллаштириш ҳамда ишлаш учун мўлжалланган аппарат ва дастурий воситалар мажмуи сифатида кўриш мумкин. ГАТларнинг асосий аппарат воситалари серверлар ва ишчи станциялаардир. Бироқ ишлаш учун шуинингдек маълумотларни киритиш ва чиқаришга оид турли периферия қурилмалари ҳам зарур. Уларни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

Маълумотларни киритиш периферия қурилмалари. Бундай воситалар жумласига қуйидагилар киради:

1. *Клавиатура.* Алфавит-рақамли ахборотни киритиш учун мўлжалланган. Унинг ёрдамида атрибутив маълумотлар баробарида график (фазовий) маълумотларни ҳам киритиш мумкин. Сўнгги ҳолатда бундай киритиш объектларнинг у ёки бу координаталар тизимидаги координаталарини киритиш воситасида амалга оширилади.

2. *Сичқонча.* Анъана бўйича сичқонча график ахборотни векторли редактор воситасида киритишнинг асосий воситаси сифатида қўлланилади.

3. *Сканер.* Сканер бошланғич қоғоз ёки бошқа материаллар бўйича растрли ифодани шакллантириш учун қўлланилади. Сканерлар қуйидагилар бўйича фарқланади:

- бошланғич материални ўқиш учун узатиш усули бўйича (қўлда ишланадиган, планшетли, тортувчи, масалан, роликли ва барабанли);
- ахборотни ўқиш принципи бўйича (ёруғлик ёки ёруғлик акси билан ишлайдиган);
- рангнинг теранлиги бўйича;
- имконий аниқлик бўйича;
- геометрик аниқлик бўйича;
- сканирлаш тезлиги бўйича;
- формат (сканирланадиган манбанинг максимал ўлчами) бўйича.

4. *Дигитайзер.* Бу қурилма график ҳужжатларни қўлда рақамлаш (парчалаш) учун мўлжалланган. Парчалаш натижаси ҳолати тўғри бурчакли декарт координаталари билан таърифланадиган объектларнинг контурларини айланиб чиқишда юзага келадиган нуқталар кўплиги ёки кетма-кетлиги кўринишида ифодаланади.

5. График планшет. Сичқончанинг альтернативаси ҳисобланади ва курсорни махсус перо ва планшет ёрдамида оддий ручка билан расм чизишни имитациялаган ҳолда позиционирлаш имкониятини беради.

Санаб ўтилган периферия воситаларидан ташқари бошқалари ҳам мавжуд, улар ҳам фазовий маълумотларни киритиш учун мўлжалланган. Масалан, йўлдошлар ёрдамида фойдаланувчининг ўрнашган жойи тўғрисидаги маълумотларни автоматик тарзда шакллантирадиган GPS-приёмниклар ушбу маълумотларни ҳам реал вақт режимида, ҳам ўлчовлар бажарилгандан кейин узатиш учун компьютерга уланиши мумкин.

Маълумотларни чиқариш периферия қурилмалари. Асосий ахборот чиқариш қурилмаси монитор ҳисобланади. Бироқ ахборотни қаттиқ ташувчига чиқариш зарурати бўлганда қуйидаги қурилмалар қўлланилиши мумкин.

1. *Принтер.* Бу маълумотларни чиқаришнинг энг оммавий периферия қурилмасидир. Принтерлар қуйидагилар бўйича фарқланади:

- босиш учун материални узатиш усули бўйича;
- босиш принципи бўйича (пурковчи, лазер, матрицавий, барабанли, термик, термомумли ва бошқ.);
- имконий аниқлик бўйича;
- босиш тезлиги бўйича.

2. *Графопостроитель* (плоттер). Бу маълумотларни график шаклда қоғозга, пластикка, фотосезувчан материалга ёки бошқа ташувчига чизиш, ўйиш, фоторегистрация ёки бошқа усул билан чиқариш учун мўлжалланган қурилмадир. Графопостроителлар қуйидагилар бўйича фарқланади:

- материални босиш учун узатиш усули бўйича (планшетли, рулонли ёки роликли);
- ижроси бўйича (пол устига, стол устига қўйиладиган);
- график объектларнинг тузилиш принципи бўйича (векторли, растрли);

- босиб чиқариш усули бўйича (электростатик, пурковчи, лазер, светодиод ва бошқ.);
- иш майдонининг ўлчами бўйича;
- аниқлик бўйича;
- расм чизиш (босиш) тезлиги бўйича.

ГАТларнинг **дастурий таъминоти** бир нечта асосий ва ёрдамчи модуллардан (иловалардан) иборат бўлиши мумкин. Одатда ГАТнинг асосий функциялари фойдаланувчининг анъанавий график интерфейсига эга бўлган битта асосий илова билан амалга оширилади. Бундай тизимларнинг ёрдамчи дастурий таъминотига одатда турли дастур-конверторлар, босиб чиқариш менежерлари, маълумотлар вьюерлари, турли ташқи қурилмалар билан бириктириш модуллари ва бошқ. киради.

Табиийки, ГАТларнинг дастурий таъминоти компьютерларда олдиндан кўзлаб ўрнатилган операцион тизимлар билан амал қилади. Дастурий таъминот 7-бобда батафсилроқ кўриб чиқилади.

1.8. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар

1. Нима учун ГАТ яратиш ва фойдаланиш учун геоинформатикани назарий асос деб ҳисоблаш лозимлигига аргументлар келтиринг.

2. ГАТ ёрдамида ечиладиган асосий масалаларни санаб ўтинг.

3. ГАТларни автоматлаштирилган ахборот тизимлари деб ҳисоблаш мумкинми?

4. Нима деб ўйлайсиз, 90 йиллар бошидан геоинформатика ва ГАТларнинг жадал ривожланиши нима билан боғлиқ?

5. ГАТларнинг бошқа ахборот тизимларидан асосий фарқлари нималардан иборат?

6. ГАТлар классификациясининг асосий турларини санаб ўтинг.

7. Универсал ГАТларнинг асосий хусусиятларини айтиб беринг.

8. Универсал ГАТларнинг асосий компонентларини ва уларнинг вазифаларини санаб ўтинг.

9. GPS-приёмникни фазовий маълумотларни киритиш қурилмаси деб ҳисоблаш мумкинми?

2-БОБ. РАҚАМЛИ КАРТОГРАФИЯ АСОСЛАРИ

2.1. Ернинг шакли ва ўлчамлари, қўлланиладиган моделлар

2.1.1. Карта тўғрисида тушунча

2.1-таъриф. *Картография* – бу картографик асарларни яратиш, ўрганиш ва улардан фойдаланиш билан шуғулланадиган фандир.

2.2-таъриф. *Карта* – бу ер юзасидаги объектлар ва ҳодисаларнинг фазовий-вақт муносабатлари моделидир. Қоғоз ва электрон карталар мавжуд.

Картанинг математик асоси картанинг карта ва унинг ёрдамида акс эттириладиган Ер юзаси ўртасидаги математик боғланишни белгиловчи математик элементлари мажмуидан иборат. Математик элементлар жумласига қуйидагилар кирази:

- геодезик асос элементлари;
- масштаб;
- картографик проекция;
- компоновкаш элементлари ва картани графалаш тизими.

2.1.2. Карталарнинг геодезик асоси

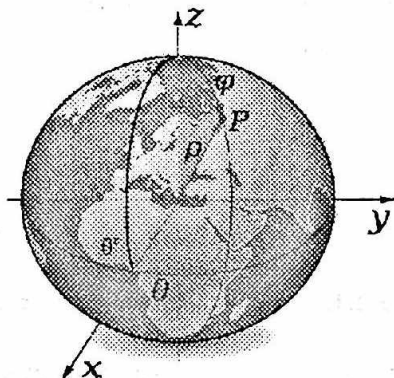
Умумий майдони 510 млн. кв. км бўлган Ер юзаси бутун майдоннинг 71% ини ташкил қилувчи Жаҳон океанига ва Ер юзасининг 29% ини эгаллаган қуруқликка бўлинади. Жаҳон океанининг юзаси Ер юзасининг қарийб тўртдан уч қисмини ташкил қилишидан келиб чиқиб, у планетамизнинг юзаси (шакли) сифатида қабул қилинган.

Сокин ҳолатдаги Жаҳон океанининг ўртача стхига мос келадиган юзани тасаввур қиламиз. Бундай юза сатҳий юза деб аталади. Сатҳий юза ҳамма жойда горизонталдир, яъни унинг ҳар қандай нуқтасида шу нуқтага бўлган тик чизиқ йўналишига перпендикулярдир.

2.3-таъриф. Сокин ҳолатдаги Жаҳон океанининг ҳаёлан материклар остидан давом эттирилган юзаси Ернинг *сатҳий юзаси* деб аталган ва Ернинг ҳақиқий шакли тариқасида қабул қилинган.

1873 йилда немис физики Листинг томонидан сатҳий юза билан чегараланган жисм (ер шари) *геоид* деб аталди.

Ер ичидаги массаларнинг нотекис тақсимланиши оқибатида геоид юзаси жуда мураккабдир ва унинг шаклини аниқлаш, инчунин унинг (геоиднинг) ўлчамларини аниқлаш насиб этмади, у математикада кўриладиган юзаларнинг ҳеч бири билан ифодаланмайди. Шунинг учун геоид юзасини унга энг яқин мос келувчи ёрдамчи юза билан алмаштириш зарурати юзага келди.



2.1.-расм. Красовский референц-эллипсоиди¹

$$a = 6\,378\,245 \text{ м;}$$

$$b = 6\,356\,863 \text{ м;}$$

$$\alpha = 1/298,3;$$

Пулково бошланғич пункти;

геоиднинг референц эллипсоиддан нисбий баландлиги бошланғич пунктда нолга тенг; Болтиқ баландликлар тизими қабул қилинган; баландликлар ҳисоби Кронштадт футштокидан бошлаб юритилади;

¹ Картографияда координаталарнинг вертикал ўқини x билан, y билан эса – координаталарнинг горизонтал ўқини белгилаш қабул қилинган

$$a = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.3}$$

тизим координаталарининг боши Ернинг оғирлик марказига мос келади.

2.4-таъриф. Ер жисмида муайян жойлашган, унинг геоид юзасига етарлича яқин бўлган юзасига барча геодезик пунктлар ўтказиладиган ва унда кейинчалик у ёки бу координаталар тизимида аниқланадиган айланиш эллипсоиди **референц-эллипсоид** ёки **нисбийлик юзаси** деб аталади.

Референц-эллипсоиднанг ўлчамларини танлаш ва унинг Ер жисмидаги ориентировкасини белгилаш шундай тарзда амалга ошириладиган, қўрилаётган ҳудуд чегарасида унинг юзасининг геоид юзасига имкон қадар катта яқинлиги шартланиши керак.

Мамлакатимизда 1942 йилдан эътиборан бажарилиб келаётган геодезия, топография ва картография ишларида Красовский референц-эллипсоиди ва 1942 йилги координаталар тизими қабул қилинган. Ушбу эллипсоиднинг ўлчамлари тавсифланади (2.1-расм).

Майда масштабни картографиялашда (фақат йирик объектлар тушади) Ер шаклини қуйидагига тенг бўлган радиусли шар тариқасида қабул қилиш мумкин:

$$R = (a+b) / 2 = 6\,367\,600 \text{ м.}$$

Дастлаб эллипсоид шарга, сўнгра эса шар текисликка акс эттириладиган иккилама акс эттириш усулини қўллашда ҳам шардан фойдаланиш мумкин.

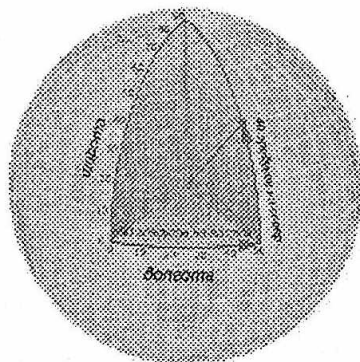
2.2. Геодезия ва картографияда қўлланиладиган координаталар тизимлари

Топография-геодезия ишларини бажаришда: географик (астрономик), ясси тўғри бурчакли, кутбий, геодезик ва зонал координаталар ва баландликлар тизимларидан фойдаланилади.

2.2.1. Географик (астрономик) координаталар тизими

Ер шари – геоид юзасида ётган ҳар қандай M нуқтанинг ҳолати (2.2-расм) унинг астрономик кузатувлардан олинadиган географик кенглиги φ ва географик узунлиги λ билан аниқланади.

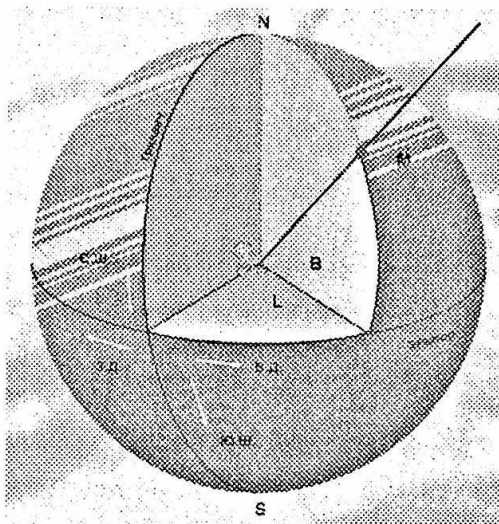
Бунда φ λ координаталар қуйидаги йўсинда аниқланади. MO – тик чизик (юза сатҳига нормал) бўлсин; φ – тик чизик ва экватор текислиги ўртасидаги бурчак (шимо томонга "+" белги билан, жануб томонган "-" белги билан олинади); λ эса – ушбу M нуқтанинг меридиани ва бош (Гринвич) меридиан ўртасидаги икки ёқли бурчак. Узунлик ҳисоби ғарб томонга "-" белги билан, шарқ томонга эса "+" белги билан 180° га юритилади. P_N , P_S – тегишли равишда шимолий ва жанубий қутблар нуқталарининг белгиланиши. QQ_1 – экватор чизиғи.



2.2-расм. Нуқта ҳолатини географик координаталар тизимида аниқлаш схемаси.

2.2.2. Геодезик координаталар тизими

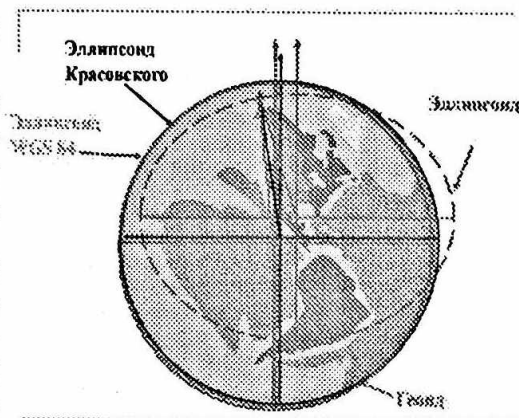
Референц-эллипсоид юзасидаги ҳар қандай A нуқтанинг ҳолати геодезик ўлчовлар натижалари бўйича белгиланадиган геодезик кенглик B ва узунлик L билан аниқланади (2.3-расм). Бунда L – бу гринвич меридиани ва A нуқтадан ўтувчи меридиан ўртасидаги бурчак.



2.3-расм. Нуқта ҳолатини геодезик координаталар тизимида аниқлаш схемаси.

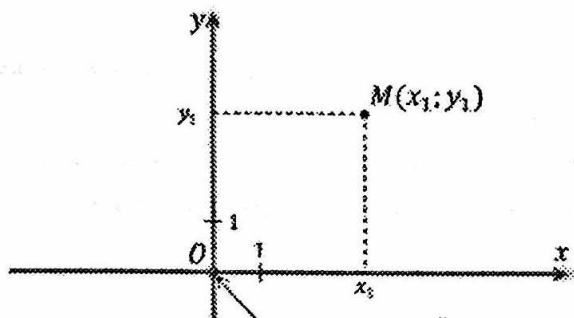
B – эллипсоид юзасига берилган нуқтадаги нормал ва экватор текислиги ўртасидаги бурчак.

Референц-эллипсоид ва геоид юзасига тик чизиқлар ҳамда нормалларнинг ўзаро жойлашуви 2.4-расмда келтирилади.



2.4-расм. Тик чизиқлар ва нормалларнинг референц-эллипсоид ва геоидга жойлашиши схемаси

E – тик чизиқнинг нормалдан оғиши, $E \approx 3-4''$, айрим ҳудудларда бир неча ўн секундгача. Ер юзасида $1'' \approx 31$ м эканлагана инобатга олган ҳолда. Демак битта нуқтанинг географик ва геодезик координаталар тизимларидаги координаталари 100 м ва ундан ортиқча фарқ қилиши мумкин.



2.5-расм. M ва M' нуқталарнинг тўғри бурчакли координаталар тизимидаги ҳолати

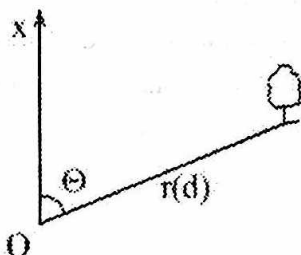
2.2.3. Тўғри бурчакли координаталар тизими

Тўғри бурчакли координаталардан фойдаланиш схемаси 2.5-расмда тасвирланган.

Бурчаклар x ўқининг мусбат йўналишидан бошлаб соат стрелкасининг юриши бўйича саналади. Ҳар қандай M нуқтанинг ҳолати бу тизимда тегишли белгиларли x ва y координаталар билан аниқланади.

2.2.4. Қутбий координаталар тизими

Қутбий координаталар тизимидан фойдаланиш схемаси 2.6-расмда тасвирланган.



2.6-расм. Қутбий координаталар тизими

O – қутб

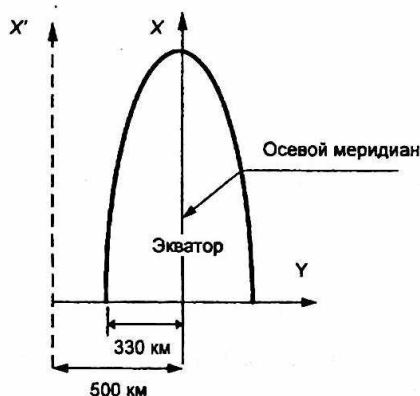
OX – қутб ўқи (меридиан)

Ҳар қандай пунктнинг ҳолатини $r(d)$ радиус ва θ бурчак бўйича аниқлаш мумкин.

2.2.5. Зонал координаталар тизими

Зонал координаталар тизими тўғри бурчакли координаталарни Гаусс-Крюгер проекциясида аниқлаш учун қўлланилади. Ер юзаси ҳар бири 6° ли кенгликли 60 та зонага бўлиб чиқилади. Мадомики x абсциссалари

Ишлашда қулай бўлиши учун ҳар бир зона ичида ординаталарнинг манфий қийматларидан қутулиш зарур. Зонанинг ўқ меридианидан энг четки меридианигача бўлган масофа ҳатто зонанинг энг кенг жойида ҳам ≈ 330 км. Лекин ҳисоб-китоблар учун километрларнинг яхлит сонига тенг масофани олиш қулайроқ. Шу мақсадда зона ўқ меридианининг ординатаси 500 км га тенг деб шартланилган. Ҳар бир зона учун координата боши сифатида $x=0$ км, $y=500$ км координаталарли нуқта қабул қилинади (2.7-расм). Мадомики нуқталарнинг бир хил координаталари 60 та зонадан ҳар бирида такрорланиши мумкин экан, ушбу пункт жойлашган зонанинг рақами кўрсатилиши керак (y координата кўрсатилганда).



2.7-расм. Зонал координаталар тизими

$$X_A = 6136000 \text{ M.}, X_B = 4200000 \text{ M.}$$
$$Y_A = 7316000 \text{ M.}, Y_B = 7630000 \text{ M.}$$

2.3. Картографик проекциялар. Карттографик проекциялардаги нотўғриликлар

2.3.1. Умумий тушунчалар

2.5-таъриф. Эллипсоид юзасини текисликда акс эттиришнинг математик йўл билан белгиланган усули **картографик проекция** деб аталади. Картографик проекция геоид (ер эллипсоиди) нуқталарининг географик (геодезик) координаталари ва ўша нуқталарнинг текисликдаги тўғри бурчакли координаталари ўртасида мувофиқликни белгилайди.

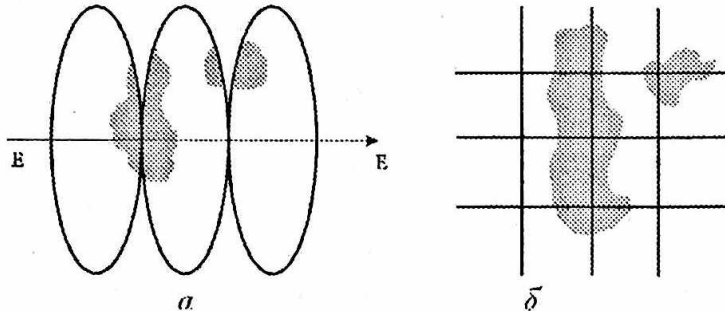
Бу боғлиқлик географик координаталар тизимида умумий кўринишда картографик проекциялар тенгламалари деб аталмиш иккита тенглама билан ифодаланиши мумкин

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

Геодезик координаталар тизимида ҳам иккита тенглама қўлланилади

$$x = f_3(B, L) \quad y = f_4(B, L)$$

Тенгламаларнинг ҳар бир жуфти B ва L геодезик координаталар (географик координаталар тизими бўлган тақдирда φ ва λ) бўйича тасвирланадиган нуқтанинг x ва y тўғри бурчакли координаталарини ҳисоблаб чиқиш имкониятини беради. Мумкин бўлган функционал боғлиқликлар сони чекланмаган. Фақат тасвир бир маъноли ва узлуксиз бўлиши зарур (2.8-расм).



2.8-расм. Узлуксиз тасвирни шакллантириш

a – эллипсоид юзасидаги тасвирлар,

б – объектларнинг картада тасвирланиши

Мадомики эллипсоид ёки шарнинг юзасини текисликка нотўғриликларсиз ёйиш мумкин эмас экан, тасвининг текисликдаги бир маънолиги ва узлуксизлигига гўёки эллипсоидни текисликка бирлаштиришда унинг юзаси нотекис деформацияланиши ҳисобига эришилади. Бундан келиб чиқадики, тасвирнинг масштаби ўзгармас бўлиши мумкин эмас. Бунинг устига масштаб нафақат нуқтадан нуқтага, балки бир нуқтанинг ўзида ҳам йўналишга қараб ўзгаради.

2.6-таъриф. *Узунликлар бош масштаби* – бу эллипсоид ёки шарнинг чизикли ўлчамлари уларни картада акс эттиришда неча баробар кичрайганини кўрсатувчи масштабдир. У бутун карта бўйича эмас, балки унинг узунликлар нотўғрилиги йўқ бўлган айрим нуқталарида ёки чизикларида сақланиб қолади.

Чизикли масштаб барча бошқа нуқталарда узунликларнинг бош масштабнинг улушларида ифодаланган хусусий масштаби билан тавсифланади.

2.7-таъриф. Картадаги чексиз кичик кесим dS нинг эллипсоид ёки шар юзасидаги тегишли чексиз кесим dS нинг узунлигига нисбати *узунликларнинг хусусий масштаби* деб аталади

Картада кўп ҳолларда узунликларнинг бош масштаби ёзиб кўрсатилади.

2.8-таъриф. Майдонлар бош масштаби – бу эллипсоид ёки шар юзасининг майдоний ўлчамлари улар картада акс эттирилганда неча баробар кичраганини кўрсатувчи нисбатдир.

У картада фақат майдонлар нотўғриликлари йўқ бўлган жойларда сақланиб қолади. Картанинг бошқа жойларида майдонларнинг масштаблари бош масштабдан фарқ қилади ва улар **майдонларнинг хусусий масштаблари** деб аталади.

2.3.2. Карттографик проекциялардаги нотўғриликлар

Узунликлар, майдонлар, бурчаклар ва шаклларнинг нотўғриликлари картага хосдир.

Узунликлар нотўғриликлари картада шунда ифодаланадики, унда узунликлар масштаби бир нуқтадан бошқасига ўтганда, шунингдек ушбу нуқтада йўналишнинг ўзгаришида ўзгаради. Бунинг оқибатида географик объектлар чизиқли ўлчамларининг нисбатлари нотўғриликлар билан узатилади.

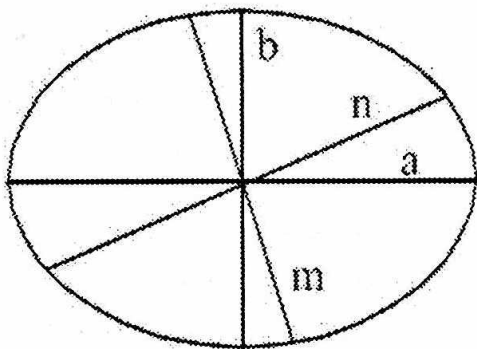
Майдонлар нотўғриликлари шундан иборатки, майдонларнинг масштаблари картанинг турли жойларида турлича бўлади, ва турли географик объектлар майдонларининг нисбатлари бузилади.

Бурчаклар нотўғриликлари шундан иборатки, йўналишлар орасидаги бурчаклар картада эллипсоид юзасидаги тегишли бурчакларга тенг эмас ва, оқибатда, жойдаги тегишли бурчакларга тенг эмас. Географик объектлар қиёфаларининг чизиқлари орасидаги бурчаклар бузилган, Бу объектлар ўз шаклларининг бузилишига олиб келади.

Шакллар нотўғриликлари шундан иборатки, картадаги фигуралар жойдаги тегишли географик объектларнинг фигуралари билан бир хил эмас.

Нотўғриликларнинг барча турлари бир-бири билан боғлиқдир, ва улардан бирининг ўзгариши бошқаларининг ўзгаришини келтириб чиқаради. Бир-бири билан доимий зиддиятда бўлган бурчаклар ва майдонларнинг нотўғриликлари ўртасидаги боғлиқлик алоҳида тавсифга эга: улардан бирининг кичрайиши бошқасининг катталашишини келтириб чиқаради.

Нотўғриликларсиз карталар йўқ, бироқ бурчаклар ёки майдонлар нотўғриликлари йўқ бўлган карталар мавжуд, ёхуд нотўғриликларнинг бу иккала тури гўёки бир-бирини бараварлаштиради.



2.9-расм. Эллипснинг бузилиши

Картада берилган нуқта нотўғриликларининг барча турлари энг тўлиқ равишда нотўғриликлар эллипси билан тавсифланади (2.9-расм). Нотўғриликлар эллипси картанинг берилган нуқтасида нисбийлик юзасидаги чексиз кичик айланани тасвирлайди. Нотўғриликлар эллипсининг ярим ўқлари ушбу нуқтадаги максимал ва минимал узунликлар хусусий масштабларининг катталикларига тенг. Эллипснинг шакли бурчаклар ва шаклларнинг нотўғриликларини тавсифлайди – эллипс айланадан қанчалик кўп фарқ қилса, улар шунчалик кўпроқ бузилган бўлади. Эллипснинг майдони майдонлар нотўғрилигига

пропорционалдир ва майдонлар қанчалик кўп бузилган бўлса, у шунчалик катта бўлади.

2.4. Картографик проекциялар классификацияси

Проекциялар қуйидагилар бўйича классификацияланади:

- нотўғриликларнинг характери бўйича;
- ёрдамчи юзанинг тури бўйича;
- ориентировка бўйича;
- нормал картографик турнинг тури бўйича;
- олиш учули бўйича;
- фойдаланишнинг хусусиятлари бўйича.

2.4.1. Проекцияларнинг нотўғриликларнинг характери бўйича классификацияси

Тенг юзли проекциялар, уларда картада майдонлар нотўғриликлари бўлмайди, демакки, ҳудудлар майдонларининг нисбатлари тўғри узатилади. Бу проекцияларда катта ҳудудларнинг карталари бурчаклар ва шаклларнинг катта нотўғриликлари билан фарқланадилар.

Тенг бурчакли проекциялар, уларда картада бурчаклар нотўғриликлари бўлмайди. Бунинг оқибатида уларда шунингдек чексиз кичик фигураларнинг шакллари ҳам бузилмайди, узунлилар масштаби эса ҳар қандай нуқтада ҳар қандай йўналиш бўйича бир хиллигича қолади. Бу проекцияларда катта ҳудудларнинг карталари майдонларнинг катта нотўғриликлари билан фарқланадилар.

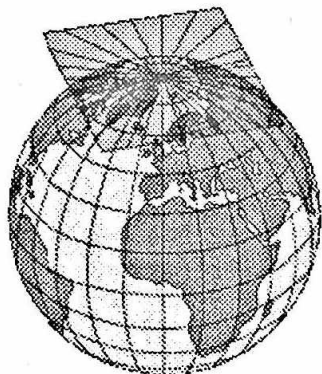
Тенг оралиқли проекциялар, уларда узунлилар масштаби асосий йўналишлардан бири бўйича ўзгармас бўлиб сақланади. Уларда бурчаклар нотўғриликлари майдонлар нотўғриликлари гўёки бараварлаштирилган.

Эркин проекциялар, уларда картада ҳар қандай ўзаро нисбатларда ҳам бурчаклар, ҳам майдонлар нотўғриликлари мавжуд бўлади.

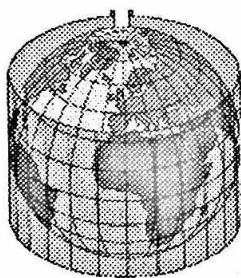
2.4.2. Проекцияларнинг ёрдамчи сиртнинг тури бўйича классификацияси

Азимутал проекциялар, уларда эллипсоид ёки шарнинг юзаси унга уринма бўлган ёки уни кесувчи текисликка қўчириб ўтказилади (2.10-расм).

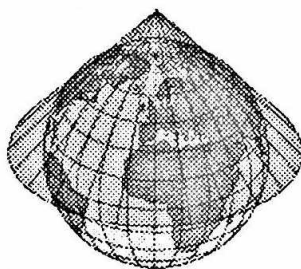
Цилиндрик проекциялар, уларда эллипсоид ёки шарнинг юзаси унга уринма бўлган ёки уни кесувчи цилиндрнинг ён сиртига қўчириб ўтказилади, ундан кейин сўнггиси ясовчи бўйича кесиб чиқилади ва текисликка ёйилади (2.11-расм).



2.10-расм. Азимутал проекция Уринма текислик ҳолати



2.11-расм. Цилиндрик проекция.
Уринма цилиндр ҳолати



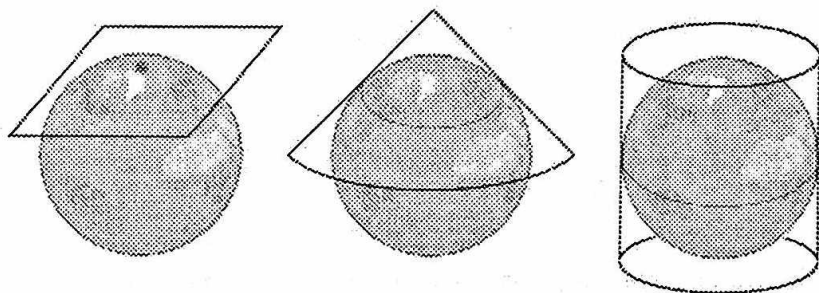
2.12-расм. Коник проекция.
Уринма конус ҳолати

Коник проекциялар, уларда эллипсоид ёки шарнинг юзаси унга уринма бўлган ёки уни кесувчи конуснинг ён сиртига кўчириб ўтказилади, сўнгра у ясовчи бўйича кесиб чиқилади ва текисликка ёйилади (2.12-расм).

2.4.3. Проекцияларнинг ориентировка бўйича классификацияси

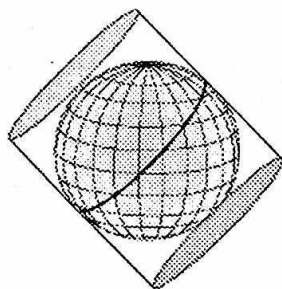
Нормал проекциялар, уларда ёрдамчи юзанинг ўқи ер эллипсоиди ёки шарининг қутбий ўқи билан мос тушади, азимутал проекцияларда текислик қутбий ўққа перпендикулярдир (2.10-2.12 расмлар).

Кўндаланг проекциялар, уларда ёрдамчи юзанинг ўқи экватор текислигида ётади ва қутбий ўққа перпендикулярдир (2.13-расм).



2.13-расм. Кўндаланг проекцияларга мисоллар:

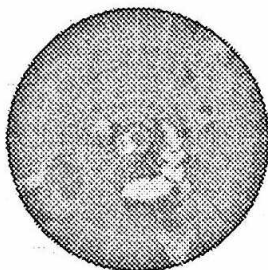
Қиялама проекциялар, уларда ёрдамчи юза ўқи қутбий ўқ ва экватор текислиги орасидаги нормал билан мос тушади (2.14-расм).



2.14-расм. Қиялама проекцияга мисол

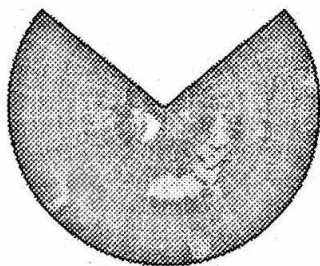
2.4.4. Проекцияларнинг нормал картографик тўрнинг тури бўйича классификацияси

Азимутал проекциялар, уларда параллеллар концентрик айланалар билан, меридианлар эса – параллелларнинг умумий марказидан чиқадиган тўғри чизиқлар билан уларнинг узунликлари фарқига тенг бўлган бурчаклар остида тасвирланади (2.15-расм).



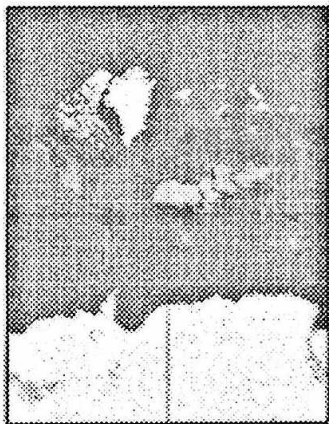
2.15-расм. Азимутал проекция

Конус проекциялар, уларда параллеллар концентрик айланаларнинг ёйлари билан, меридианлар эса - параллелларнинг умумий марказидан тарқалишадиган тўғри чизиқлар билан уларнинг узунликлари фарқига тенг бўлган бурчаклар остида тасвирланади (2.16-расм).



2.16-расм. Конус проекция

Цилиндрик проекциялар, уларда меридианлар бир-биридан тенг масофада жойлашган тўғри чизиклар билан, параллеллар эса уларга перпендикуляр, умуман олганда ўзаро нотенг масофада жойлашган тўғри чизиклар билан тасвирланади (2.17-расм).

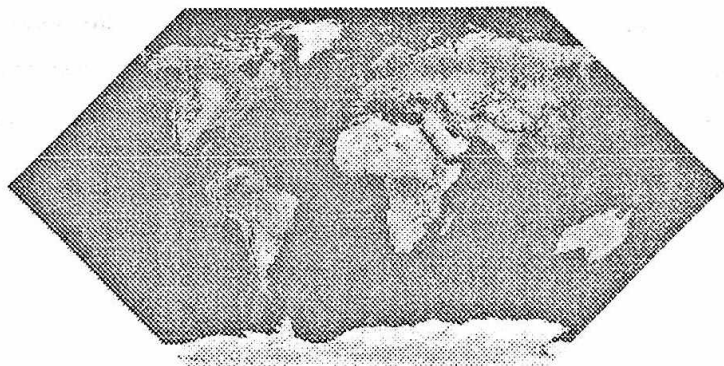


2.17-расм. Цилиндрик проекция

Псевдоазимутал проекциялар, уларда параллеллар концентрик айланалар билан, меридианлар – қутб нуқтасида бирлашадиган эгри чизиклар билан тасвирланади, ўрта меридиан – тўғри чизик.

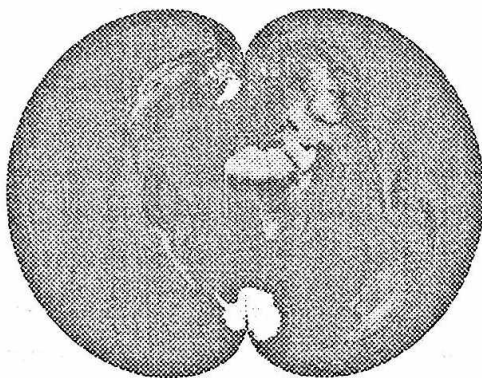
Псевдоконик проекциялар, уларда параллеллар концентрик айланаларнинг ёйлари билан тасвирланади, ўрта меридиан – уларнинг умумий марказидан ўтувчи тўғри чизик, қолган меридианлар – эгри чизиклар.

Псевдоцилиндрик проекциялар, уларда параллеллар параллель тўғри чизиклар билан тасвирланади, ўрта меридиан – параллелларга перпендикуляр бўлган тўғри чизик, қолган меридианлар – параллеллар томон эгилган эгри ёки тўғри чизиклар (2.18-расм).



2.18-расм. Псевдоцилиндрик проекция

Полиазимутал проекциялар, уларда параллеллар эксцентрик айланалар билан тасвирланади, меридианлар – қутб нуқтасида бирлашадиган эгри чизиқлар, ўрта меридиан – тўғри чизиқ.



2.19-расм. Поликоник проекция

Поликоник проекциялар, улар параллеллар уларнинг кенглиги қанчалик кичик бўлса, шунчалик катта радиусларли эксцентрик айланалар билан тасвирланади, ўрта меридиан – унда барча параллелларнинг марказлари жойлашган тўғри чизиқ, қолган меридианлар – эгри чизиқлар (2.19-расм).

2.4.5. Проекцияларнинг олиш усули бўйича классификацияси

Перспектив проекциялар, улар ер юзасининг, кўп ҳолларда шарнинг нуқталари перспектив проекциялаш билан текисликка, цилиндрга ёки конусга олинади. Кўз нуқтасининг ҳолатига қараб, қуйидагилар фарқланади:

- **гномоник** – кўз нуқтаси шарнинг марказида;
- **стереографик** – кўз нуқтаси шарнинг сиртида;
- **ортографик** – кўз нуқтаси чексизлик сари узоқлашган.

Ҳосилавий проекциялар, улар бир ёки бир нечта олдиндан маълум проекцияларни комбинациялаш ва уларнинг тенгламаларини умумлаштириш воситасида қайта ўзгартириш билан олинади.

Таркибий проекциялар, уларда картографик тўрнинг айрим қисмлари турли проекцияларда ёки турли параметрларли битта проекцияда тузилган.

2.4.6. Проекцияларнинг фойдаланиш хусусиятлари бўйича классификацияси

Кўпёқли проекциялар, уларда проекциянинг параметрлари ҳар бир лист ёки кўп листли картанинг листлар гуруҳи учун танлаб олинади.

Кўпполосали проекциялар, уларда проекция параметрлари акс эттиришда уларга эллипсоид ёки шарнинг юзаси бўлб чиқиладиган ҳар бир алоҳида полоса учун танлаб олинади.

2.5. Гаусс-Крюгер тенг бурчакли кўндаланг-цилиндрик проекцияси

Бизнинг мамлакатимизда барча топографик карталар учун Гаусс-Крюгер проекцияси қўлланилади. Проекция тўғри бурчакли, ўрта меридиан тўғри чизик билан нотўғриликларсиз тасвирланади, экватор ўрта меридианга перпендикуляр бўлган тўғри чизик билан тасвирланади.

Қолган барча меридианлар эгри чизиқли ва ўрта меридиан ҳамда экваторга нисбатан симметрикдир.

Проекцияда акс эттириш полосаси олти градусли ёки уч градусли зонани ўзида ифодалайди. Тўғри чизиқли ўрта меридиан – абсциссалар ўқи ва тўғри чизиқли экватор – ординаталар ўқи ҳар бир зона учун координата ўқлари ҳисобланади. Ер эллипсоидини бўлиб чиқишда координата зоналарининг саноғи ғарбдан шарқ томонга юритилади. Биринчи зона ўқ меридианининг узунлиги 3° га тенг (зеро у зонанинг ўртасида, бу зонанинг саноғи эса гринвич меридианидан бошлаб юритилади). Нзонанинг рақами ва L° ўқ меридианининг узунлиги қуйидаги тенглама билан боғланган

$$L^\circ = 6^\circ N - 3^\circ.$$

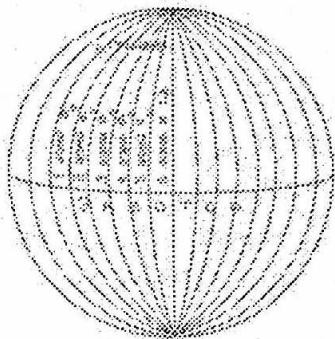
N зонанинг Гаусс-Крюгер проекциясидаги рақами 1:1 000 000 масштаб картаси колоннасининг рақамидан 30 га фарқ қилади.

Масалан, карта номенклатураси N-45 бўлса, бу Гаусс-Крюгер проекциясининг 15-зонасида жойлашганини ва унинг ўв меридиани қуйидаги узунликка эга эканлигини билдиради

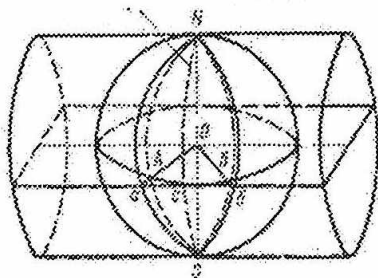
$$L^\circ = 6^\circ \times 15 - 3^\circ = 90^\circ - 3^\circ = 87^\circ.$$

Ўзбекистонда топографик карталарини тузиш учун ер эллипсоидининг кўп полосали тасвири қўлланилади, унда 6° ли масофадаги зоналар текисликка кўчириб ўтказилади (2.20-расм).

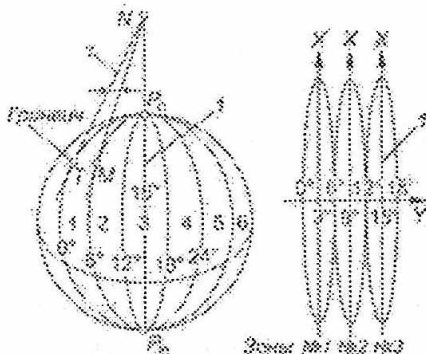
Ҳар бир зона алоҳида уринма кўндаланг цилиндрда шундай тузиладик, уриниш ўқи PP' зонанинг ўқ *меридиан* деб аталадиган ўрта меридиани бўйича ўтади (2.21-расм). Ҳар бир зонада ўз ўқ меридиани бўлади.



2.20-расм. Ер эллипсоиднинг қўп полосали тасвири схемаси



2.21-расм. Эллипсоид юзасини цилиндр ёрдамида ёйи схемаси



2.22-расм. Цилиндрни текисликка ёйиш натижаси

Цилиндрни текисликка ёйишда ўқ меридиан PP' тўғри чизиқнинг бузилишизиз тасвирланади (2.22-расм) ва у xx ўқи тариқасида қабул қилинади. EE' экватор ҳам ўқ меридианга перпендикуляр бўлган тўғри чизиқ билан тасвирланади. У уу ўқига мувофиқ келади. Ҳар бир зонада O нуқта – ўқ меридианнинг экватор билан кесишуви координаталар боши бўлиб хизмат қилади. Шундай қилиб, ҳар қандай нуқтанинг ҳолати x ва y тўғри бурчакли координаталар билан белгиланади.

2.6. Топографик карталар ва планларни графалаш ва уларнинг номенклатураси

Карталар ва планларни масштаб бўйича классификациялаш қуйидагича амалга оширилади:

1. Планлар

1 : 500

1 : 1 000

1 : 2 000

1 : 5 000

2. Йирик масштабли (мукамал) топографик карталар

1 : 10 000

1 : 25 000

1 : 50 000

1 : 100 000

3. Ўрта масштабли (шарҳий-топографик) карталар

1 : 200 000

1 : 300 000

1 : 50 000

1 : 500 000

1 : 1 000 000

3. Майда масштабли (шарҳий) карталар

1 : 2 500 000

1 : 4 000 000

1 : 8 000 000

1 : 20 000 000

Ҳар қандай масштаб топографик картасининг листи ҳам уни яратишда, тиражини босиб чиқаришда, ҳам ундан фойдаланишда ўлчамлари бўйича қулай бўлиши лозим. Шунини инобатга олиб, битта листнинг ўлчами 50×50 см ортиқ бўлмаслиги керак деб белгиланган. Бироқ битта бундай листда жойнинг катта бўлмаган участкаси тасвирланади, шунинг учун катта (кенг) ҳудуд карталари кўп листли бўлади.

2.9-таъриф. Карта ёки планни алоҳида листларга бўлиб чиқиш тизими картани (планни) *графалаш* деб аталади.

2.10-таъриф. Кўп листли топографик карталар ва планлар алоҳида листларининг ягона тизимда белгиланиши *номенклатура* демакдир.

Алоҳида масштаблар карталари ва планлари листларини графалаш ва уларнинг номенклатураси бутун масштаб қатори топографик картасининг ҳар қандай листи рамкасибурчагининг географик координаталарини аниқлаш, шунингдек нуқтанинг географик координаталари бўйича ушбу нуқта жойлашган ҳар қандай масштаб картаси листининг номенклатурасини топиш, шунингдек тўғри бурчакли координаталарни топиш имкониятини беради. 1 : 1 000 000 масштаб картасининг листи 4^о оралаган параллеллар, ва 6^о оралаган меридианлар билан бўлиб чиқиш воситасида олинади.

1 : 1 000 000 масштаб картаси листининг рамкаси бурчакларининг географик координаталари қуйидаги йўсинда аниқланади.

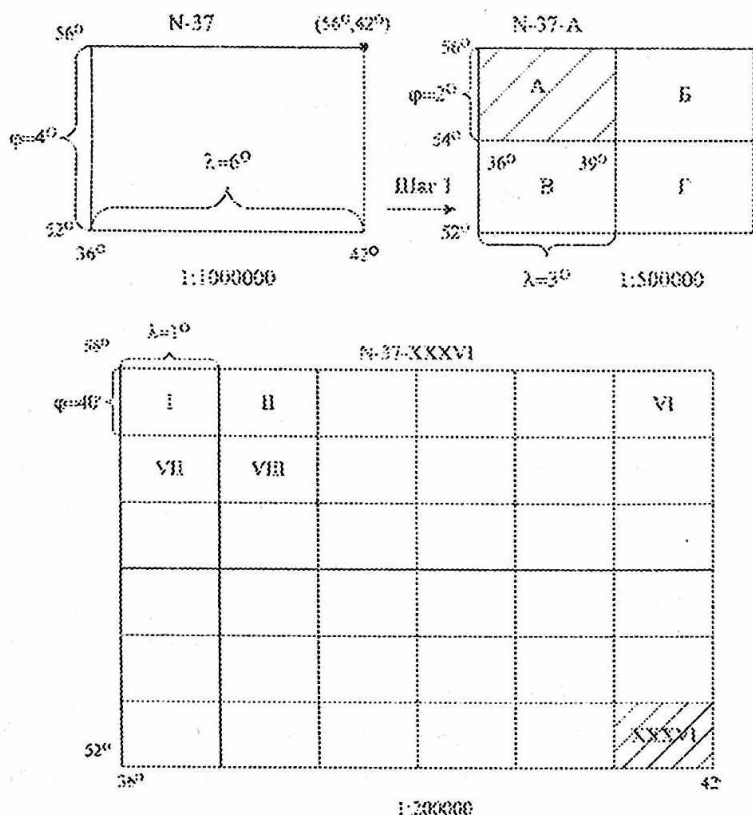
Муайян қийматни – натурал қатор сонини қабул қилувчи ва у билан қатор белгиланган латин алфавитининг ҳарфи кўринишидаги тартиб рақами 4^ога кўпайтирилади ва шимолий параллельнинг географик (геодезик) кенглиги олинади. 31-60 рақамларли колонналар учун (Гринвичдан шарқ томонга) колонналар рақами 30 га камайтирилади.

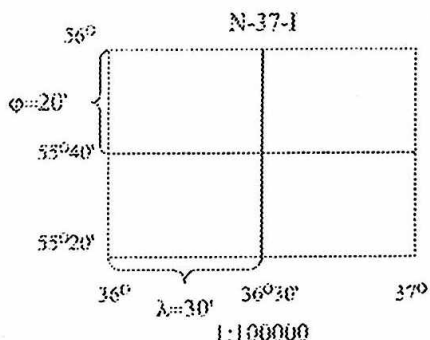
Шунда шарқий меридианнинг (лист ўнг бурчагининг) географик (геодезик) узунлигини ҳисоблаш учун мўлжалланган формула қуйдаги кўринишга эга бўлади

$$[p_{\text{зоона}}] = (NK-30)]6^{\circ} = M^{\circ}.$$

Масштаблар ва листлар номенклатурасининг мувофиқлиги 1-жадвалда келтирилади.

Сўнгги иккита қатор $S > 20 \text{ км}^2$ майдонли жой планлари учун тегишли.





2.23-расм. Графалаш алгоритмининг схемаси

1-жадвал

Карта листларининг масштаблари ва номенклатураси

Масштаб	Номенклатура	Листнинг ўлчамлари	
		кengлик бўйича	узунлик бўйича
1:1000000	N-37	4°	6°
1:500000	N-37-A (A дан Г гача)	2°	3°
1:200000	N-37XXXVI (I дан XXXVI гача)	0°40'	1°
1:100000	N-37-144 (1 дан 144 гача)	0°20'	0°30'
1:50000	N-37-144-Г (A дан Г гача)	10'	15'
1:25000	N-37-144-Г-г-4 (a дан г гача)	5'	7'30"
1:10000	N-37-144-Г-г-4 (1 дан 4 гача)	2'30"	3'45"
1:5000	N-37-144-256	1'15"	1'52"5
1:2000	N-37-144-256-u	0'25"	0'37"5

N=14 бўлсин – қаторнинг тартиб рақами, у ҳолда

СШ=14×4°=56°; ЮШ=56°-4=52° (бурчак ҳисоби экватордан

бошланиши ҳисобга олинди)

ВД= [n-зона=(37-30)]6°=42°

$$3Д=42^{\circ}-6^{\circ}=36^{\circ}$$

1 000 000 масштаб картаси листидан бошқа масштаблар карталарининг листларига ўтиш 2.23-расмда кўрсатилган жуда содда алгоритм бўйича амалга оширилади.

2.7. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар

1. Нега Россия картографлари учун Ернинг Крассовский эллипсоиди кўринишидаги модели муҳим ҳисобланади?

2. Қандай координаталар тизимида – географик ёки геодезик – реал объектларнинг координаталарини аниқроқ олиш мумкин, таҳлил ўтказинг.

3. Қандай чизиqli масштаб карталарда кўпроқ ёзиб кўрсатилади?

4. $x=f_1(\varphi,\lambda)$, $y=f_2(\varphi,\lambda)$, $x=f_3(B,L)$ ва $y=f_4(B,L)$ функцияларида эллипсоид юзасидан карта текислигига ўтишда карталанадиган объектнинг тасвири бир маъноли ва узлуксиз бўлиши лозимлиги талаби қандай қилиб юзага чиқиши мумкин, таҳлил қилиб чиқинг.

5. Картографик проекциялардаги нотўғриликларнинг барча турлари бир-бири билан боғлиқ эканини кўрсатинг.

6. Нима учун, сизнинг фикрингизча, бундай катта сонли (бир неча ўнта) картографик проекциялардан фойдаланилади?

7. Сизга маълум бўлган проекцияларни қайта ўзгартириб олинadиган ҳосилавий проекцияларга мисоллар келтиринг.

8. 1-жадвалдаги листлар номенклатурасидан фойдаланиб, 2.23-расмда тасвирланган графалаш алгоритми схемасини бошқа масштаблар карталари учун давом эттиринг.

9. Нега электрон карталар билан ишлаш қаттиқ ташувчилардаги карталар билан ишлашга қараганда қулайроқ ва унумлироқ?

3-БОБ. ФАЗОВИЙ МАЪЛУМОТЛАР МОДЕЛЛАРИ

3.1. ГАТларда фазовий объектларнинг типлари

Эслатиб ўтамизки, ГАТга киритиладиган, унда сақланидиган ва ишланидиган маълумотлар, агар улар позицион атрибутлар ёрдамида ўзларининг фазодаги локаллаштиришга бўлган кўрсаткич билан таъминланган бўлсалар, **фазовий ёки географик маълумотлар** дея аталади. Айнан фазо атрибути туфайли ГАТ дастурий воситалари ёрдамида фазовий маълумотларни фазовий таҳлил қилиш ва моделлаш операцияларига йўл қўйилади ва улар бажарилади. Бошқа томондан, объект тўғрисидаги маълумотлар таърифига (рақамли ифодаланишига) "фазо" атрибутининг киритилиши маълумотларни компьютер муҳитига киритиш ва улар билан муолажалар қилиш билан боғлиқ бир қатор муаммоларни туғдиради.

Реал дунё (жой, ҳудуд ва ҳ.к.) объектлари қандай қилиб позиционирланиши мумкин? Бу объектларнинг жойларин кўрсатиш усуллари анча хилма-хилдир. Биз объектнинг бошқа маълум объектларга нисбатан ҳолатини кўрсатишимиз мумкин. Россиянинг географик маркази (фигуранинг қуруқликдаги чегараларидаги оғирлик маркази) ҳақида унинг географик ҳолатини мамлакатнинг маъмурий бўлиниши тармоғининг элементларигача бўлган аниқликда Федерация субъектлари даражасида кўрсатган ҳолда айтиш мумкинки, у Красноярск ўлкасининг Эвенкия округида жойлашган. Унинг янада аниқроқ (лекин, ўз-ўзидан тушунарлики, бир мунча чекланган аниқликда) ҳолати географик координаталар тизимида белгиланиши мумкин: кенглиги шимолий кенгликнинг 66 град. 25 минути ва шарқий узунликнинг 94 град. 15 минути. Ўрнашган жой кўрсатилишининг бундай (абсолют) усули нафақат бундан олдинги ҳолатдаги нисбий кўрсатишга қараганда аниқроқ, балки объектларнинг координатавий боғланишидан фойдаланиш имкониятини ифодалаши нуқтаи назаридан анча "бойроқ"дир. Москванинг

координаталарини билган ҳолда, географик марказдан Россия пойтахтигача бўлган масофани олиш қийин эмас. Буни ГАТнинг картометрик операцияларидан фойдаланиб, референц-эллипсоиддаги (бу ҳолда керакли пунктлар орасидаги геодезик чизиқ узунлиги масофага мувофиқ келади) ёки унга эквивалент шардаги (у ҳолда бу катта айлана ёй кесимининг узунлиги бўлади), шунингдек карта проекциясидаги операциялар тариқасида бажариш мумкин.

ГАТда объектни позиционирлаш турли координаталар тизимларида: географик координаталарда (кенглиги, узунлиги ва қўлланиладиган референц-эллипсоиднинг сатҳий юзасига нисбатан баландлиги ибораларида), тўғри бурчакли геодезик координаталарда (топографик карталарнинг Гаусс-Крюгер проекцияларидаги, Меркатор UTM универсал кўндаланг-цилиндрик проекциясидаги ва ҳ.к.лардаги километрли тўр чизиқларига нисбатан), картографик манбаларни рақамлаш йўли билан (рақамлаш-дигитайзернинг шартли тўғри бурчакли координаталарида) олинадиган X, Y шартли декарт координаталарида бажарилади. Сўнгги иккита ҳолатда математик картографиялаш ва картографик проекциялар назариясининг тескари масаласини ечиш: объектларнинг географик координаталарини уларнинг шартли ясси тўғрибурчаклари бўйича ҳисоблаб чиқиш йўли билан ҳақиқий абсолют географик координаталарга у ёки бу йўл билан ўтиш мумкинлиги тахмин қилинади. Шунинг учун ГАТнинг дастурий воситалари карталар проекцияларини қайта ўзгартириш ишларини бажара олиши лозим.

Шундай қилиб, фазовий объект нафақат унинг тавсифлари тўплами (атрибутилари, реквизиитлари), балки координаталар тизимидаги ҳолати билан ҳам таърифланиши лозим.

Шундай қилиб, фазовий объектларнинг санаб ўтилган типлари геометрик маънода турлича ўлчамларга эга бўлиши – нуқтали (нол узунлик ва кенглик, 0 ўлчамли), чизиқли (нол кенгликда нолдан фарқли

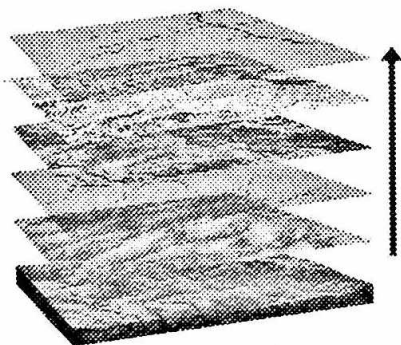
узунлик, 1 ўлчамли), *майдонли* (нолдан фарқли узунлик ва кенглик, 2 ўлчамли) ва *юзалар* (нолдан фарқли узунлик, кенглик ва баландлик, 3 ўлчамли) бўлиши мумкин, Бироқ ўлчамлик бўйича бундай бўлиш шартлидир ва кўриб чиқиш масштабига боғлиқ. ГАТ учун ушбу факт анъанавий картографиядагига қараганда катта аҳамиятга эга, зеро ГАТда карта – умумий ҳолда динамик, ишнинг кетишига қараб ўзгариб турадиган кўриб чиқиш масштабили объектдир. Объектлар турли тоифаларга тегишли бўлиши ва бутун бошли иерархияларни ташкил қилиши мумкин, масалан, чизикли объектлар дарёлар (гидрография элементлари), темир йўллар, автомобил йўллари, кўчалар чизиклари (транспорт тармоғи элементлари), газопроводлар, нефтепроводлар (трубопровод тармоғи элементлари) бўлиши мумкин. Бундан ташқари, масалан, автомобил йўллари у ёғига турли аломатлар бўйича кўп турли классларга бўлиниши мумкин ва ҳ.к.

3.2. Фазовий маълумотларнинг моделлари тўғрисида тушунча

Фазовий маълумотлар моделларини ташкил қилиш принципларини кўриб чиқамиз. Улардан биринчиси – **маълумотларни қатламли ташкил қилиш принциpidир**. У ғоят аёнли ва анъанавий картографиянинг приёmlари билан яхши боғлиқликда. Принцип шундан иборатки, объектларни тематик қатламларга бўлиш қўлланилади, ва бир қатламга киритилган объектлар маълумотларнинг қандайдир мантиқан (кўп ҳолларда эса ҳам табиий жиҳатдан) алоҳида бирлигини ташкил қилади. Масалан, улар битта файлга ёки битта директорияга тўпланади, ягона ва бошқа қатламлар алоҳида идентификаторлар тизимига эга бўлади. Битта қатламни таърифловчи маълумотларга қайсидир тўпламга сингари мурожаат қилиш мумкин. Кўпинча бу принцип қуйидагича реализация қилинади. Объектларнинг бутун тўплами кичик тўпламларга бўлиб чиқилади. Кичик тўпламлардан ҳар бири – маълумотлар қатламини ташкил қилувчи *бир типли* ва *бир турдаги объектлар* тўпамидир. Аҳоли

пунктлари, зилзилалар эпицентрлари, жой релефининг баландлик белгилари тўплamlари нуқтали қатламларга мисол бўла олади; дарёлар тармоғи ва автомобил йўллари тармоғи – чизиқли қатламларга мисол; геоботаник ва тупроқ карталаридаги ўсимликлар типлари ва тупроқ типлари контурлари – тегишли полигонал қатламлар учун маълумотлар манбаидир; юзалар (релефлар, геомайдонлар) жойнинг табиий релефи, барик релеф ёки бошқа геофизик майдонлар билан ифодаланиши ва фазовий объектларнинг алоҳида типини – жисмларни таърифлаш учун қўлланилиши мумкин. Мисол тариқасида 3.1-расмда бир типдаги объектларни ўз ичига олган учта қатламдан иборат карта келтирилган. Биринчи қатлам – аҳоли пунктларини таърифловчи нуқтали объектлар қатлами. Иккинчи қатлам – бу гидротармоқнинг чизиқли объектлар кўринишида ифодаланишидир. Учинчи қатлам Томск вилояти ҳудудида қидириб топилган ерости сувлари заҳираларини тавсифловчи полигонларни ўз ичига олади.

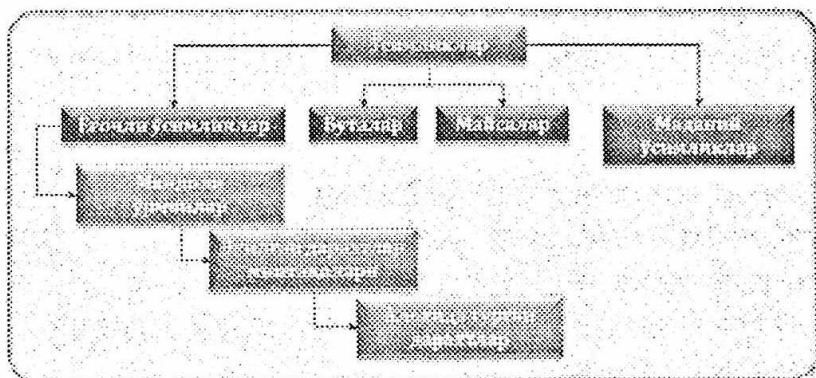
Объектларнинг қатламлардан ҳар бирида бир типда бўлиши энг содда ҳолдир. Аммо объектлар бир типда бўлмаган ҳолда қатламларга бўлиниш бўлиши мумкин (3.2-расм).



*3.2-расм. Ахборотни ташкил қилишнинг қаватли принципи
(қатламда бир типда бўлмаган объектлар бўлган ҳолатни ўз ичига олади)*

Объектга ориентирланган дея аталмиш бошқа принцип объектларнинг умумий хусусиятларига, балки классификациянинг қайсидир мураккаб иерархик схемасидаги ҳолатига, объектлар ўртасидаги ўзаро боғланишларга кўпроқ урғу беради. Шу туфайли қатламларда объектлар ўртасидаги бир турли ва генетик муносабатлар, шунингдек объектлар ўртасидаги функционал боғланишлар қулай акс эттирилади. Бундай принципни амалга ошириш мисоли 3.3-расмда келтирилган.

Бу ёндошув асосан уни амалда реализация қилишдаги катта қийинчиликлар сабабли қаватлисига қараганда камроқ тарқалган. Бугунги кунда ГАТда маълумотлар моделларини ташкил қилишда қатламли принцип кўпроқ қўлланилади. Умуман олганда иккала принципни биргаликда қўллаш имконияти мавжуд. Бу кейинги тадқиқотлар учун истиқболли йўналишдир.



3.3-расм. Ўсимликларни таърифлаш учун маълумотларнинг объектга ориентирланган моделининг схемаси

ГАТда таърифлашда реал фазовий объектлар кўпгина атомар, элементар примитив ръектларга бўлинади. Улар баъзан индивидуал объектлар деб аталади. Улар жумласига нуқталар (нуқтали объектлар), чизиқлар (чизиқли объектлар), контурлар (ареаллар, майдонлар,

полигонлар), юзалар (релефлар, геомайдонлар), мунтазам фазовий тармоқларнинг ячейкалари ва тасвирларнинг имконий аниқлик элементлари (пикселлар) киради. Биринчи тўртта примитив (объект типлари): нол-, 1-, 2- ва уч ўлчамли фазовий объектлар уларнинг векторли ифодаланишига ориентирланган (бунда объектларнинг таърифи объектлар ва уларнинг таркибий қисмларининг координаталарини кўрсатиш билан амалга оширилади), қолганлари уларнинг объектлар уларга бўлиб чиқиладиган ячейкалар мажмуи кўринишидаги растрли ифодаланиши билан боғлиқ. Шу билан бирга улар таърифининг шаклан ягона растрли характери ҳолида, улар билан таърифлашнинг иккита принцип жиҳатдан усуллари боғлиқдир: тармоқларнинг мунтазам ячейкалари билан худудларнинг элементлари (худудий ячейкалар, худудий ахборот ташувчилар) сифатида ёки растр элементлари – тасвирни (лекин худудни эмас) пикселлар деб аталмиш таркибий қисмларга бўлувчи мунтазам, одатда тўғрибурчакли тўр билан боғланишни аниқлаш йўли билан.

3.1-таъриф. Фазовий маълумотларни ифодалаш ёки фазовий маълумотлар модели – бу фазовий объектларни рақамли таърифлаш усули, фазовий маълумотлар структурасининг типидир (бошланғич маълумотларни структуравий таърифлаш усулидир).

Фазовий маълумотлар моделларидан энг универсаллари ва истеъмолдагилари қуйидагилардир:

- растрли ифодалаш;
- векторли ифодалаш;
- мунтазам-ячейкали ифодалаш;
- квадротомик ифодалаш.

Ўз навбатида, векторли ифодалаш векторли-нотопологик (“спагетти” модели) ва векторли-топологик ифодалашларга бўлинади. Камроқ

тарқалган ёки муайян типдаги фазовий объектларни ифодалаш учун қўлланиладиган моделлар жумласига қуйидагилар киради

- гиперграфали модел;
- TIN типдаги модел ва унинг қўп ўлчамли кенгайтмалари;
- фазовий маълумотларни ифодалашнинг гибрид моделлари.

3.2-таъриф. Фазовий маълумотларнинг ифодаланишини (моделини) машинавий реализациялари *фазовий маълумотларнинг форматлари* деб аталади.

Ҳар қандай ГАТда фазовий маълумотлардан ташқари бошқа типдаги маълумотлар ҳам бўлиши мумкин. Улардан ГАТда биргаликда фойдаланиш нуқтаи назаридан қуйидаги маълумот типлари фарқланади:

- фазовий маълумотлар;
- фазовий маълумотлар билан боғланган атрибутив маълумотлар;
- тематик картографиялашда ишлатиладиган шартли белгилар библиотекалари
- фазовий ва атрибутив маълумотларнинг баъзи расмийлаштирилган композициялари сифатидаги рақамли каталар ва атласлар, шунингдек расмийлаштирилган тематик карталар ва ҳ.к.;
- метамаълумотлар – маълумотлар тўғрисидаги маълумотлар (маълумотлар базаларининг вазифаси тўғрисидаги, ахборотни тўплаш услублари тўғрисидаги маълумотлар ва ҳ.к.);
- фазовий ва атрибутив маълумотларнинг, белгилар библиотекаларининг, рақамли картalara композицияларининг ҳужжатли таърифлари.

Замонавий ГАТларда барча санаб ўтилган маълумот типлари, бир қатор ҳолатларда маълумотларни ҳужжатли таърифлаш билан боғлиқ бўлган сўнгги типдан ташқари, маълумотлар базалари кўринишида сақланади. ГАТларнинг ривожланишига қараб маълумотлар базаларининг

ташкиллантирилиши ва структурасим урақкаблашиб бормоқда. Бундан ташқари, тизимлар маълумотлар базаларига бўладиган янада мураккаблашиб бораётган сўровлар устида ишлай олишлари лозим. Сўнгги ҳолат маълумотларнинг бунданда мураккаброқ моделларини яратишни, уларнинг мантиқий-математик структурасининг мураккаблашувини келтириб чиқаради.

ГАТда ҳар қандай маълумотлар модели, биринчи навбатда, индивидуал (элементар) фазовий объектлар билан иш кўриши лозим. Маълумотлар базаларига уларнинг ҳар бири бўйича ҳеч бўлмаса уч типдаги ахборот киритилиши керак: идентификатор, объект тўғрисидаги фазовий маълумотлар ва унинг атрибутлари. Ҳар бир индивидуал объект билан ноёб идентификатор, масалан, объект тўғрисидаги ахборотни ахборотни маълумотлар базасига киритишда объектга дастур ёки одам томонидан бериладиган, кўп ҳолда формал бўладиган, қандайдир рақам боғланган бўлиши лозим. Атрибутив маълумотлар объектнинг характеристикаларини тавсифлайди, бунда улар объектни таърифловчи маълумотлар базаси лойиҳаловчисининг нуқтаи назаридан энг адекват бўлган, объектни таърифловчи қандайдир характеристикаларнинг сонли, матнли қийматлари бўлиши мумкин.

Реал фазовий объектларни элементар объектларнинг мажмуи тариқасида тасаввур қилиш мумкин, бундай ҳолларда элементар объектларнинг бирлашувини (доимий ёки вақтинчалик гуруҳларни) ифодаловчи комплекс объектлар борасида сўз кетади. Агар бундай гуруҳ, ўз навбатида, ноёб идентификаторга эга бўлса, у ҳолда у ҳам индивидуал объект тариқасида кўрилиши мумкин. Бундай гуруҳ ҳам бир типли, ҳам турли типли объектлар тариқасида ташкил қилиниши мумкин.

Индивидуал фазовий объектга оид фазовий ва атрибутив маълумотлар боғланишининг турли вариантлари мажуд. Баъзан бу учта боғланиш вариантлари ГАТнинг маълумотлар базаси билан бирга ишлаш

принциплари дея юритилади. Бироқ учала вариант учун фазовий ва атрибутив ахборотнинг боғланиш схемаси битта – ID идентификаторлари орқалидир (3.4-расм).

Графика	ID	Атрибут 1	Атрибут 2	...	Атрибут n
	1	321-участка	14455	...	15.05.2011
	2	631-участка	13556	...	07.11.2010
	3	512-участка	14778	...	27.10.2001

3.4-расм. Фазовий ва атрибутив маълумотларнинг боғланиш схемаси

Баъзан геореляцион деб аталмиш биринчи принцип шуни кўрсатадики, объект тўғрисидаги маълумотларнинг фазовий компоненти ўзича, атрибутиви эса – ўзича ташкил қилинади, улар ўртасида объект идентификатори орқали боғланишлар шунчаки ўрнатилади ва тутилади. Ушбу принципни реализация қилишда одатда фазовий маълумотлар атрибутивлардан алоҳида, ўз файлларида ёки файл тизимларида сақланади. Атрибутив маълумотлар маълумотларнинг реляцион модели доирасида реляцион маълумотлар базаларини бошқариш тизими (МББТ) ёрдамида бошқариладиган жадваллар кўринишида ташкил қилинган. Бу МББТ ГАТ дастурий таъминотининг ичига унинг функционал кичик тизими сифатида ўрнатилиши мумкин ёки ГАТга нисбатан ташқи бўлиши ҳам мумкин. Кўпинча универсал ГАТларда (MapInfo, ArcView, ArcInfo ва бошқ.) иккала ёндошув ҳам реализация қилинади: ГАТга ўрнатилган, атрибутив маълумотлар билан ишлайдиган оддий МББТ бор, ва атрибутив маълумотлар базаларини бошқариш учун мўлжалланган ташқи МББТлардан фойдаланиш имконияти ҳам бор. Бу принцип шу билан

боғлиқки, ҳам фазовий, ҳам атрибутив маълумотларни бир вақтда оптималлаштиришга эришиш қийиндир.

Иккинчи принцип – иккала маълумот типларининг **интегрцияланган сақланиши**. Бу вариантда объект тўғрисидаги ҳам фазовий, ҳам атрибутив маълумотларни сақлаш учун реляцион МББТ воситаларидан фойдаланиш назарда тутилади. Бу ҳолда ГАТ дастурий таъминотининг бир қисми МББТга қандайдир устқурма сифатида чиқади. Бу вариант айниса маълумотлар бутлигини таъминлаш муҳим масала бўладиган актив кўп фойдаланувчиларли режимда ишланадиган йирик маълумотлар сақланадиган жойлар учун бир қатор устунликларга эга.

Ва ниҳоят, **учинчи принцип** – **объектли ёндошувдан** фойдаланиш. У, айниқса унинг ёрдамида маълумотларнинг мураккаб структурасини, объектлар, объектлар иерархиялари ўртасидаги боғланишларни таърифлашнинг нисбатан енгиллиги қисмида ва ГАТ муҳитида муҳандислик тармоқларини моделлаш борасидаги кўп сонли масалаларни ечиш имкониятлари билан кўпгина диққатга сазовор томонларга эга. Бироқ соф кўринишда бу ёндошувни ГАТдан фойдаланиб ечиладиган кўп сонли масалалар учун қўллаб бўлмайди ёки у қийинчилик билан қўлланилади. Бу ёндошувнинг модификацияси: реляцион МББТ ва объектли ёндошувнинг маълумотларнинг объектли-реляцион моделига олиб боровчи биргаликда қўлланилиши анча қизиқарлироқдир. Бироқ бу йўналишда фақат илк қадамлар ташланган холос, унинг истиқболлилиги охиригача равшан эмас. Бу модификацияланган ёндошув кейинги тадқиқотларнинг предметиدير.

Фазовий маълумотлар моделларининг ҳар бир классини батафсил кўриб чиқамиз.

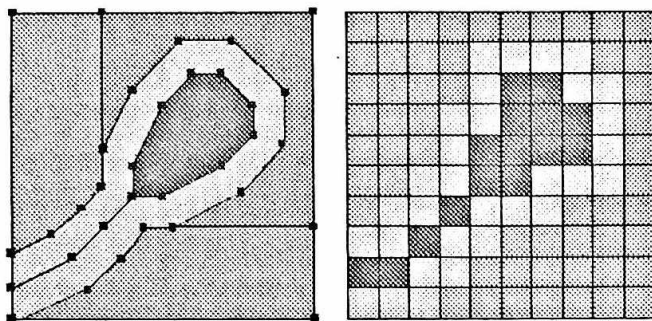
3.3. Маълумотларнинг растрли моделлари

3.3.1. Умумий ҳолатлар

3.3-таъриф. *Маълумотларнинг растрли модели* – бу фазовий объектларнинг рақамли растр ячейкалари мажмуи (пикселлар) кўринишида уларга берилган объектлар классификациялари билан ифодаланишидир. Растрли ифодалаш объектларни уларнинг тегишли растрга тегишли тўғрибурчакли матрицадаги ҳолатини фазовий объектларнинг барча типлари (нуқталар, чизиқлар, полигонлар ва юзалар) учун бир қолипда кўрсатиш билан позиционирлашни назарда тутди.

Олдинги (ўтган асрнинг 60-йиллари охири- 70 - йилларининг боши) ГАТ реализациялари “ячейкали” структураларга (мунтазам тармоқларнинг ячейкалари ҳудуднинг элементлари сифатида) ориентирланар эди. Кейинроқ маълумотларнинг растрли моделлари (таърифи растрли моделларнинг биз юқорида келтирган замонавий таърифига тўлиқ мос келадиган моделлар) қўлланиладиган ГАТлар пайдо бўлди. Idrisi (АҚШ) ГАТ бундай ГАТларга мисолдир.

Растрли моделнинг асосий устунлиги – бу растрли қатлам позиция ва семантик атрибутикасининг элементларининг (пикселларининг) ҳолати уларнинг устуни ва қаторининг рақами билан белгиланадиган ягона тўғрибурчакли матрицада қўшилишидир, элементнинг қиймати эса унинг семантик муайянлигининг бевосита кўрсаткичи ҳисобланади. Элементнинг ҳар бир семантик қиймати ёки мазмуний коди билан, бундан ташқари узунлиги бўйича чекланмаган атрибутлар набори боғланган бўлиши мумкин. Заруратга кўра пикселнинг координаталари ҳисоблаб чиқиши мумкин. 3.5-расмда растрли моделни шакллантириш мисоли келтирилган.



3.5-расм. Растрли моделни шакллантиришга мисол

Растрли моделларда дискретлаш энг содда усул билан амалга оширилади – бутун объект мунтазам тармоқни ташкил қилувчи фазовий ячейкаларга акс эттирилади. Бунда растрли моделнинг ҳар бир ячейкасига объект юзасининг ўлчамлари бўйича бир хил, лекин характеристикалари (ранги, зичлиги) бўйича ҳар хил бўлган участкаси мувофиқ келади. Моделнинг ячейкасида объект юзаси участкасининг характеристикасини ўрталаштирувчи битга қиймат бор бўлади. Тасвирларга ишлов бериш назариясида бу процедура *пикселизация* номи билан маълум.

Агар векторли модел у ёки бу объект қаерда жойлашгани тўғрисида ахборот берса, растрли модел – ҳудуднинг у ёки бу нуқтасида нима жойлашгани тўғрисида ахборот беради. Бу растрли моделларнинг асосий вазифасини – объектларнинг юзаси узлуксиз акс эттирилишини белгилайди.

Растрли моделларда атомар модел сифатида фазонинг икки ўлчамли элементи – пиксель (ячейка) қўлланилади. Атомар моделларнинг тартибга солинган мажмуи растрни ташкил қилади, у ўз навбатида картанинг ёки геообъектнинг модели ҳисобланади.

Бинар ёки квазибинар моделлар жумласига кирадиган векторли моделлардан фарқли ўлароқ, растрли моделлар ярим туслар ва рангларни

акс эттириш имкониятини беради. Масалан, GeoDraw/GeoGraph ГАТи 256 дан 64К гача бўлган ранглардаги растрлар билан ишлай олади.

Растрли моделни таърифловчи бинар матрицанинг элементлари фақат иккита қийматни: "1" ёки "0" ни қабул қила олади. Бу ҳолда матрица оқ-қора тасвирга мувофиқ келади. (3.5- б расм).

Қоида тариқасида, растрнинг ҳар бир элементи ёки матрицанинг ҳар бир ячейкаси зичлик ёки рангнинг фақат битта қийматига эга бўлмоғи лозим. Бу ҳамма ҳолатлар учун ҳам яроқли эмас. Масалан, икки типдаги полигонларнинг чегараси растр элементининг марказидан ўтиши мумкин бўлса, бу ҳолда элементга ячейканинг катта қисмини ёки унинг марказий нуқтасини характерловчи қиймат берилади. Бир қатор ГАТлар растрнинг битта элементи учун бир нечта қийматга эга бўлиш имкониятини беради.

Гатлараро растрли тасвирлар алмашувида жиддий масалалардан бири растрларни координаталар тизимларига боғлашни узатиш ҳисобланади. Растрли форматларнинг стандарт форматлари растрнинг координаталар бошига нисбатан силжиши, растрнинг проекцияси ва ҳ.к. каби параметрларни ўз ичига олмайди. Шунинг учун ГАТлар ўртасида тасвирлар алмашуви мақсадларида растрлар форматларининг бундай параметрларни бошқа ГАТга узатиш имкониятини берувчи тегишли кенгайтмаларини қўллаш истиқболлидир. GeoTIFF бунга мисол бўла олади.

Таъкиллаш лозимки, растрли тасвирларни ўзгартириш (уларга ишлов бериш) – бу ўзгартиришнинг сифати нуқтаи назаридан етарлича жиддий муаммодир ва у тасвирларга ишлов бериш назариясида ўрганилади. Ўзгартиришларда растрнинг юқори сифатини таъминлаш анча-мунча қўшимча харажатларни талаб қилади, шунинг учун ГАТлар дастурий таъминотини ишлаб чиқарувчи баъзи фирмалар кўпинча ўзгартириш тезлигини ошириш учун сифатдан воз кечадилар. Растрли тасвирларни ўзгартириш ишлари юритиладиган ГАТларнинг фойдаланувчилари бундай ўзгартиришларни амалга ошириш учун

мўлжалланган функцияларнинг мавжудлиги масаласи билан чеклани қолмасликлари лозим, балки бу ўзгартиришларнинг услублари ва алгоритмлари борасидаги масалани янада батафсил ўрганишлари зарур.

3.3.2. Растрли моделларнинг тавсифлари

Растрли моделлар учун бир қатор характеристикалар мавжуд: имконий аниқлик, қиймат, ориентация, зона ва ҳолат.

Имконий аниқлик – фазонинг (юзанинг) энг кичик участкасининг битта пиксель билан акс эттириладиган минимал чизиқли ўлчами.

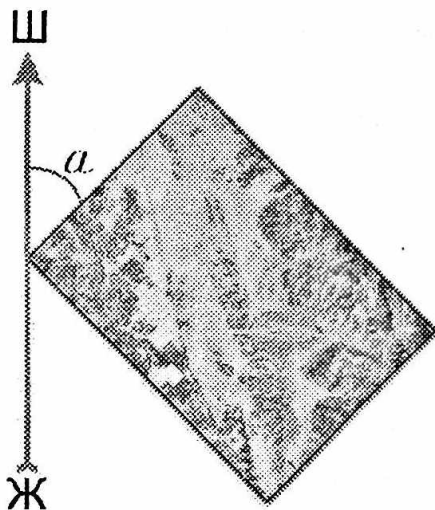
Пикселлар одатда тўғрибурчакларни ёки квадратларни ўзида ифодалайди, кам ҳолларда учбурчаклар ва олтибурчаклар қўлланилади. Кичик ўлчамли ячейкали растр юқорироқ имконий аниқликка эга бўлади. Юқори имконий аниқлик деталлар мўллигини, ячейкаларнинг кўплигини ва ячейкаларнинг минимал ўлчамини англатади.

Қиймат – ахборот элементининг растр (пиксел) элементида сақланаётган элементи. Мадомики ишлов беришда типлаштирилган маълумотлар қўлланилар экан, растрли модел қийматларининг типларини аниқлаш зарур.

Растр ячейкаларидаги **қийматларнинг тип**и реал ҳодиса баробарида ГАТнинг хусусиятлари билан ҳам аниқланади. Хусусан, турли тизимларда қийматларнинг турли класслари: бутун сонлар, ҳақиқий (ўнли) қийматлар, ҳарфий қийматлар қўлланилиши мумкин.

Бутун сонлар оптик зичликнинг характеристикаси ёки илова қилинадиган жадвалдаги ёки легендадаги позицияни кўрсатувчи кодлар бўлиб хизмат қилиши мумкин. Масалан, тупроқ классининг номини кўрсатувчи қуйидаги легенда мавжуд бўлиши мумкин: 0 – бўш класс, 1 – қумоқ, 2 – қумли, 3 – шағалли ва ҳ.к.

Ориентация – шимол томонга йўналиш ва растр колонкаларининг ҳолати ўртасидаги α бурчак (3.6-расм).



3.6-расм. Растр ориентацияси

Растрли моделнинг **зонаси** бир хил қийматга эга бўлган бир-бирига қўшни ячейкаларни ўз ичига олади. Айрим объектлар, табиий ҳодисалар, тупроқ типлари ареаллари, гидрография элементлари ва ҳ.к.ларнинг тасвирлари зона бўлиши мумкин.

Бир қийматли зоналарнинг барчасини кўрсатиш учун **зоналар класс**и тушунчаси қўлланилади. Табиийки, тасвирнинг барча қатламларида ҳам зоналар мавжуд бўлавермайди. Зонанинг асосий характеристикалари – унинг қиймати ва ҳолатидир.

Ҳолат одатда растрда акс эттириладиган фазонинг ҳар бир элементининг ҳолатини бир мазмунда белгилайдиган координаталарнинг тартибга солинган жуфти билан берилади.

Растрли моделларда акс эттиришнинг аниқлиги масалалари устида тўхталиб ўтиш зарур. Растрли форматларда кўп ҳолларда координаталар пикселнинг марказий нуқтасига ёки унинг бурчакларидан бирига тегишлилиги ноаниқдир. Шунинг учун растр элементини боғлаш аниқлиги

умумий ҳолда ячейканинг кенглиги ва баландлигининг ярми тариқасида белгиланади.

Растрли моделлар қуйидаги афзалликларга эга:

- растр ҳодисалар билан олдиндан танишишни талаб қилмайди, маълумотлар нуқталарнинг бир текис жойлашган тармоғидан йиғилади, бу кейинчалик ишлов беришнинг статистик услублари асосида тадқиқ қилинаётган объектларнинг объектив характеристикаларини олиш имкониятини беради. Бунинг шарофати билан растрли моделлар улар ҳақида материал ҳали тўпланмаган янги ҳодисаларни ўрганиш учун қўлланилиши мумкин. Соддалиги туфайли бу модел энг кенг тарқалди;
- растрли маълумотлар параллель алгоритмлар бўйича ишлов бериш учун қулайроқдир ва бу билан компьютердаги ҳисоб-китобларда векторли моделларга қараганда юқориноқ иш тезлигини таъминлайди;
- кўпгина растрли моделлар векторли маълумотларни киритиш имкониятини беради, шу билан бирга векторли моделлар ва растрлар фрагментларидан фойдаланилган тақдирда тескари процедура анча мушкулдир;
- растрлаш жараёнлари кўп ҳолларда эксперт қарорларини талаб қиладиган векторлаш жараёнларидан алгоритмик жиҳатдан анча соддароқдир.

Растрли моделлар нафақат ГАТда, балки Ерни масофадан тадқиқ қилишда олинган аэрокосмик суратларга ишлов беришда ҳам энг кўп қўлланилади.

Векторли ва растрли моделларни таққослаб чиқиб, объектларнинг ўзаро боғланишини ташкил қилиш ва улар билан ишлаш учун векторли моделлар қулайроқ эканини таъкидлаймиз. Шунга қарамай, содда приёмларни қўллаб, масалан, атрибутлар жадвалларига ўзаро боғланишларни киритиб, ўзаро боғланишларни растрли ГАТларда ҳам ташкил қилиш мумкин.

3.3.3. Гуруҳли кодлаш услуги

Растрли моделларни киритишнинг энг содда усули – бир ячейкани бошқасининг кетидан тўғридан тўғри киритишдир. Ушбу ёндошувнинг камчилиги компьютер хотирасининг катта ҳажми ва маълумотларни киритиш-чиқариш процедураларини ташкил қилиш учун анча вақт талаб этилишидир. Масалан, Ер сунъий йўлдошининг сурати Landsat 74 000 000 растр элементига эга ва бу маълумотларни сақлаш учун улкан ресурсларни талаб қилади.

ГАТга растрли ахборот киритишда уни қисиш муаммоси вужудга келади, чунки фойдали ахборот қаторида ортиқча (шу жумладан фойдасиз) ахборот ҳам тушиб қолиши мумкин. Суратдан ёки картадан олинган ахборотни қисиш учун кўп ҳолларда бир нечта ячейкаларда қийматлар такрорланишини инобатга оладиган гуруҳли кодлаш услублари қўлланилади.

Гуруҳли кодлашнинг энг содда услубининг моҳияти шундаки, маълумотлар сонлар жуфти билан киритилади, биринчи сон гуруҳ узунлигини, иккинчиси – қийматини билдиради. Тасвир сатрма-сатр кўриб чиқилади, ва элементнинг (ячейканинг) маълум типи биринчи марта учраши биланоқ, у бошланиш белгиси билан белгиланади. Агар ушбу ячейка кетидан шу типдаги ячейкалар занжири келса, у ҳолда уларнинг сони санаб чиқилади, охириги ячейка эса тугаш белгиси билан белгиланади. Бу ҳолда хотирада фақат белгиланган ячейкаларнинг позициялари ва тегишли счётчикларнинг қийматлари сақланади.

Бундай услубнинг қўлланилиши бир хил участкалар битта ячейканинг ўлчамларидан катта бўлган тақдирда тасвирларни (карталарни) сақлаш ва акс эттиришни анча соддалаштиради.

Одатда маълумотлар чапдан ўнгга, тепадан пастга қараб киритилади. Мисол тариқасида (5×6) матрицанинг бинар массивини кўриб чиқамиз

000111

001110

001110

011111

011111

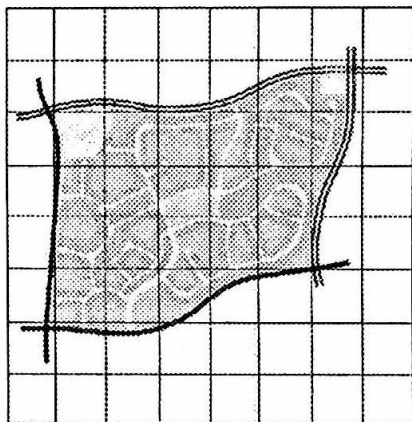
Гуруҳли кодлаш услубидан фойдаланилганда у
30312031303120511051 тариқасида киритилади.

30 та ўрнига фақат 20 та маълумотлар элементларини киритиш зарур.
Кўриб чиқилган мисолда экономия 30% ни ташкил қилади, бироқ, амалда
бинар маълумотларнинг катта массивлари билан ишлашда у анча катта
бўлади.

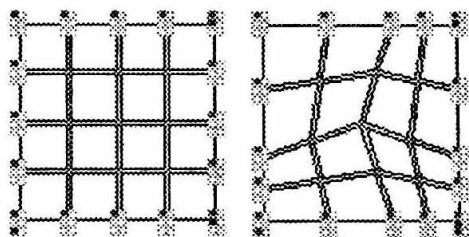
Бу гуруҳли кодлаш услуби чекловларга эга ва ҳамма ГАТларда ҳам
қўлланавермайди.

3.4. Маълумотларни мунтазам-ячейкали ифодалаш

Фазовий объектларнинг баъзи тармоқларнинг ҳудудий мунтазам
ячейкалари билан муносабатини аниқлаш йўли билан мунтазам-ячейкали
ифодалаш – бу биринчи геоахборот лойиҳаларида (масалан, CGIS, Канада)
қўлланилган моделдир. Ушбу ёндошув қандайдир координаталар
тизимида ҳудудни тўғри геометрик шакли (тўғри бурчак, квадрат,
учбурчак ва ҳ.к.) ячейкаларга бўлиб чиқишни ўз ичига олади. 3.7-расмда
тўғрибурчакли тўр билан қопланган шаҳар ҳудуди тасвирланган –
ячейкалар сифатида тўғрибурчакли ячейкалар қўлланилган.
Ячейкаларнинг ўлчами биз ҳудудни қандай тафсилот билан тавсифлашни
исташимизга боғлиқ. Тўр шубҳасизки, текисликда ёки эллипсоид
юзасида ҳаёлан тузилиши мумкин, сўнгги ҳолатда берилган бурчак
ўлчамидаги сферик трапециялар мунтазам ячейкалар ҳисобланади.
Ячейкаларнинг ўлчамлари турлича бўлиши мумкин ва талаб қилинадиган
фазовий имконий аниқлик билан белгиланади.



3.7-расм. Шаҳар ҳудуди фрагментини
тўғрибурчаклар тўрига бўлиб чиқиш



3.8-расм. Мунтазам моделларнинг типлари

Энг кўп қўлланиладиган мунтазам моделлар квадрат (3.8- а расм) ва учбурчакдир (3.8-, б расм). Учбурчаклар қавариқ (сферик) қопламларни яратиш учун ҳам яхши асос бўлиб хизмат қилади.

Умумий ҳолда, мунтазам ячейкали структуралардан ташқари, номунтазам ва ичига солинган структуралар ҳам бўлади. Сўнгилари рекурсив ва иерархик структураларга бўлинади. Таъкидлаш лозимки, турли фазовий имконий аниқлик билан муолажа қилиш зарурати бўлган тақдирда, бир-бирининг ичига солинган, одатда иерархик, ҳудудий ячейкалар тизимлари қўлланилади.

3.5. Маълумотларнинг квадротомик модели

3.5.1. Умумий ҳолатлар

3.4-таъриф. *Квадротомик ифодалаш ёки квадродарахт* – бу фазовий объектларни иерархик дарахтсимон структура кўринишида ифодалаш моделидир, у фазони квадрат участкаларга ёки квадрат блокларга (квадрантларга) декомпозициялашга асосланган, улардан ҳар бири маълум даражага – объект таърифнинг талаб қилинадиган батафсиллигини, растрнинг эквивалент имконий аниқлигини таъминловчи Мортон сонига етгунга қадар рекурсив равишда 4 та ички солинмага бўлинади.

Маълумотларни квадротомик ифодалаш “квадратлар дарахти”, “Q-дарахт” ва “4-дарахт” ҳам деб аталади.

Одатда модел фазовий маълумотлар базасидаги маълумотларга кириш вақтини камайтириш воситаси сифатида қўлланилади. Растрли ифодалашларга қараганда маълумотларга ишлов бериш ва уларни сақлаш ихчамлиги самарадорлигини оширувчи бу восита “интеллектуаллаштирилган” растр ҳисобланади.

3D-тизимлар ҳолатида октотомик дарахт қўлланилади. Аслини олганда, бундай дарахтни қўллаш фазовий маълумотларни уч ўлчамли гуруҳли кодлашдир.

Квадротомик модел асосан растрларни ихчам ифодалаш учун қўлланилади, лекин баъзан у векторли маълумотларни ихчам ифодалаш учун ҳам қўлланилади. Қуйида квадротомик дарахтлар ғоясини ва растрли форматдаги маълумотларни квадротомик дарахтга ўтказиш алгоритмларидан бирини кўриб чиқамиз.

3.5.2. Квадротомик дарахтлар

Квадротомик дарахт квадратни квадрантларга ва подквадрантларга барча подквадрантлар тасвир қийматига нисбатан бир хил бўлиб қолгунга қадар, масалан, ранглар бўйича ёки имконий аниқликнинг олдиндан

белгиланган энг кичик даражасига эришмагунча рекурсив бўлиб чиқишга асосланган. Агар тасвир $2^n \times 2^n$ пикселлардан иборат бўлса, у ҳолда у п даражада тўлиқ ифодаланган, айрим пикселлар эса у ҳолда нол даражада бўлади. L ($0 < L < n$) даражали квадрат $2^L \times 2^L$, жами 4^L пикселларни ўз ичига олади.

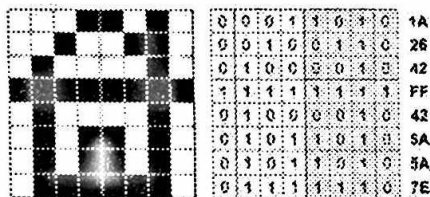
Квадратомик дарахтлар борасидаги олдинги ишларда квадрант ва подквадрант ўртасидаги боғланишлар 4 га тенг шохланиш даражасили дарахт кўринишида бериларди. Бундай структурада ота-она ва шуъба даража ўртасидаги боғланишлар ташқи кўрсаткичлар тизими билан белгиланади. Дарахтнинг илдиз нуқтадан ташқари барча узел нуқталари битта ота-онага эга бўлади, шу билан бир вақтда, уларнинг япроқлар деб аталмишларидан ташқари барчаси тўртга шуъба узел нуқталари билан боғланган. Бу соҳада яқин ўтмишдаги тадқиқотлар шуни кўрсатдики, катта квадратомик дарахтларни таърифлаш учун энг тўғри келадиган структура чизиқли квадродарахтдир. Бундай дарахтда ҳар бир япроқузели аجدод узел нуқталарининг тартибга солинган рўйхатига асосланган чизиқли сонли код билан ифодаланган. Дарахтни кодга кейинги айлантирилишига бит даражасидан ёки модуляр арифметикадан фойдаланиб эришилади. Ҳозирги кунда чизиқли квадратомик дарахтларнинг хусусияти қўлланилган бир нечта квадратомик алгоритмлар ишлаб чиқилган. Чизиқли кодлар тизими, ўз навбатида, фазовий маълумотлар структуралари ва тўғрибурчакларни тиклаш ва энг яқин қўшнини аниқлаш масалаларини ечиш учун ҳисоблаш геометриясида қўлланиладиган алгоритмлар ўртасида самарали боғланишни таъминлайди.

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, чизиқли квадратомик дарахтларнинг маълум шакллари тез кодланиши мумкин. Бундан ташқари, агар бир қийматли бир нечта кетма-кет кодланган листлар мавжуд бўлса, у ҳолда бу листлардан охиргисининг кодини қайд этиш керак.

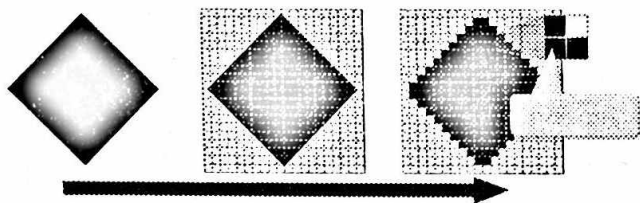
Кўпинча квадротомик дарахтнинг элесентларини фазовий рақамлаш (индекциялаш) схемаси қўлланилади, у Пиано эгри чизиқлари ва Пиано сонларига асосланган Мортон матрицаси ёки Пиано-Гильберт матрицаси тариқасида маълум. Мортон сонли кетма-кетликлари чизиқли квадротомик дарахтлар учун қулай кодлар яратиш имкониятини беради. Пиксель учун Мортон сони ушбу пикселнинг сатрий ва устунли координаталарининг иккилик тизимида қайта ҳисоблаш йўли билан олинади. Эслаб ўтиш лозимки, координаталар кўп ҳолларда нолдан бошлаб рақамланади, квадротомик дарахт листига Мортон сони берилади. Мадомики Мортон кетма-кетлиги пикселларни бир вақтда иккита ўлчамда қайд этар экан, бундай ёндошув икки ўлчамли гуруҳли кодлаш деб аталган.

3.5.3. Растрли полигонлар ҳолати учун квадротомик дарахт тузиш

Растрли форматдаги объектларга мисол сифатида 3,9-расмда келтирилган А ва В содда растрли полигонлар мавжуд дейлик. Квадродарахт мафкурасига мувофиқ А полигонни бўлиш натижасини квадрантлар кўринишида тасвирлаймиз. Квадродарахт сифатида маълум бўлган 4-даража дарахт кўринишидаги структурани оламиз (3.10-расм).



3.9-расм. Энг содда растрли тасвир



3.10-расм. Растр ва пиксел

даража) бўлиб хизмат қилади. Учинчи даража узеллари энг катта ўлчамларли квадрантларни бириктирувчи нуқталар саналади.

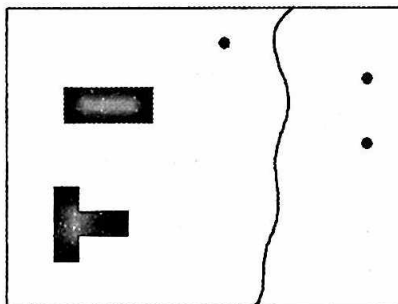
3.6. Маълумотларнинг вектори моделлари

3.6.1. Умумий ҳолатлар

Объектларнинг нуқтали, чизиқли ва майдонли (полинонал, контурли) типлари маълумотларни векторли ифодалаш фазовий локаллашнинг нуқтали, чизиқли ва майдонли характердаги объектлари фарқланадиган картографияда ўхшашликларга эга. Бу уларни картографик акс эттиришнинг график воситаларини танлашни белгилгилайди. Векторли моделлар векторли типдаги карталарни рақамлаш қурилмалари (векторли киртиш қурилмалари) – қўлда айлантириб чиқиладиган рақамлагичлар (дигитайзерлар) билан тарихан боғланган, улар курсорни (айлантириб чиқиш головкасини) рақамлагичнинг планшети бўйича юрғизиш чоғида унда жойлаштирилган оригиналдаги объектларни кузатиб боришда планли координаталар жуфтлари оқимини генерациялайди.

Таъкидлаш лозимки, фазовий объектларнинг векторли ифодалари компьютер хотирасида растрли ифодаларга қараганда анча кам жой эгаллайди.

Фазовий объектларни векторли ифодаларидан фойдаланишга мисол тариқасида 3.5-, а расмдан реал дунё фрагментининг векторли моделини (3.12-расм) келтирамиз. 3.12-расмдан келиб чиқадики, реал дунё фрагментини ифодалаш учун элементар объектлар: нуқталар, чизиқлар ва полигонлар қўлланилган.



3.12-расм. 3.5-, а расмда келтирилган реал дунё фрагментининг векторли модели

Маълумотлар векторли моделининг таърифини берамиз.

3.5-таъриф. *Фазовий маълумотларнинг векторли ифодаси ёки векторли модели* – бу нуқтали, чизиқли ва полигонал фазовий объектларнинг координаталар жуфтлари набори кўринишидаги рақамли ифодаланишидир.

3.6-таъриф. Агар фазовий объектларни координаталар жуфтлари набори кўринишида векторли ифодалаш фақат чизиқли ва полигонал объектлар геометриясини таърифлаш билан юритилса, у ҳолда бу бундай объектларни *нотопологик векторли ифодаланишидир* (“спагетти” модели).

Одатда (“спагетти” модели деганда векторли нотопологик ифодалаш – чизиқли ва полигонал фазовий объектларни уларнинг геометриясини (аммо топологиясини эмас) тартибга солинмаган ёйлар набори ёки сегментлар мажмуи кўринишида таърифлаган ҳолда векторли ифодалашнинг бир тури тушунилади.

3.7-таъриф. Агар маълумотларнинг векторли модели ҳам объектларнинг геометриясини, ҳам уларнинг топологик боғланишларини (топологиясини) ҳисобга олса, у ҳолда фазовий объектларнинг *векторли-топологик* ифодаланиши ҳақида сўз кетади.

Шундай қилиб, фазовий объектларнинг векторли нотопологик моделларини ва векторли топологик моделларини кўриб чиқамиз. Машинавий реализацияда бундай векторли ифодадаларга фазовий маълумотларнинг векторли форматлари мувофиқ келади.

3.6.2. Векторли нотопологик моделлар

Бир турдаги маълумотлар қатламини ташкил қилувчи *нуқтали* объектлар тўплами (масалан, аҳоли пунктларига тўғри келадиган объектлар тўплами) векторли форматда ҳар бири учта (камида иккита) сонни: объектнинг ноёб идентификацион рақами ID ни (идентификаторини), X координатасининг қийматини ва Y координатасининг қийматини ўз ичига олувчи ёзувларнинг тартибга солинмаган (тартибга солиниши мажбурий бўлмаган) кетма-кетлиги кўринишида ифодаланиши мумкин (2-жадвал).

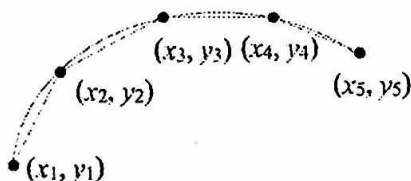
2-жадвал

Нуқтали объектларнинг таърифи

ID	X	Y
1	x^1	y^1
2	x^2	y^2
3	x^3	y^3
4	x^4	y^4
...		
n	x^n	y^n

Бир турдаги қатламни ташкил қилувчи (ушбу мисолда у ички сув ҳавзалари чегараларини ўз ичига ололмайди, аниқроғи бунга ҳар доим ҳам йўл қўйилмайди ёки ҳожат йўқ) чизиқли объектлар (масалан, гидротармоқ элементлари) тўплами бу объектларга мос келадиган эгр чизиқларни аппроксимацияловчи нуқталар координаталари кетма-кетлиги билан,

чизиқли кесимлардан тузилган синиқ чизиқлар (ёйлар, толалар) билан ифодаланиши мумкин (3.13-рasm).



3.13-рasm. Объектни чизиқли кесимлар билан аппроксимациялаш

Айнан чизиқли объектларни уларни ташкил қилувчи нуқталар кетма-кетлиги кўринишидаги ифодалари билан маълумотларни ифодалашнинг векторли формати ҳақидаги тушунча азалдан боғлиқ: ҳар қандай эгри чизиқ тўғри чизиқларнинг кесимлари – сегментлар ёки векторлар мажмуи билан берилган аниқликда ясаилиши мумкин. Уларга дастлаб чизиқли тармоқлар қатлами бўлиб чиқиладиган чизиқли кесимлар идентификаторлар ва уларни ташкил қилувчи нуқталар координаталари қийматларининг тартибга солинган кетма-кетлиги билан ифодаланиши мумкин. Масалан, бундай модел Idrisi ва ArcInfo ГАТларининг векторли форматларида реализация қилинган (форматлар 3-жадвалда келтирилади). 3-жадвалдан кўриниб турибдики, чизиқли кесим идентификаторидан (№1) ва бешта (бизнинг мисолда) нуқталарнинг координаталари жуфтларидан ташқари, ёзув берилган чизиқли объектни (4 та кесимдан иборат набор) қатламнинг чизиқли объектлар ёзувларининг умумий мажмуида (унга одатда маълумотлар файли мувофиқ келади) ажратиш имкониятини берувчи элементни ўз ичига олиши лозим. Биринчи ҳолатда Idrisi ГАТида (A) бу йўли билан идентификатор (1) кетидан координаталар жуфтлари сонини кўрсатувчи

бутун сонни (5) жойлаш йўли билан амалга оширилади иккинчи ҳолатда ArcInfo ГАТида (B) чизикли кесимлар белги, масалан END сўзи билан биридан ажратилади.

3-жадвал

Чизикли кесимларни ифодалашнинг векторли форматлари

A	B
1 5	1
x ₁ y ₁	x ₁ y ₁
x ₂ y ₂	x ₂ y ₂
x ₃ y ₃	x ₃ y ₃
x ₄ y ₄	x ₄ y ₄
x ₅ y ₅	x ₅ y ₅
	END

Чизикли объектнинг ёзуви шунингдек семантик (мазмуний) атрибутлар учун позицияларни ҳам ўз ичига олиши мумкин. Чизикли объектларни (чизикли тармоқларни ёки контурли объектларнинг чегараларини) ифодалашнинг таърифланган форматлари *“spagetti”* номига эга, зеро у чизикли объектлар ва уларнинг, масалан, чизикли тармоқларда “бош очиқ сув оқимлари-ирмоқ” бўйсинуви кўрсатмасига ёки чизикли кесимларнинг ўзлари тавсифлайдиган контурларга мансублиги кўрсатмасига мувофиқ келиши мумкин бўлган элементлари ўртасидаги топологик муносабатларни таърифлаш аппаратини ўз ичига олмайди. Шунинг учун бундай моделлар (ифодалар) **векторли нотопологик** деб аталади.

Контурларни (полигонларни) тавсифлашнинг энг содда ҳолини ҳолини кўрб чиқамиз: ҳар бир номланган (ўз идентификаторига эга) контур унинг чегарасини танланган кетма-кетликдаги (масалан соат стрелкаси бўйича) чизикли кесимлар мажмуи кўринишида ташкил қилувчи

координаталар жуфтлари билан ифодаланади. Иккита узел нуқта орасида жойлашган ҳар бир чизиқли кесим, умумий ҳолда, икки марта тавсифланиши мумкин (соат стрелкаси бўйича ва унга қарши ҳаракатланишда). Контур соат стрелкаси бўйича айланиб чиқилганда полигон ўнг томонда, соат стрелкасига қарши айланиб чиқилганда – чап томонда қолиши лозим. Узел координаталари такрорланган захоти, контур ёпилгани, айланиб чиқиш якунига етгани маълум бўлади. Контурли объектларни полигонлар кўринишида ифодалашнинг бундай бундай усули (ҳозир аксарият ГАТларда қўлланиладиган бу иборанинг келиб чиқиши тушунарли бўлиб қолади: контур тўғри чизиқ кесимлари билан тавсифланади) векторли нотопологик ҳисобланади. У амалда векторли топологик ифодалар билан ишлашни ва уларга ишлов беришни назарда тутмайдиган, ГАТларнинг қиммат бўлмаган дастурий воситаларида қўлланилади.

Бироқ векторли нотопологик формат сақланадиган маълумотлар нуқтаи назаридан, аynиқса уларга ГАТ таҳлилий операцияларининг кенг комплесини қўллаб ишлов бериш имконичтлари нуқтаи назаридан самарали ҳисобланмайди.

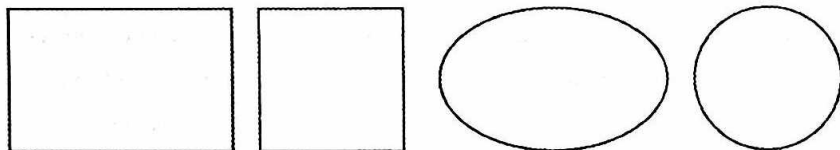
3.6.3. Векторли топологик моделлар

Векторли топологик моделлар аynиқса муниципал ГАТларда ва муҳандислик тармоқларини бошқариш учун мўлжалланган ГАТларда анча истиқболлироқ ҳисобланади. Векторли топологик ифодалар ўзининг келиб чиқиши билан контурги объектларни таърифлаш масаласидан миннатдор деса бўлади.

3.6.3.1. Умумий ҳолатлар

3.8-таъриф. *Топология* (грекча *topos* - жой) – математиканинг фигураларнинг топологик хусусиятларини, яъни фигураларнинг узишларсиз ва ёпиштиришларсиз рўй берадиган ҳар қандай

деформацияларида ўзгармайдиган хусусиятларини ўрганувчи бўлими. ўлчамлик, берилган областни чегараловчи эгри чизиқлар сони ва ҳ.к.лар фигураларнинг топологик хусусиятларига мисолдир. Ҳақиқатан, айлана, эллипс, квадрат ва тўғрибурчак (3.14-расм) бир хил топологик хусусиятларга эга, зеро бу чизиқлар бир-бирига юқорида келтирилга усулда узилишларсиз ва ёпиштиришларсиз деформацияланиши мумкин.



3.14-расм. Бир хил топологик хусусиятларга эга бўлган фигураларга мисоллар

Шу билан бир вақтда ҳалқа ва айлана турли топологик хусусиятларга эга: айлана битта контур билан, ҳалқа эса – иккита контур билан чегараланган.

Учлари билан ўзаро уланган (масалан, учларида улаш учун илгаклар бор) таёқчалардан иборат “ҳавойи” конструкцияни тасвур қилайлик. Агар улар билан фокусчи каби манипуляция қилинса, у ҳолда таёқчалар учларининг боғланганлиги туфайли конструкция бутунлигича қолади: унинг шакли ўзгаради, лекин ҳар бир таёқча, агар у муайян қўшнилари билан боғланган бўлса, бундай конструкцияни, уни ҳар қанча ирғитмайлик ёки бир қучга тўпламайлик, улар билан боғланганлигича қолади.

Ўзаро боғланган таёқчаларни текисликда жойлаштириш мумкин дейлик. Бунда таёқчаларни ҳар қанча силжитмайлик, уларнинг кетидан қўшнилари ҳам силжийди (илгаклар узилишга йўл қўймайди) – болаларнинг “илонча” ўйинчоғидаги каби ҳаракатлар. Буларнинг ҳаммаси таёқчалар учларида қатъий боғланишлар мавжудлиги билан шартланади. Бу ерда биз торологик конструкция билан иш қўрамыз.

Энди *нотопологик* конструкцияларга мисол келтирамиз. Алоҳида гугурт доналарини оламиз ва улардан қандайдир конструкцияни текисликда тузамиз. Конструкция шаклан ўзаро уланган таёқчаларга оид мисолдаги каби бўлиши мумкин. Бироқ, ҳар қайси гугурт донасини олиш ва силжитиш мумкин. Ва мадомики у қўшнилари билан аслида уланмаган экан, у ҳолда гугурт доналари текисликда жойлашган ҳолда буни қийинчиликсиз, қўшни доналари безовта қилмаган ҳолда бажариш мумкин. Бундай ҳолда гугурт доналари бошқа доналар билан топологик боғланган конструкцияни ташкил қилмайди дейилади. Бундан ташқари, конструкция жойлаштирилган текислик туртилса, у осонгина сочилиб кетади. Аксинча, ўзаро уланган таёқчаларга оид мисолда силтишдан сўнг конструкциянинг шакли ўзгариши мумкин, лекин қўшнилар билан боғланишлар *сақланиб қолади*.

Топологик фазо тушунчасини киритамиз, зеро ГАТларда биз айнан фазо моделлари билан иш кўрамиз.

3.9-таъриф. Топологик фазо – метри фазо тушунчасини умумлаштирувчи математик тушунча. Топологик фазо – ҳар қандай табиатдаги чегаравий ўзаро боғланишлар у ёки бу усул билан белгиланган элементлар тўпламидир.

3.10-таъриф. Метрик фазо – унда метрика берилган нуқталар (элементлар) тўплами.

3.11-таъриф. Метрика – формулани ёки берилган фазонинг (тўламнинг) ҳар қандай иккита нуқтаси (элементлари) ўртасидаги масофани аниқлаш учун мўлжалланган қондани белгиловчи математик ибора.

Картография метрик фазоларни акс эттириш (моделлаш) билан шуғулланади. Бинобарин бу текисликда – шу каби метрик фазода бажарилади. Йирик масштаби карталар текисликни акс эттирган ҳолда “ер юзаси участкасининг текислиги – карта текислиги” тасвирини

таъминлайди, майда масштаблари эса “сферик юза (эллипсоид, геоид) – карта текислиги” тасвирини таъминлайди.

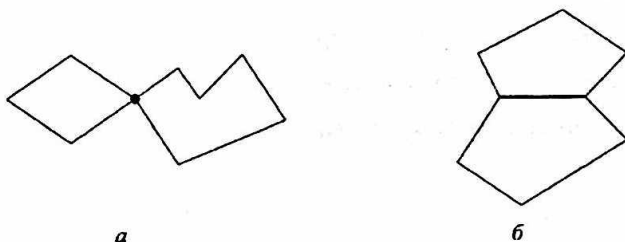
Картографияда топологик фазолар билан қатъий ишланади, ва бунини четлаб ўтишнинг нафақат зарурати, балки имконияти ҳам йўқдир, Бошқача айтадиган бўлсак, объектларнинг картада тасвирланиши қатъиян топологикдир, зеро тасвир текисликда – топологик фазода ётади. Ҳақиқатан, агар карта текис резинада чизилса, сўнгра у турли йўналишларда чўзилса, у ҳолда объектлар (картографик тасвирлар) деформацияланади, лекин уларнинг элементлари ўртасидаги муносабатлар (боғланишлар) ўзгаришсиз қолади; турли фигураларнинг ёндош чизиклари, гўёки ўзининг учи билан бошқа элементлар билан боғланганидек, шу “кўринишда” қолади. Фақат чизикларнинг шакли ўзгаради. Айнан шунинг учун айлана, эллипс, тўғрибурчак ва квадрат деформацияларда айнан бир топологик хусусиятларга эга бўлади.

Энди эса ГАТга қайтамиз. *Топологик ГАТларда* картографик объектнинг тасвири ўзаро боғланган элементлардан бунёд бўлади ва улар ўртасидаги боғланишларни шундай махсус операцияларни бажариб узиш мумкин. *Нотопологик ГАТларда* эса конструкциялар ҳақиқатан ҳам гугурт доналаридек сочилиб кетади. Сиз объектни ёки унинг бир қисмини олиб, компьютер экранининг бошқа жойига суришингиз мумкин. Бунда кўриниб турибдики, бундай операцияни бажариш осон, ва объект қўшниларидан енгиллик билан ажралади.

Албатта, нотопологик ГАТларда “гугурт доналари” тўғри чизик кесимларига қараганда анча мураккаброқ элементлардир. Жиддий маънода бутунлай нотопологик ГАТлар *умуман бўлмайди*. Эшитилиши ажойиб бўлсада, бу айнан шундай. Нотопологик деб аталадиган ГАТ аслида элементар “гугурт донлалари” сифатида анча мураккаб конструкцияларга, масалан, полигонлар ёки поличизикларга (гугурт донасини охиригача узмаган ҳолда бир нечта жойида синдиринг – мураккаброқ – поличизикли

объектни оласиз) эга бўлиши мумкин. Поличизик ёки полигон алоҳида ҳолда топологик конструкциядир. Мураккаб томони шундаки, нотопологик ГАТлардаги картада уларни бошқа ҳеч қандай бошқа мустақил объектлар билан боғлашнинг иложи йўқ.

Бундай вазият, масалан, объект ГАТларида жой олган. Хусусан MapInfo ГАТида полигонни осонлик билан чизишингиз мумкин ва бунда ушбу полигон топологик конструкция экани яхши кўриниб туради: сиз полигондан унинг қандайдир “қовурғасини” сира суғуриб ололмайсиз, демак полигон “гугурт доналаридан” ясалган эмас. У ҳолда нима, MapInfo топологик ГАТми? – Йўқ! Шунчаки геоинформатикада тушунчалар редуцияланиши аллақачон рўй берган. MapInfo ГАТи аслида фақат ички объект деб аталмиш топология билан ишлай олади, яъни примитивлардан (нуқталар ва тўғри чизик кесимларидан) иборат бўлган поличизиклар ва полигонлар каби базавий объектлар доирасида топологик муносабатларни шакллантиради ҳамда уларга риоя қилади. Сўнггилари эма элементар, шунинг учун ҳам “микрoкoнcтpукциялар” ҳисобланади. Бироқ ГАТ-мутахассислар MapInfo ни топологик ГАТ деб атамайдилар, зеро топологик тизим деган юқори номга эга бўлиш учун ички объект топологияси камлик қилади; топологик боғланишларни (уланишларни) нафақат объектлар ичидаги элементлар ўртасида, балки ҳар қандай алоҳида объектлар, масалан умумий чўққига (3.15, а расм) ёки қиррага (3.15, б расм) эга бўлган қўшни полигонлар ўртасида ҳам ўрнатиш мумкин бўлиши керак.



3.15-расм. Объектлар ўртасидаги топологик боғланишларга мисоллар

Умумий мазмунда *топологик* сўзи фазовий объектнинг моделида фазовий таҳлилнинг турли хиллари учун маълумотларнинг ГАТда қўлланилишини кенгайтирувчи ўзаро боғланишлар сақланади деганидир.

Топологиянинг бир қатор топологик ГАТларда маълумотлар моделларининг таърифига кирувчи элементлари энг содда ҳолда координатавий маълумотлар асосий типларининг элементлари ўртасидаги боғланишлар билан белгиланади. Масалан, маълумотлар таърифининг мантиқий структурасига қандай чизиқлар районга киради, қандай нуқталарда бу чизиқлар кесишади ва ҳ.к.лар тўғрисидаги кўрсатмалар кириши мумкин.

Маълумотларнинг топологик векторли ифодаси нотопологикдан фазовий объектлар, график примитивлар ўртасидаги боғланишларнинг, бу объектлар учун сақланадиган координаталарнинг ўзгаришисиз, тўлиқ рўйхати борлиги билан фарқ қилади. Топологик модел билан ишлашдаги зарурий процедура –топологияни тузиш учун биринчи навбатда геометрик маълумотларни тайёрлашдир. Бу жараён ўрта мураккабликдаги маълумотларнинг ўзидаёқ тўла автоматлаштирилиши мумкин эмас ва фақат қўшимча, одатда анча-мунча меҳнат сарфи билан, амалга оширилади. Шундай қилиб, топология билан ишлаш назарда тутилмаган тизимда сақланаётган фазовий маълумотларни бошқа тизимнинг топологик маълумотларига айнан автоматик алгоритм бўйича ишончли тарзда ўгириб бўлмайди.

Топологик характеристикалар ГАТ объектлари моделларини миқдорий ўгириш чоғида ҳисоблаб чиқирилиши, сўнгра маълумотлар базасида координатавий маълумотлар билан бирга сақланиши лозим.

3.6.3.2. ГАТ маълумотлари моделларидаги асосий топологик характеристикалар

ГАТлардаги топологик моделлар қуйидаги характеристикалар мажмуи билан берилади.

1. Векторларнинг боғлиқлиги – бу полигонлар, чизиқлар (поличизиқлар) ва нуқтали векторли объектлар нуқталарнинг мустақил набори тариқасида эмас, балки ҳеч бўлмаса битта нуқта орқали бир-бири билан боғланган объектлар тариқасида сақланиши характеристикасидир.

2. Полигонларнинг боғланганлиги ва битишуви – полигонларнинг ўзаро жойлашувига ва уларнинг контурларининг кесишиш узелларига оид МБга киритиладиган характеристика.

3. Кесишиш – кесишишларнинг типларига оид характеристика, кўприклар ва шунчаки йўллар кесишувларини тасвирлаш имкониятини беради (3.6-, а расм). Хусусан Т-симон кесишув (3 та чизиқ) учвалентли, Х-симон кесишув эса (кесишиш нуқтасида 4 та чизиқ туташади) тўртвалентли деб аталади.

4. Яқинлик – чизиқли ёки полигонал объектларининг фазовий яқинлигининг кўрсаткичи (3.16-, б расм), сонли параметр билан баҳоланади, ушбу ҳолатда 8 қийматга эга.

Чизиқли объектларнинг топологик характеристикалари боғланган графлар ёрдамида визуал тарзда ифодаланиши мумкин. Граф модел структурасини барча узеллар ва кесишувлар билан бирга сақлайди. У бузилган масштабни картани эслатади. Метрополитен схемаси бундай графга мисол бўлиб хизмат қилиши мумкин. Метро картаси ва метро схемаси ўртасидаги фарқ карта ва граф ўртасидаги фарқни кўрсатади.

Картани қандайдир модел тариқасида тавсифлайдиган графнинг узеллари йўллар кесишувига, йўлларнинг кўприклар билан туташуш жойларига ва ҳ.к.ларга мувофиқ келади. Бундай графнинг қирралари йўллар участкаларини тавсифлайди. Классик тармоқ моделидан фарқли

ўлароқ, ушбу моделда қирралар узунлиги ахборий нагрузкага эга бўлмаслиги мумкин.

Полигонал объектларнинг топологик характеристикалари қоплам ва ёндошлик графлари ёрдамида ифодаланиши мумкин.

Қоплам графининг қирралари полигонлар ўртасидаги чегараларни тавсифлайди, унинг узеллари (чўққилари) эса шу полигонларнинг бирлашиш нуқталарини ифодалайди. Бундай графнинг чўққи даражаси – бу унда бирлашадиган полигонлар сонидир. Ёндошлик граф – бу гўёки тескарисига қайрилган қоплам графидир. Унда полигонлар узеллар (чўққилар) билан, бирлашадиган полигонлар жуфти эса – қирралар билан акс эттирилади. Бундай граф асосида ГАТ кўрилатган юриб бўладиган ва юриб бўлмас участкаларга бўлинган ҳудуд юрса бўладиганми деган сўровга жавоб бериши мумкин.



3.16-расм. Объектларнинг кесишуви (а) ва яқинлигини баҳолашга (б)

мисоллар

Топологик характеристикаларга позицион ва атрибутив ахборот ҳамроҳ бўлади. Қоплам графининг чўққиси тегишли полигонлар бирлашадиган координатавий нуқталар билан тўлдирилиши мумкин, қирраларга эса чап томон ва ўнг томон идентификаторлари берилади.

Амалда, электрон карта ярата туриб, чизикли ва полигонал объектларнинг тузилишида нуқтали объектлар киритилгандан кейин

топологияни “яратиш” зарур. Бу жараёнлар нуқталар, чизиклар ва полигонлар боғланишларни ҳисоблаб чиқиш ва кодлашни ўз ичига олади.

Кесишувлар ва боғланишлар векторли ифодага эга. Топологик характеристикалар маълумотларни кодлашда қўшимча атрибутлар кўринишида киритилади. Топологияни яратиш жараёни аксарият топологик ГАТларда кўп даражада маълумотларни деталлаштириш чоғида автоматик тарзда амалга оширилади.

Объектлар кўп миқдордаги ўзаро муносабатлари билан боғланган. Бу маълумотлар базаларининг реляцион моделини қўллаш самарадорлигини белгилайди, унинг асосида *муносабатлар* тушунчасидан фойдаланилади. Бундай боғланишларга энг содда мисоллар: “...га энг яқин”, “кесишади”, “... билан уланган”. Бу ҳақда 5.2. Муносабатларни таҳлил қилиш бандида батафсил ёзилган.

Ҳар бир объектга унга энг яқин бўлмиш шу классдаги объектнинг идентификаторини ифодаладиган аломат бериш мумкин; шундай қилиб, ушбу мисолдаги каби, объектлар жуфтлари ўртасидаги боғланишлар кодланади. Баъзи топологик ГАТларда кўпинча боғланишларнинг иккита алоҳида типи: топологик тармоқлардаги боғланишлар ва полигонлар ўртасидаги боғланишлар кодланади. Топологик тармоқлар иккита типдаги объектлардан иборат бўлади: чизиклар (ёқлар, қирралар, ёйлар) ва узеллар (чўққилар, кесишувлар, бирлашувлар).

Қирралар ва узеллар ўртасидаги боғланишларни кодлашнинг энг содда усули ҳар бир узелга қўшимча атрибутлар – ҳар бир қирранинг охирида (кириш узели ва чиқиш узели) узелларга идентификаторлар беришдан иборат.

Бу ҳолда геометрияни кодлашда икки типдаги ёзувлар ўринли бўлади:

1. Координаталар (объектларни векторли нотопологик ГАТларда анъанавий таърифлаш).

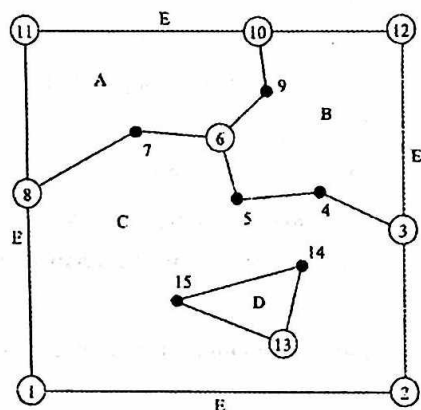
2. Қирраларнинг атрибутлари: кириш узели, чиқиш узели, узунлиги, тавсифий характеристикалари (бу объектларнинг топологиясини инобатга олиш учун қўшимча таърифи).

Маълумотларнинг бундай структураси қиррадан қирраг қўчган ҳолда, улардан узелларининг рақамлари ёпиладиганларини аниқлаш имкониятини беради.

3.6.3.3. Чизиқли-узелли топологик модел

Фазовий объектларни векторли-топологик ифодалашнинг турларидан бири чизиқли-узелли моделдир. Айнан шу содда модел векторли топологик ГАТларда, масалан, ArcInfo, GeoDraw/GeoGraph да энг кўп қўлланилади.

3.12-таъриф. Чизиқли-бурчакли ифодалаш – бу нафақат фазовий объектларнинг геометриясини, балки узеллар, ёйлар ва полигонлар ўртасидаги топологик муносабатларни ҳам таърифловчи векторли моделдир. Айнан шу модел контурли объектларни учта элемент: узеллар, ёйлар ва айнан полигонлар тўплами кўринишида таърифлаш имкониятини беради.



3.17-расм. Чизиқли-узелли топологияга мисол

3.17-расмда бундай ифодалашга мисол келтирилган. Узеллар:1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 13. Чизикли сегментларнинг (ёйларнинг) орилик нуқталари: 4, 5, 7, 9, 14 ва 15. Ёйлар: (1-2), (2-3), (3-6), (6-8), (8-1), (8-6), (6-10), (10-11), (11-8), (3-12), (12-10), (10-6), (6-3), (13-14), (14-15), (15-13). Полигонлар: А, В, С ва D (“орол”, анклавни таърифлаш учун сохта 13-узел киритилади). Е – тўғрибурчак участка ичидаги барча полигонларга нисбатан ташқи бўлган полигон. 3.17-расмдаги объектлар ўртасида баъзи топологик муносабатлар ўрнатилган, уларнинг зарурий элементи полигонлар ва ёйлар номларининг боғланишидир. булардан сўнггисига контурларни айланиб чиқиш йўналишини конвенциялаган ҳолда ўнг ва чап полигонлар кўрсаткичи тегишли деб тушунилади. 13-сохта узел D полигонни ташкил қилиш учун керак.

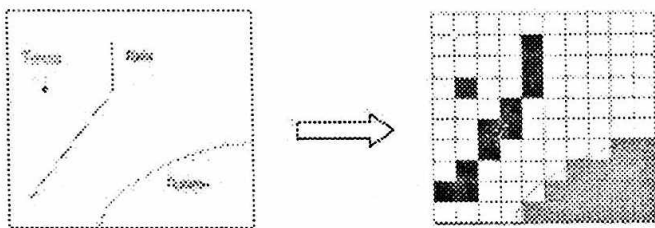
3.7. “Вектор-растр” ва “растр-вектор” ўзгартиришлари

Маълумотларни векторли ифодадан растрлига ва тескари ўзгартириш операциялари аксарият ГАТлар учун муҳимдир, лекин улар ҳам растрли, ҳам векторли форматлар билан ишлайдиган ГАТлар учун айниқса зарур. “Вектор-растр” типдаги ўзгартиришлар (векторли-растрли ўзгартириш) – бу маълумотлар векторли тарзда киритиладиган растрли ГАТларнинг (IDRISI, EPPL7 ва ҳ.к.) одатдаги масаласидир. Растрли-векторли ўзгартириш масаласи векторли ГАТлар (MapInfo, ArcView ва ҳ.к.) учун уларда растрли тасвирларни киритиш зарур бўлган ҳолларда долзарбдир.

3.13-таъриф. Векторли-растрли ўзгартириш ёки растеризация – бу фазовий объектларнинг векторли ифодасини растр элементларига объектлар векторли ёзувларининг уларга тегишлигига ёки тегишли эмаслигига мувофиқ келадиган қийматларни бериш йўли билан растрли ифодага ўзгартиришдир (конвертациялашдир).

Векторли-растрли ўзгартириш алгоритми анча содда, уни қўллаш натижалари эса тўла-тўқис бир маънолидир. Алгоритм ишининг намунаси тариқасида бир мисолни кўриб чиқамиз. Полигонлар кўринишидаги

векторли маълумотлар наборига уларнинг рақамлари билан эгамиз дейлик (3.18-а расм). Бошланғич тасвир устига ячейкалари зарур ўлчамли мунтазам квадратли ёки тўғрибурчакли тўрни қўямиз (3.18-б расм). Ячейкалар марказларини нуқталар билан кўрсатамиз. Бу ячейканинг полигонга мансублиги операциясини амалга оширишда қулайлик учун бажарилади: айнан ячейка геометрик марказининг ҳолати ячейканинг полигонга мансублигини кўрсатади. Ячейка ўзи мансуб бўлган полигоннинг рақамини олади (3.18-в расм).



3.18-расм. Векторни растрга ўзгартириш схемаси

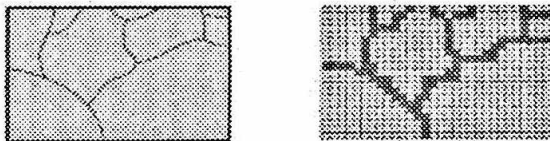
3.14-таъриф. *Растрли-векторли ўзгартириш ёки векторизация* – бу объектларнинг растрли ифодасини операцияларнинг маълум набори ёрдамида векторли ифодага автоматик ёки ярим автоматик тарзда ўзгартиришдир (конвертациялашдир).

Бу наборга, одатда, чизиқнинг растрли ёзувини скелетлаш, уни “ингичкалаштириш”, разрядка операторларини қўллаб генерализациялаш, яъни чизиқларнинг рақамли ёзувларидаги ортиқча оралиқ нуқталарни бартараф қилиш, уларни текислаш, расмни соддалаштириш, узилишларни йўқ қилиш ва осилган чизиқларни олиб ташлаш ишлари киради.

Растрли-векторли ўзгартириш ихтисослаштирилган дастурий воситалар – векторизаторлар, ёки ГАТда махсус модклар билан бажарилади. Растрли тасвирларни трассировкаловчи оддий векторизаторлар кўп ҳолларда график операцияларга хизмат кўрсатиб,

график редакторлар таркибига ёки ГАТ дастурий воситалари таркибига кириши мумкин.

Таъкидлаймизки, векторизациялаш жараёни бир қатор меҳнатталаб ва вақтталаб операцияларни ўз ичига олади, улардан катта қисми автоматизациялашга мойилдир. Бундай операцияларга қуйидагилар киради: чизиқларнинг узилишларини индикациялаш ва бартараф этиш, уларни “ингичкалаштириш” ёки тасвирни скелетлаш. Бундай операциялардан кейин одатда натижаловчи векторли ёзувнинг геометриясини ва топологиясини коррективкалайдиган автоматлаштирилган операциялар қўлланилади, улар тажрибали оператор томонидан бажарилади. Векторизациялашда иккинчи даражали эффектлар юзага келиши мумкин. Бундай эффектлардан бири ўлчамлари бўйича катта бўлмаган, табиий полигонлар мажмуи тоологиясини бузувчи “паразит” полигонлар кўринишида намоён бўлади. Паразит полигонларни олиб ташлаш учун кўпинча уларнинг ўлчами билан боғлиқ бўлган танлаб олиш цензи қўлланилади.



3.19-расм. Чизиқни растрли форматдан векторли форматга векторизациялашга мисол

Векторизациялашга мисол тариқасида чизиқни растрли форматдан векторли форматга ўзгартиришни кўриб чиқамиз. Бошланғич растрли тасвирга эгамиз дейлик (3.19, а расм). Бу ерда ноллар ва бирлар билан майдоннинг пикселлардаги қиймати (тўғрибурчаларда ёки квадратларда) кўрсатилган. У ёки бу тўғрибурчадаги бир унинг фазовий объектни тавсифлашини англатади. 3.19-расмда чизиқни ингичкалаштириш ва

каркас чизигини (скелетни) ажратиш натижаси келтирилади. 3.19-, в расмда векторли объект – шу операцияларни қўллаш натижаси келтирилган.

3.8. Сиртлар (геомайдонлар) моделлари

3.8.1. Умумий ҳолатлар

3.15-таъриф. Юза (геомайдон, релеф) – уч ўлчамли объект (3D) – фазовий объектларнинг нафақат x , y планли координаталар билан, балки z аппликата (геомайдоннинг қиймати) билан ҳам аниқланадиган, яъни координаталар учлиги билан аниқланадиган тўртта асосий типларидан бири.

Аввалроқ биз фазовий объектларнинг қуйидаги учта типлари: нуқталар, чизиқлар ва полигонлар учун мўлжалланган моделларини кўриб чиққан эдик. Бу учта типларнинг барчаси ясси ёки планиметрик объектлар ҳисобланади. Бу ерда эса юзаларни кўриб чиқамиз, улар уч ўлчамли объектлар ёки, ҳорижда айтилишича, 3D-объектлар ҳисобланади. Жой релефи, ҳарорат, ёғинлар майдонлари тақсимооти, геофизик майдонлар (Ернинг магнит, электр майдонлари ва ҳ.к.) ва ҳ.к.лар юзаларга мисол бўлиб хизмат қилади. Бу юзаларнинг барчаси умумий ибора билан – геофизик майдонлар ёки геомайдонлар деб аталади. Геомайдонларнинг рақамли моделлари бундан кейинги кўриб чиқишимизнинг предмети бўлади.

Умуман математик нуқтаи назардан геомайдоннинг ўлчамлари сони 2 га тенг: x ва y географик координаталар – бу моделнинг мустақил параметрлари, геомайдон қийматлари z эса бу параметрларга функция сифатида боғлиқ

$$z = f(x, y).$$

Бироқ майдонли объектлардан фарқли ўлароқ, геомайдонни текисликда “тўлиқ” акс эттиришнинг иложи йўқ, шунинг учун ҳам

картографияда, ҳам геоинформатикада бу моделлар одатда изолиниялар усули билан кўрсатилади. Бундай моделларни майдонли объектлар моделларидан ажратиш учун 2,5D рақамли моделлар деган махсус ном ўйлаб топилди, ва бу билан модел математик планда икки ўлчамли бўлсада, у фақат уч ўлчамли фазода акс эттирилиши мумкинлигига урғу берилди. Бундай моделлар билан ишлаш имкониятини берувчи ГАТлар мувофиқ равишда 2,5D ГАТ деб аталади.

3.8.2. Геомайдонларнинг рақамли моделлари

3.16-таъриф. Геомайдоннинг рақамли модели – бу уч ўлчамли фазода узлуксиз характерга эга бўлган фазовий объектларни рақамли таърифлаш усулидир. Геомайдоннинг рақамли модели геомайдон тушунчаси ҳудудининг ичидаги ҳар бир нуқта учун геомайдоннинг ушбу нуқтадаги қийматини бир маънода белгилаш мумкинлигини назарда тутати.

Геомайдоннинг рақамли моделлари ва уларнинг визуал ифодаланишининг фарқига бориш лозим. Геомайдонни визуал ифодалаш шакллари маълумотларни биринчи навбатда **график** ифодалашга, рақамли моделлари эса – **математик** ифодалашга ориентирланган.

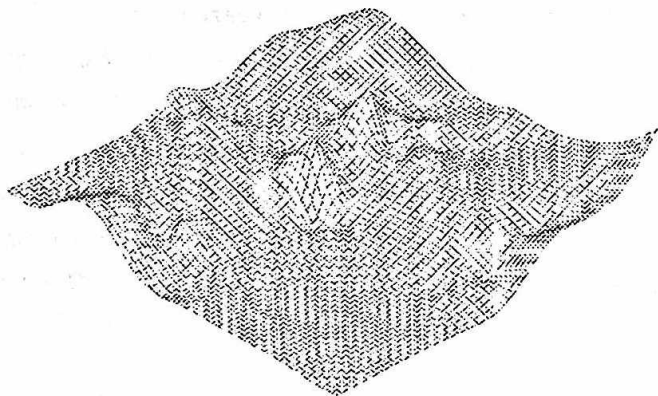
Реал ҳодисалар учун геомайдоннинг $z = f(x,y)$ функцияси кўринишидаги содда аналитик таърифини танлаб олишнинг иложи йўқ. Шунинг учун геомайдонларнинг рақамли моделлари сифатида бўлакли-таркибли юзалар қўлланилади. Кўп ҳолларда бунинг учун мунтазам тармоққа асосланган моделлар (grid-моделлар, тўр функциялари) ва триангуляция тармоғига асосланган моделлар (TIN-моделлар) қўлланилади.

3.8.2.1. Мунтазам тармоқ

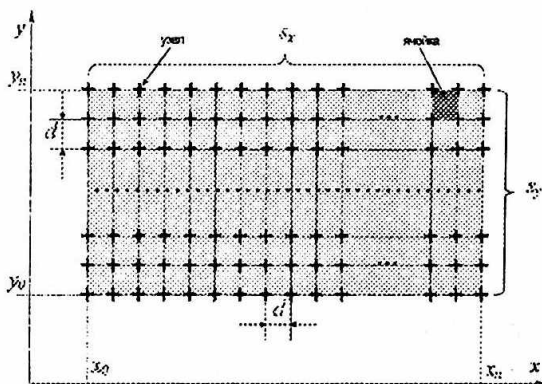
3.17-таъриф. *Мунтазам тармоқ* (grid) – бу геомайдоннинг ҳар бирига берилган нуқтадаги геомайдон қиймати қиёс қилинган нуқталар тармоғи унинг асосига қўйилган рақамли моделидир. Шу билан бирга нуқталар (узеллар) маълу мунтазам шаклда жойлашган, бундан ташқари, геомайдоннинг тармоқ узеллари ўртасидаги қийматларини (бундан кейин геомайдон қийматларини) ҳисоблаш усули берилган.

Мунтазам тармоқлар классификацияси тармоқ ячейкаларининг шакли бўйича ва геомайдоннинг тармоқ узеллари ўртасидаги қийматини ҳисоблаш усули бўйича келтирилиши мумкин. Буни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

1. Тармоқ ячейкаларининг шакли бўйича. Квадратли, тўғрибурчакли ва гексогонал (учбурчакли) ячейкаларли тармоқлар фарқланади. Бироқ амалда квадратли (3.20-расм) ва тўғрибурчакли ячейкалардан иборат мунтазам тармоқлар қўлланилади. Бу шундай маълумотлар билан муолажа қилиш қилиш учун мўлжалланган математик аппаратнинг нисбатан соддалиги ва уларни таҳлил қилиш алгоритмининг соддалиги билан шартланган.



3.20-расм. Мунтазам тармоққа мисол



3.21-расм. Мунтазам тармоқ геометрияси

3.21-расмда квадрат ячейкаларли мунтазам тармоқ параметрлари кўрсатилган, бу ерда

x_0 – тармоқ x -координатасининг минимал қиймати;

y_0 – тармоқ y -координатасининг минимал қиймати;

x_n – тармоқ x -координатасининг максимал қиймати;

y_n – тармоқ y -координатасининг максимал қиймати;

s_x – x ўқ бўйича узеллар сони (кенглик);

s_y – y ўқ бўйича узеллар сони (баландлик);

d – узеллар ўртасидаги масофа (тармоқ қадами).

Ҳақиқатда мунтазам тармоқ геомайдон қийматлари матричасини ўзида ифодалайди, унда матрицанинг ҳар бир ячейкаси мунтазам тармоқнинг узелига мувофиқ келади.

2. Геомайдоннинг тармоқ узеллари ўртасидаги қийматларини ҳисоблаш усули бўйича. Қуйидаги усуллар кўпроқ учрайди.

Энг яқин қўшни усули. Бу геомайдоннинг тармоқ узеллари ўртасидаги қийматини ҳисоблашнинг энг содда усулидир. Геомайдоннинг нуқтадаги қиймати геомайдоннинг мунтазам тармоқнинг энг яқин узелидаги қийматига тенгланади. Бундай мунтазам тармоқлар **ячейкали**

деб аталади. Охир-оқибатда юза ёндош горизонтал участкаларни ўзида ифодалайди.

Геомайдоннинг ихтиёрий нуқтадаги қиймати геомайдоннинг тармоқнинг энг яқин нуқталаридаги қиймати асосида ҳисобланадиган мунтазам тармоқлар *решёткали* деб аталади. Улардан баъзиларини кўриб чиқамиз.

Бичизиқли интерполяция. Бу усул изланган нуқтада тармоқнинг тўртта энг яқин узелларидаги геомайдон қийматларига геомайдонни ҳисоблаш учун бичизиқли интерполяцияни қўллшни назарда тутди. Охир-оқибатда юза ёндош бичизиқли юзаларни ўзида ифодалайди. Кўриниб турибдики, биринчи ҳосила ячейкалар чегараларида узилишларга эга бўлади.

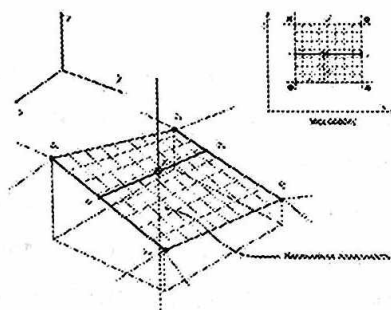
3.22-расмда тармоқнинг ихтиёрий нуқтасида геомайдон қийматини ҳисоблаш схемаси кўрсатилган (квадрат ячейкали тармоқ ҳолати кўрилади), унда

z_1, z_2, z_3 ва z_4 – геомайдоннинг тўртта энг яқин узеллардаги қийматлари;

z – геомайдоннинг изланган нуқтадаги қиймати;

d – узеллар ўртасидаги қадам;

d_x, d_y – тегишли равишда x ва y ўқи бўйича 1-сон узелгача бўлган масофа.

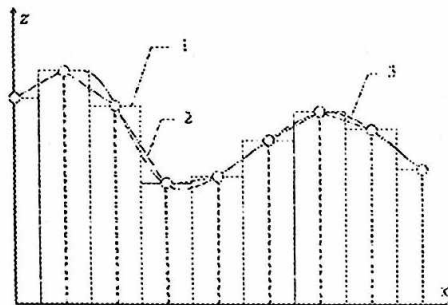


3.22-расм. Бичизиқли интерполяция схемаси

Силайн-интерполяция. Бу усул ҳам интерполяция қўлланилишини назарда тутди. Лекин локал сплайн-юзани тузиш учун тармоқнинг 4 та эмас, балки 16 та энг яқин узелларидаги геомайдон қийматлари зарур. Кўп ҳолларда аввалом бор уларнинг алоҳида хусусиятлари туфайли бикубик сплайнлар қўлланилади. Бундай юза минимал эгриликка эга бўлади, ячейкалар чегараларидаги биринчи ва иккинчи ҳосилалар узлуксиз бўлади. Кўриб чиқилган усул амалда бичизиқли усулга қараганда камроқ учрайди, зеро, биринчидан, ҳисоблаш нуқтаи назаридан у бичизиқли интерполяцияга бўш келади, иккинчидан эса, тармоқ ячейкалари камайганда юза аппроксимацияси аниқлиги бир озгина кўпаяди. Бундан ташқари, сплайнлар қўлланилганда 16 та энг яқин узелларни ҳар доим ҳам ишга солиб бўлмайдиган чегаравий областларда қийматларни қандай ҳисоблаш мумкин, деган масала юзага келади. Шунга қарамасдан, тармоқ узеллари орасидаги қадамлар катта бўлган тақдирда бу усул ҳам ҳисоблаш нуқтаи назаридан, ҳам аппроксимация аниқлиги нуқтаи назаридан оптималдир.

Мунтазам тармоқ узеллари ўртасидаги геомайдон қийматларини ҳисоблашнинг бошқа усуллари ҳам бўлиши мумкин. Бироқ таъкидлаймизки, сплайн-интерполяцияда ҳар қандай базисдан ҳам фойдаланиб бўлавермайди. Масалан, Безье текислаш юзалари базис сифатида тўғри келмайди, зеро юза таянч мунтазам тармоқ орқали аниқ ўтиши лозим, бу мажбурий шартдир.

Бошланғич юза аппроксимациясининг аниқлиги масаласида тўхталиб ўтаемиз. Шубҳасизки, тармоқ узеллари орасидаги геомайдон қиймати турли усулларда ҳисобланган мунтазам тармоқлар билан ифодаланган бошланғич юза аппроксимациясининг аниқлиги турлича бўлади. 3.23-расмда юзанинг бундай аппроксимациясига мисол кўрсатилган (вертикал кесимдаги кўриниш).



3.23-расм. Юза аппроксимацияси усулларини аниқлик бўйича таққослаш

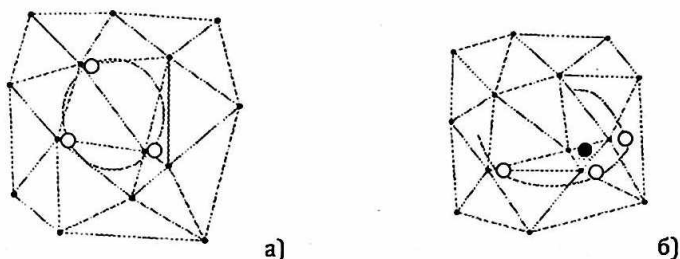
Аппроксимация аниқлиги интеграциялаш услубларининг аниқлигига эквивалент эканлигин кўрсатиш мумкин. Хусусан 3.23-расмда энг яқин кўшни услуби (1) тўғри бурчаклар услубига, бичизикли интерполяция услуби (2) – трапециялар услубига, сплайн-интерполяция услуби эса (3) – параболалар услубига (Симпсон услубига) мувофиқ келади. Маълумки, трапециялар услуби тўғрибурчаклар услубига қараганда аниқроқ, параболалар услуби эса трапециялар услубига қараганда аниқроқдир. Шундай қилиб, тармоқнинг бир хил қадамларида кўриб чиқилган усуллардан сплайн-интерполяция бошланғич юзани энг аниқ, энг яқин кўшни услуби эса – энг кам аниқликда аппроксимациялайди.

3.8.2.2. Триангуляция тармоғи

3.18-таъриф. *Триангуляция тармоғи* (Triangulated Irregular Network, TIN) – геомайдоннинг асосига триангуляция қўйилган рақамли модели.

3.19-таъриф. *Триангуляция* – нуқталарни кесимлар билан бирлаштиришда олинадиган планар граф, у шундайки, планарликни бузмаган ҳолда (яъни кесимлар томонидан бир-бири билан кесишмасдан) бирорта ҳам янги кесимни қўшиш мумкин эмас.

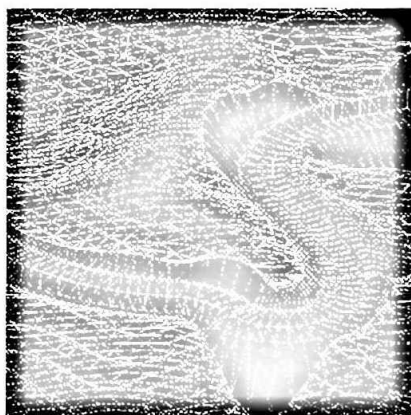
Нуқталарнинг биттв тўпламини турли усуллар билан триангуляциялаш мумкин. Триангуляцияни тузиш учун кўп ҳолларда Делоне мезони қўлланилади. Делоне мезони шуни назарда тутадикки, учбурчакнинг таърифланган айланаси тармоқнинг бошқа учбурчаклар учларини ўз ичига олмаслиги лозим. (3.24-расм).



3.24-расм. Делоне мезони

а – мезон бажарилган, б – мезон бажарилмаган

Ушбу мезонни қўллаб тузилган триангуляция тармоғига мисол 3.25-расмда келтирилган.



3.25-расм. Триангуляция тармоғи

Мунтазам тармоққа асосланган моделлардаги каби, триангуляцион моделларда геомайдоннинг ихтиёрий нуқтадаги қийматини турлича ҳисоблаб чиқиш мумкин. Бундай усулларни батафсил кўриб чиқамиз.

Энг яқин қўшни. Бундай усул геомайдоннинг ихтиёрий нуқтадаги қийматини геомайдоннинг триангуляция тармоғининг энг яқин узелидаги қийматига тенг қилиб белгилашни назарда тутди. Охир-оқибатда юза ёндош горизонтал участкалар наборини ўзида ифодалайди. Бундай юзанинг XOY текислигига проекцияси *Вороний диаграммаси* (таъсир зоналари) деб аталади. Бундай диаграммалар нол нуқтада батафсилроқ кўриб чиқилади.

Чизикли интерполяция. Чизикли интерполяция услуги геомайдон қийматини ҳар бир учбурчак ичида, тармоқнинг бошқа учбурчакларидан мустақил равишда ҳисоблаб чиқишни назарда тутди. Тармоқнинг ҳар қандай учбурчагининг учта учи фазовий учбурчакни ташкил қилади. Нуқтанинг координаталарини билган ҳолда геомайдоннинг изланаётган нуқтадаги қийматини текислик тенгламаси бўйича осонгина ҳисоблаб чиқиш мумкин. Бу услуб триангуляция тармоқларида энг кўп қўлланилади.

Сплайн-интерполяция. Сплайн-интерполяция услуги ҳам геомайдон қийматини ҳар бир учбурчак ичида ҳисоблашни назарда тутди. Бунда одатда бикубик сплайнлар қўлланилади, улар тармоқнинг ҳар бир учбурчаги учун алоҳида тузилади. Ундан кейин, нуқтанинг координаталарини билган ҳолда, сплайнлар тенгламалари бўйича геомайдоннинг изланаётган нуқтадаги қийматини ҳисоблаб чиқиш мумкин. Бироқ сплайн-юзани тузиш учун таянч нуқталардан ташқари қўшимча ахборот ҳам зарур. Сплайнларни учбурчакларнинг қирраларида “ёпиштириш” учун биринчи ҳосилаларнинг қийматларидан фойдаланилади.

Амалда геомайдон қийматини учбурчак ичида ҳисоблаб чиқиш учун кўп ҳолларда чизикли интерполяция қўлланилади. Бу шу билан

изоҳланадики, биринчидан, бундай триангуляция тармоғини таҳлил қилишнинг соддалиги (полиномларни қўллаш ҳолларига қараганда), иккинчидан триангуляцион моделларнинг ўзи, одатда, бошланғич нуқталар (демакки тармоқ учбурчаклари) сони анча катта бўлган ҳолларда қўлланилади, бу бошланғич юзани талаб даражасидаги сифат билан аппроксимациялаш имкониятини беради. Бироқ полиномларни қўллаш триангуляция тармоғини уч ўлчамда визуаллаштириш сифатини баробарида, юзани таҳлил қилиш аниқлигини ҳам анча ошириш имкониятини беради.

3.8.2.3. Мунтазам ва триангуляцион тармоқларни солиштириш

Шубҳа йўқки, геомайдоннинг модели уни максимал аниқликда тафсифлаш имкониятини бериши лозим. Бунда шундай модел билан ишлаш учун компьютернинг оператив хотирасидан фойдаланиш минимал бўлиши лозим, моделнинг ўзи эса имкон қадар камроқ ортиқчаликка эга бўлиши лозим. Бундан ташқари, моделни таҳлил қилиш алгоритмлари имкон қадар содда ва самарали бўлиши лозим.

Зикр этилганларни инобатга олиб, мунтазам ва триангуляцион тармоқларни қуйидаги мезонлар: компьютернинг фойдаланадиган оператив хотираси, бошланғич юза аппроксимациясининг аниқлиги, моделнинг ортиқчаликка эгаллиги, моделни таҳлил қилишнинг мураккаблиги бўйича солиштирамиз.

1. Компьютернинг фойдаланадиган оператив хотираси.

Узеллар сонининг бир хиллигида триангуляцион тармоқни сақлаш учун мунтазам тармоққа қараганда бир неча баробар кўпроқ хотира талаб қилинади. Бу шу билан боғлиқки, триангуляцион тармоқнинг узеллари, одатда, нотекис жойлашган. Шунинг учун ҳар бир узел координаталарини (x, y, z) , шунингдек тармоқнинг топологияси тўғрисидаги ахборотни сақлаш зарурати юзага келади. Эслатиб ўтамизки, мунтазам тармоқни сақлаш учун фақат геомайдон қийматлари жадвалини ва тармоқ геометриясини сақлаш

етарлидир. Тармоқ геометриясини билган ҳолда узеллар координаталарини осонгина ҳисоблаб чиқиш мумкин.

Шу билан бир вақтда мунтазам тармоқнинг қадами, одатда, энг яқин бошланғич нуқталар ўртасидаги ўртача масофадан анча кичик бўлади, бу эгалланадиган хотиранинг сезиларли катталашувига олиб келади. Шундай қилиб, моделлардан қайси бири ЭХМ хотирасига камроқ талабчанлигини қатий айтиш мураккаб – ҳаммаси моделнинг ўз параметрларига ва геомайдонни таърифлашда талаб қилинадиган деталлаштитриш даражасига боғлиқ.

2. Бошланғич юза аппроксимациясининг аниқлиги.

Триангуляция тармоқлари мунтазам тармоқларга қараганда битта катта устунликка эга. Одатда геомайдон моделини тузиш учун зарур бўлган бошланғич маълумотлар номунтазам характерга эга. Бундан ташқари, Қўшимча равишда структуравий чизиклар, синиш чизиклари ва бошқ. каби алоҳида чизиклар қўлланилиши мумкин. Триангуляция тармоғини яратишда барча бошланғич маълумотлар йўқотилмайди, балки моделга киритилади, айти вақтда мунтазам тармоқни яратишда бу маълумотлар моделга киритилмайди, бу эса юза аппроксимацияси аниқлигини пасайтиради.

Бошқа томондан, мунтазам тармоқларни яратишда номунтазам бошланғич нуқталар бўйича мураккаб детерминистик ва геостатистик услублар қўлланилиши мумкин, улар геомайдоннинг ўлчовлар бўлмаган нуқталардаги қийматини юқори аниқликда ҳисоблаш имкониятини беради. Шундай қилиб, бошланғич маълумотлардан аниқ фойдаланиш имконияти нуқтаи назаридан, триангуляцион моделлар афзалроқдир, айти вақтда математик аппарат мунтазам моделлар учун кўпроқ ривож топган.

3. Моделнинг ортиқчаликка эгалиги.

Агар бошланғич тармоқ нуқталарининг зичлиги тадқиқ қилинадиган ҳодисанинг мураккаблигига мувофиқ келса, у ҳолда бундай тармоқ бўйича

тузилган триангуляцион моделлар бу ҳодсани ортиқчаликсиз тавсифлайди. Мунтазам тармоқлар, аксинча, уни ортиқчаликлар билан тавсифлайди. Ахир геомайдон қиймати ўзгармайдиган участкалар триангуляция тармоғида битта ёки бир нечта учбурчаклар билан тавсифланиши мумкин, мунтазам тармоқда эса бунинг учун узелларнинг анча каттароқ сони талаб қилинади.

4. Моделни таҳлил қилишнинг мураккаблиги.

Ҳозирги кунда мунтазам тармоқларни таҳлил қилишнинг кўп сонли математик услублари ишлаб чиқилган. Бу шу билан боғлиқки, мунтазам тармоқ, моҳияти бўйича, матрицадир, матрицаларга ишлов бериш алгоритмлари эса яхши маълум ва тадқиқ қилинган. Тасвирларга ишлов бериш учун қўлланиладиган аксарият алгоритмлар мунтазам тармоқларни таҳлил қилишга осон қўлланилади. Аксинча, триангуляция тармоқларини таҳлил қилиш учун мўлжалланган алгоритмлар анча мураккаброқ бўлади, бу уларнинг қўлланилишини қийинлаштиради.

Кўриниб турганидек, мунтазам моделларнинг ортиқчаликка эгаллиги компьютер оператив хотирасининг қўшимча сарфланишига олиб келади, бироқ бу бундай моделларни таҳлил қилишнинг нисбатан соддалиги билан қопланади. Аксинча, триангуляция тармоқларини таҳлил қилиш анча мураккаброқ, лекин оператив хотира сарфи, одатда, камроқдир.

Триангуляция тармоқлари жой релефини моделлашда энг оммабопдир. Бу қуйидагилар билан изоҳланади:

- одатда, триангуляция тармоқлари улар асосида шакллантириладиган бошланғич нуқталар релефнинг характерли нуқталарида (локал минимумлар ва максимумлар нуқталарида, юзанинг эгилиш нуқталарида, тоғ бели нуқталарида) олинади;

- релефни моделлашда жарлар, жарликлар, бўртиқлар ва ҳ.к.лар тўғрисидаги қўшимча ахборот ҳисобга олиниши зарур: бу триангуляция тармоғи доирасида осон бажарилади;

- бошланғич нуқталарнинг сони бир неча миллионга етиши мумкин, триангуляция тармоғи эса маълумотларни ортиқчаликсиз сақлаш имкониятини беради.

Мунтазам моделлар умумий қиёфаси кузатувчига номаълум бўлган геомайдонларни моделлашда энг оммабопдир. Бундай моделлар геологияда, геофизикада, экологияда ва моделлаш учун қўлланиладиган бошланғич маълумотларнинг ҳажми унча катта бўлмаган, геомайдоннинг қўшимча қийматини оператив олиш қийин ёки мумкин бўлмаган (масалан, янги скважинани бурғулаш ёки қиммат турадиган қўшимча геофизик тадқиқотлар ўтказилиши талаб этилиши мумкин) бошқа соҳаларда қўлланилади. Бундан ташқари, катта сонли математик услубларнинг қўлланилиши бундай моделларнинг турли вариантларини шакллантириш ва уларнинг адекватлигини баҳолаш имкониятини беради. Айнан шу аргументлар аксарият тадқиқотчилар учун геомайдон моделини танлашда геомайдоннинг мунтазам моделида тўхташга сабаб бўлади.

Мунтазам ва триангуляцион моделларнинг хусусиятларини ўзида бирга қўшадиган модел мавжуд – TGRID (triangulated grid). Бундай модел бошланғич маълумотларни интерполяциялашда айтилишича юза тўсиқларини (breaks, barriers) таърифлаш учун қўшимча маълумотларни қўллаш имкониятини беради. Масалан, жой релефининг модели ҳолида жарлар, қоя бўртиқлари ва релефнинг бошқа характерли шакллари тўсиқ сифатида чиқиши мумкин.

3.9. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар

1. Маълумотларни қаватли ташкил қилиш принципининг маҳияти нимада?

2. ГАТларда қўлланиладиган фазовий объектларнинг типларини санаб беринг.

3. Маълумотларнинг мунтазам-ячейкали моделлари маълумотларнинг растрли моделларидан нима билан фарқ қилади?

4. Фазовий маълумотлар моделларининг шу маълумотларни ифодалаш форматларидан фарқи нимада?

5. Фазовий ва атрибутив маълумотларнинг қандай боғланиш вариантлари мавжуд?

6. Фазовий маълумотлар растрли моделларининг асосий характеристикаларини айтиб беринг.

7. Космосуратларни сақлаш учун мўлжалланган машхур Google Maps Интернет-ресурси фазовий маълумотларнинг квадротомик моделидан фойдаланади. Нима деб ўйлайсиз, нега ишлаб чиқувчилар айнан шу моделни танлашган?

8. Векторли топологик ва нотопологик моделлар нима билан фарқ қилади?

9. Растрли моделларни векторлига ўзгартиришда қандай муаммолар юзага келади?

10. Қандай модел – мунтазам ёки триангуляцион – релефни моделлаш учун кўпроқ тўғри келади ва нима учун?

4-БОБ. ФАЗОВИЙ МАЪЛУМОТЛАРНИ ВИЗУАЛЛАШТИРИШ

4.1. Фазовий маълумотларни визуаллаштиришнинг умумий принциплари

ГАТларнинг шубҳасиз устунлиги фазовий маълумотларни карта кўринишида яққол ифодалаш имкониятидир. Ниманинг шарофати билан бунга эришилишини кўриб чиқамиз.

Фазовий маълумотларни ГАТларда визаллаштиришда бош принцип – фазовий маълумотларни **қатламли ташкил қилишнинг** қўлланилишидир. Бунда бир типдаги маълумотлар **қатламларга** гуруҳланади. Бунда бир типдаги маълумотлар деганда ўхшаш семантикага эга ёки бир хил ўлчамга ёхуд топологик структурага эга бўлган объектларни тушуниш мумкин. Хусусан топографик картада қуйидаги қатламларни ажратиш мумкин: ўрмон участкалари, гидротармоқ, аҳоли пунктлари, жой релефи, автойўллар, темир йўллар ва ҳ.к.

Фазовий маълумотларни қатламли ташкил қилиш қуйидаги устунликларга эга;

- картани визуаллаштиришда қатламларнинг **қўринарлилигини** ўзгартириш имконияти;
- картани визуаллаштиришда қатламларнинг **тартибини** ўзгартириш имконияти;
- ҳар бир қатламни визуаллаштириш параметрларини мустақил созлаш имконияти;
- қатламлар бўйича мустақил фазовий **таҳлил** имконияти;
- турли даражадаги деталланган ва келиб чиққан қатламлардан карталарни шакллантириш имконияти.

ГАТларда маълумотларнинг векторлилар баробарида растрли моделлари қўлланилиши мумкинлигини инобатга олиб, маълумотларни қатламли ташкил қилишда векторли қатламлар ва растрли қатламлар

олинади. Шу билан бирга битта растрли тасвирга растрли қатлам мувофиқ келади.

Баъзи ГАТларда атрибутлари бўйича ўхшаш векторли қатламларни ёки растрли қатламлар сериясини битта, *уланган* деб аталмиш қатламга бирлаштириш мумкин. Бундай қатлам бир нечта мустақил қатламлардан шаклланган бўлсада, фойдаланувчи учун бир бутун бўлиб кўринади. Бундай операция қатламлар серияси билан бир бутун қатлам тариқасида манипуляция қилиш имкониятини беради.

Агар картада қатламлар сони катта бўлса, уларни бошқариш анча мураккаб бўлади. Шу сабабли шундай ГАТлар мажудки, уларда *қатламлар гуруҳларини* шакллантириш мумкин. Масалан, “Релеф” гуруҳига қуйидаги қатламлар кириши мумкин: горизонталлар, баландликлар белгилари, жарлар ва бошқалар. Бундай гуруҳнинг кўринарлилиги ўзгарган тақдирда, ушбу гуруҳга кирувчи барча қатламларнинг кўринарлилиги ўзгаради.

Замонавий ГАТларда қатламлар сонига ҳеч қандай чекловлар қўйилмайди. Бироқ қатламлар жойлашувининг қуйидаги тартибига (пастан-тепага қараб) риоя қилиш мақсадга мувофиқдир.

1. Растрли қатламлар.
2. Майдонли объектларли қатламлар.
3. Чизиқли объектларли қатламлар.
4. Нуқтали объектларли қатламлар.
5. Матнли объектларли қатламлар.

Бундай тартиб картадаги кўпчилик объектларнинг кўринарлилигига эришиш имкониятини беради.

Фазовий маълумотларни карта кўринишида визуаллаштириш ГАТлар учуе асосий, лекин ягона бўлмаган усул ҳисобланади. Қуйида шунингдек фазовий маълумотларни уч ўлчамли визуаллаштиришнинг хусусиятлари баён этилган. Шу усулларни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

4.2. Векторли маълумотларни визуаллаштириш

Замонавий ГАТларда векторли маълумотларни визуаллаштиришга иккита муқобил ёндошув учрайди. Биринчи ёндошув объектларнинг *географик хусусиятларини* уларнинг геометрик характеристикалари (координаталари) билан бирга *сақлашни* назарда тутди. Бундай ёндошувдан шунингдек барча векторли график редакторларда ҳам фойдаланилади. Ушбу ёндошувнинг устунлиги ўзига етарлиликдир: объектларнинг график стилларини бир сафар шакллантириб, бу қатламни визуаллаштириш қоидалари ҳақида ўйламаса ҳам бўлади. Унинг камчиликлари жумласига объектларни визуаллаштириш қоидалари ўзгарган тақдирда, барча объектларда график стилин ўзгартириш зарурлигини киритиш лозим. Хусусан MapInfo Professional ГАТида ушбу ёндошув асосий ҳисобланади.

Иккинчи ёндошувда график хусусиятлар объектнинг мустақил хусусиятлари ҳисобланмайди, балки, масалан, атрибутлар қийматларига боғлиқдир. Бу ҳолда *маълумотлар визуализатори* тушунчаси – картадаги маълумотларни визуаллаштириш учун мўлжалланган қоидалар набори қўлланилади. Ёндошувнинг устунлиги визуаллаштириш қоидасини ўзгартиришнинг соддалиги, камчилиги эса – янги картани шакллантиришда визуаллаштириш қоидаларини бериш зарурлигидир. Аксарият универсал ГАТлар, масалан, ArcView, маълумотларни визуаллаштириш учун ушбу ёндошувни қўллайди.

4.2.1. Шартли белгилар

Карта реал дунёнинг модели эканини эсга оламиз. Картада реал объектлар ёки ҳодсаларни тасвирловчи элементлар жойлаштирилади. Барча картографик тасвирларнинг асосий элементи ***шартли белгилардир***, уларнинг ёрдамида бундай объектлар ёки ҳодисалар картада акс эттирилади. Картографияда шартли белгиларнинг учта асосий типлари: нуқтали, чизиқли ва майдонли шартли белгилар ажратилади.

Нуқтали шартли белгилар билан картада ўлчамлари карта масштабида эътиборга арзимас даражада кичик бўлган объектлар ёки ҳодисалар тасвирланади. Шартли белгининг ўлчами тасвирланадиган объектнинг ўлчамига пропорционал тарзда эмас, балки инсон томонидан яхши идрок қилинадиган тарзда танланади.

Чизиқли шартли белгилар билан картада карта масштабида сезиларли узун, лекин эътиборга арзимас кичик кенгликка эга бўлган объектлар ёки ҳодисалар тасвирланади.

Майдонли шартли белгилар билан картада карта масштабида сезиларли узун объектлар ёки ҳодисалар тасвирланади. Ҳар бир майдонли шартли белги картада қандайдир ёпиқ ҳудудни тўлдиради.

Таърифланган шартли белгилар билан ифодалашнинг иложи бўлмаган объектлар ёки ҳодисаларни тасвирлаш учун *махсус шартли белгилар* қўлланилади. Бундан ташқари, картографияда шунингдек *матнли шартли белгилар* ҳам қўлланилади, улардан картадаги матнли ёзувларни ифодалаш учун фойдаланилади.

4.2.2. Нуқтали объектларни визуаллаштириш

Нуқтали объектларни визуаллаштириш учун қуйидаги асосий усуллардан фойдаланилади (4.1-расм).

Содда фигуралар. Бу аксарият ГАТларда реализация қилинган энг содда усулдир.

Векторли шрифтлар. Бу усул векторли шрифтлардан (TrueType, OpenType, Type 1) иборат символларни қўллашни назарда тутди. Бундай шрифтлар операцион тизим воситалари билан осон ва сифат йўқолмагани ҳолда масштабланади ва расмланади. Шунинг учун нуқтали объектларни визуаллаштиришнинг бундай усули деярли барча замонавий ГАТларда бор. Бу усулда соя эффектларини, символнинг бурилишини, рамакални, ҳошияларни ва бошқ.ни қўллаш мумкин. Усулнинг камчиликлари жумласига ўз симболини шакллантиришнинг мураккаблигини (бунинг

учун махсус дастур талаб қилинади) ва символнинг монохромлигини киритиш мумкин.

!	∇	#	Э	%	&	Содда фигуралар
(	<	≡	<	!	[	Векторли шрифтлар
						Растрли символлар

4.1-расм. Нуқтали объектларни визуаллаштиришнинг асосий усуллари

Растрли символлар. Бу усулда нуқтали объектлар растрли символлар ёрдамида визуаллаштирилади. Одатда, бундай символлар 32×32, 64×64, 128×128 ва ҳ.к. пикселлардаги катта бўлмаган ўлчамларли растрлардир. Бу усулнинг устунликлари жумласига рангли символларни қўллаш имкониятини ва янгиларини яратишнинг осонлигини киритиш мумкин. Усулнинг камчилиги картани босиб чиқарганда символлар сифатининг пастлигидир.

Баъзи ГАТларда нуқтали объектларни визуаллаштириш учун векторли файлларда сақланадиган *векторли символларни* қўллаш имконияти мавжуд. Бу ҳам монохром, ҳам тўлиқ рангли тасвирлар бўлиши мумкин. Одатда бунинг учун WMF ёки EMF форматлар қўлланилади. Янги символларни шакллантириш учун тасвирларни кўрсатилган форматларда сақлаш имкониятига эга векторли график редактордан фойдаланиш зарур.

Таъкидлаймизки, карталарни бошқа компьютерга кўчириб ўтказишда шундай шрифтлар ёки тасвирларли файллар бошқа компьютерда борлиги ҳақида ташвиш қилиш зарур.

4.2.3. Чизиқли объектларни визуаллаштириш

Чизиқли объектларни визуаллаштириш учун қуйидаги асосий усуллар қўлланилади: узлуксиз, пунктир ва штрихпунктир чизиқлар,

нуқтали символлар туширилган чизиқлар ва бошқ. (4.2-расм). Чизиқ стилини сошлашда унинг рангини ва қалинлигини бериш мумкин.

4.2.4. Майдонли объектларни визуаллаштириш

Майдонли объектларни визуаллаштиришда график стиль иккита компонентга эга: чегара стили ва тўлдирма стили. Майдонли объект чегарасини визуаллаштириш учун чизиқли объектларни визуаллаштиришдаги каби усуллар қўлланилади. Майдонли объектларни тўлдириш (бўяб чиқиш) учун қуйидаги асосий усуллар қўлланилади.

Шаффоф тўлдирма. Ушбу усул объектнинг фақат контурини (чегарасини) кўрсатиш зарур бўлган ёки объект бошқа объектни ёпиб қўйган ва бунинг кераги йўқ бўлган ҳолларда қўлланилади (4.3-, а расм).

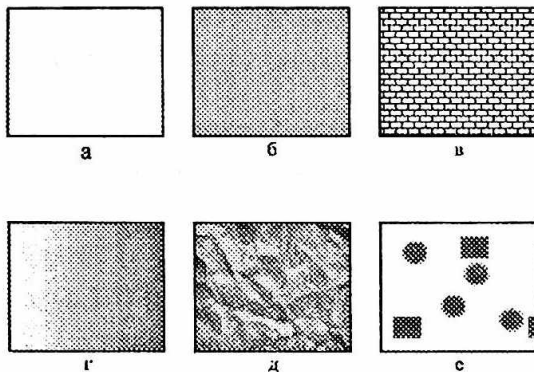
Бир хил узлуксиз тўлдирма (4.3-, б расм) майдонли объектларни визуаллаштиришнинг энг кенг тарқалган усулидир.

Шаблон бўйича тўлдирма (штриховка) объектни қандайдир шаблон билан мозаик тўлдиришни назарда тутати Шаблон катта бўлмаган растрни ўзида ифодалайди, у учун фойдаланувчи асосий ва фонли ранглар бериши мумкин (4.3-, в расм).

Градиентли тўлдирма. Бу усул объектни бир-бирига равон ўтадиган бир нечта ранглар билан бўяш имкониятини беради (4.3-, г расм). Фойдаланувчи градиентли тўлдирманинг йўналишини (горизонтал, вертикал, диагональ ва бошқ.), асосий ранглар сонини ва бошқа параметрларни қўшимча равишда бериши мумкин.

Текстурали тўлдирма шаблонли тўлдирмага ўхшашдир, фақат монохром растр ўрнига тўлиқ рангли тасвир қўлланилади (4.3-, д расм).

Векторли тўлдирма ҳам объектни мозаик тарзда тўлдиришни назарда тутати. Тўлдириш катта бўлмаган векторли элементлар, нуқтали символлар ёки векторли расмлар билан бажарилиши мумкин (4.3-, е расм).



4.3-расм. Майдонли объектларни визуаллаштириш усуллари

а – шаффоф, б – бир хил, в – шаблон бўйича

г – градиентли, д – текстурали, е - векторли

Аксарият ГАТларда масштабланмайдиган шартли белгилар қўлланилади. Карта масштаби ўзгарганда нуқтали объектнинг ўлчами ёки чизиқли объектнинг қалинлиги ўзгармас бўлиб қолади. Баъзи ГАТларда шунингдек масштабладиган шартли белгилар билан ҳам ишланади.

4.2.5. Матнли объектларни визуаллаштириш

Матнли объектлар карта объектларини ёзиб кўрсатиш учун мўлжалланган. Замонавий ГАТларда объектларни ёзиб кўрсатишга иккита муқобил ёндошув қўлланилади. Улардан биринчиси мустақил матнли объектларни қўлда шакллантиришни назарда тутати. Одатда картанинг барча матнли объектлари битта қатламда жойланади. Агар бундай ёзувлар кўп бўлса, битта эмас бир нечта матнли қатламлар шакллантирилади, бу ёзувларни бошқаришни таъминлайди. Ушбу ёндошувнинг устунлиги унинг универсаллиги ва кенг имкониятларидадир. Бироқ бундай объектларни қўлда шакллантиришга: матн таркибини, географик ҳолатини матн стилини қўлда ўрнатишга тўғри келади.

Иккинчи ёндошувда ГАТ ёзувларни қайсидир қоида асосида *автоматик* тарзда яратади. Одатла ёзувнинг матний таркиби объектнинг фойдаланувчи томонидан танланган атрибутининг қийматига мувофиқ келади, географик ҳолати эса ёзиб кўрсатиладиган объектнинг центроидига тўғри келади. Кўп ҳолларда бундай ёзувлар *динамик* ҳисобланади. Бу уларнинг асосида ёзув яратилган маълумотлар ўзгарганда ёзув ҳам автоматик тарзда ўзгаришини англатади. Ушбу ёндошув қатламнинг барча объектларини, шунчаки ёзиб кўрсатиш қоидасини бериган ҳолда, жуда тез ёзиб кўрсатиш имкониятини беради. Баъзи ГАТларда бундай матнли объектлар мустақил бўлмайди, балки картани кўрсатишда тизим томонидан “шу заҳоти” шакллантирилади.

Ёзувлар *масштабланадиган* ва *масштабланмайдиган* бўлиши мумкин. Биринчи ҳолда карта масштаби ўзгарганда ёзувларнинг ўлчами ҳам ўзгаради. Иккинчи ҳолда ёзувларнинг ўлчами ўзгармас катталиқ бўлиб қолади. Матнли объектлар стилини сошлаш учун қуйидагилар қўлланилади: шрифт, шрифтнинг ўлчами, шрифтнинг ранги, курсиқ, тагчизиқ, разрядка ва бошқ.

4.3. Тематик карталар

4.1-таъриф. Тематик карталар – бу маълум тема бўйича яратилган ва қандайдир объектларни ёки ҳодисаларни намоиш қилиш учун мўлжалланган карталардир.

Геоахборот тизимлари тематик карталарни *автоматлаштирилган* процедураларнинг маълум наборини қўллаб анча тез яратиш имкониятини беради. Бундай процедуралар теран расмийлаштирилган *қоидалар* асосида маълумотларни турли тасвирий приёмлар ёрдамида равшан ифодалаш имкониятини беради.

1. *Янги тематик қатламни яратиш.* Бу усул тематик объектларни ўз ичига олган қўшимча қатлам яратишни назарда тутди. Бундай қатлам ўзига хос ва, одатда, *динамикдир*. Сўнггиси шунга англатадики, маълумотлар

бошланғич қатламда ўзгарганда, тематик қатлам автоматик тарзда янгиланади. Усулнинг устунлиги бундай қатламни самарали бошқариш, масалан, унинг кўринарлилигини ўзгартириш имкониятидир. Бундан ташқари, битта бошланғич қатлам учун турли ҳодисаларни акс эттирувчи бир нечта тематик қатламларни шакллантириш мумкин. Тематик карталар яратишнинг ушбу усули MapInfo Proftssional да қўлланилади.

2. Қатламни тематик ажратиш. Ушбу усулда қатлам объектларини визаллаштириш қондаси берилади. 4.2-бандда векторли маълумотларни визуаллаштиришга бўлган иккита муқобил ёндошув ҳақида айтилган эди. Қатламни тематик ажратиш иккинчи ёндошув – маълумотлар визуализатори қўлланилишини назарда тутати. Шундай қилиб, қатлам объектлари ёки бир тахлитда, ёки тематик визуаллаштирилади.

4.3.1. Тематик ўзгарувчи тушунчаси

Тематик маълумотларни визаллаштириш қондаси шу маълумотлар манбаини кўрсатишни албатта ўз ичига олади. Бу қандайдир атрибут ёки битта ёхуд бир нечта атрибутлар бўйича ҳисоблаб чиқариладиган ифода бўлиши мумкин.

4.2-таъриф. Тематик ўзгарувчи – қатлам объектларини тематик ажратиш процедурасида қўлланиладиган ўзгарувчи. У ҳар бир объект учун маълум майдондаги ёзувга мувофиқ келадиган қийматни ёки шу ёзувдан майдонлар қийматини ҳисоблаш билан олинган қийматга тенг қийматни қабул қилади.

4.3.2. Диапазонлар услуби

Диапазонлар услубида сонли типдаги битта тематик ўзгарувчидан фойдаланилади. Услубнинг моҳияти қуйидагидан иборат. Тематик ўзгарувчининг қийматлар интервали сонини фойдаланувчи сошлаши мумкин бўлган *диапазонларга* бўлиб чиқилади. Ҳар бир диапазонга ўзининг

ноёб график стили тайинланади.Охир-оқибатда битта диапазонга тушган объектлар картада ушбу диапазоннинг стили билан визуаллаштирилади.

Диапазонларга бўлиб чиқишни турлича бажариш мумкин. Аксарият ГАТларда қуйидаги усулларда ишланади:

Объектларнинг тенг сони – диапазонларнинг кенглиги шундай тарзда ҳисобланадиги, ҳар бир диапазонга тушган объектларнинг сони тахминан бирхил бўлиши керак.

Объектларнинг тенг майдони – диапазонларнинг кенглиги шундай тарзда ҳисобланадиги, ҳар бир диапазонга тушган объектларнинг жами майдони тахминан бирхил бўлиши керак.

Фойдаланувчи томонидан берилган диапазонлар – ҳар бир диапазоннинг кенглиги фойдаланувчи томонидан берилади.

Диапазонларнинг график стилларини шакллантиришнинг турли усуллари мавжуд. Ҳаммасидан кўпроқ градиентли усул қўлланилади. Бу усулларда ГАТ ҳар бир диапазон учун қуйидагиларни автоматик тарзда ҳисоблаб чиқиши мумкин:

- фойдаланувчи танлаган ранг схемаси асосидаги ранг (4.4-расм);
- штриховка;
- чизиқнинг қалинлиги;
- символнинг ўлчами (4.5-расм);
- симиволнинг бурилиши.



4.4-расм. Майдонли объектларли қатлам учун диапазонлар усули билан тузилган тематик карта



4.5-расм. Нуқтали объектларли қатлам учун диапазонлар усули билан тузилган тематик карта

Агар диапазонлар услуби майдонли объектларли қатламга қўлланилса, у ҳолда бундай карта **картограмма** деб аталади.

Диапазонлар услуби нафақат майдонли объектларли қатламларга, балки чизиқли ва нуқтали объектларли қатламларга ҳам қўлланилиши мумкин. Чизиқли объектларли қатлам учун рангни ва чизиқ қалинлигини, нуқтали объектларли қатлам учун эса ранг, символларнинг ўлчами ёки символнинг бурилиши ҳисоб-китобини қўллаш мумкин.

4.3.3. Диаграммалар услуби

Диаграммалар услубида сонли типдаги иккита ёки ундан ортиқ тематик ўзгарувчилар қўлланилади. Услуб қатламнинг ҳар бир объекти яқинида диаграммалар тузишни назарда тутати (Одатда диаграмма маркази объектмарказига мос келади). Энг кўп ҳолларда столбасимон ва айланма диаграммалар қўлланилади, улар шунингдек **картодиаграммалар** ҳам деб аталади.

Столбасимон диаграммада (4.6-расм) ҳар бир устун битта тематик ўзгарувчига мувофиқ келади, унинг баландлиги эса берилган объект учун тематик ўзгарувчининг қийматига пропорционалдир (одатда, чизиқли квадратли ва логарифмик боғланишлар қўлланилади). Фойдаланувчи

устунларнинг график стилларини, уларнинг кенглигини, ориентациясини ва бошқаларни қўшимча равишда созлаши мумкин.



4.6-расм. Столбасимон диаграммалар услуги билан тузилган тематик карта

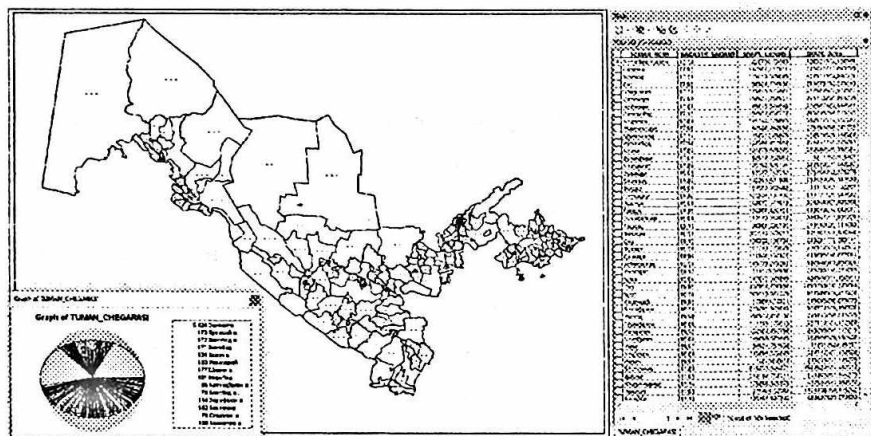
Айланма диаграммада (4.7-расм) ҳар бир сектор битта тематик ўзгарувчига мувофиқ келади, унинг бурчаги эса берилган объект учун тематик ўзгарувчининг қийматига пропорционалдир. Айланма диаграммалар икки: белгиланган ва ўзгарувчан радиусли типларда бўлади. Сўнгги ҳолда радиус диаграмма барча секторларининг қийматлари йиғиндисига пропорционал ёки қўшимча тематик ўзгарувчига пропорционал равишда ҳисоблаб чиқилиши мумкин. Одатда фойдаланувчи секторларнинг график стилларини, уларнинг ориентациясини ва бошқаларни қўшимча равишда созлаши мумкин.



4.7-расм. Айланма диаграммалар услуги билан тузилган тематик карта

4.3.4. Ўлчам символлари услуби

Ўлчам символлари услубида сонли типдаги битта тематик ўзгарувчи қўлланилади. Услуб берилган объект учун тематик ўзгарувчининг қийматига пропорционал ўлчамли бўлган нуқтали символни шакллантиришни назарда тутати (одатда, чизиқли квадратли ва логарифмик боғланишлар қўлланилади). Фойдаланувчи бундай пропорция қондасини ва символнинг қўлланиладиган типини бериши мумкин.



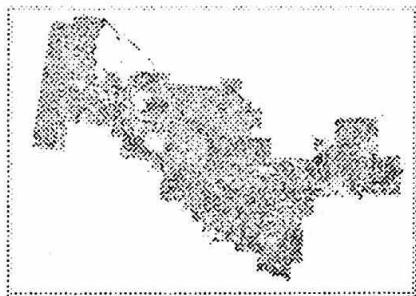
4.8-расм. Ўлчам символлари услуги билан тузилган
тематик карта

Ушбу услуб нуқтали объектлар ҳолатидаги ҳар бир диапазонга маълум ўлчамдаги символ мувофиқ келадиган диапазонлар услубига ўхшашдир. Бироқ диапазонлар услубида тематик ўзгарувчининг турли қийматларига эга бўлган, лекин битта диапазонга тушадиган иккита объект картада бир хил символ билан кўрсатилади. Ўлчам символлари услубида бундай объектлар ҳар ҳолда турли ўлчамга эга бўлади.

4.3.5. Нуқталар зичлиги услуби

Нуқталар зичлиги услубида сонли типдаги битта тематик ўзгарувчи қўлланилади. Услубнинг моҳияти қуйидагидан иборат. Ҳар бир майдонли

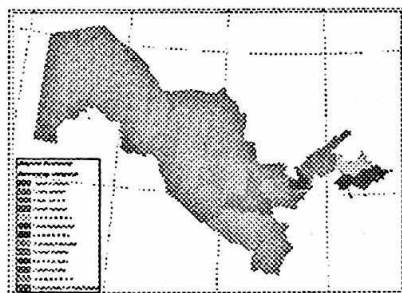
объект нуқталар тўри билан тасодифий ва бир текисда қопланади, бунда бу нуқталарнинг сони берилган объект учун тематик ўзгарувчининг қийматига пропорционалдир (4.9-расм). Шубҳасизки, бу услуб фақат майдонли объектларли қатламлар учун қўлланилиши мумкин. Одатда фойдаланувчи бундай пропорция қондасини ва қўлланиладиган нуқта типини бериши мумкин.



4.9-расм. Нуқталар зичлиги услуги билан тузилган тематик карта

4.3.6. Индивидуал қийматлар услуби

Нуқталарнинг индивидуал қийматлари услубда ихтиёрий типдаги битта тематик ўзгарувчи қўлланилади. Бу ерда тематик ўзгарувчининг ҳар бир ноёб қийматига ноёб график стилга эга гуруҳ мувофиқ келади. Бундай услуб объектларни тоифалар бўйича гуруҳлаш учун қўлланилади (4.10-расм).



4.10-расм. Индивидуал қийматлар услуби билан тузилган тематик карта

4.4. Растрли маълумотларни визуаллаштириш

ГАТларда растрли маълумотларни визуаллаштириш учун шунингдек картани қатламли ташкил қилиш принципи ҳам қўлланилади. Бунда ҳар бир тасвир алоқда қатлам кўринишида ифодаланади. Замонавий ҳам векторли, ҳам растрли ГАТларда картада бир вақтда ҳам векторли, ҳам растрли қатламлар бир вақтда кўрсатилиши мумкин.

Карта турли проекцияларда кўрсатилиши мумкинлигини инобатга олиб, ГАТда растрли қатламларни *қайта проекциялаш механизми* кўзда тутилган бўлиши муҳимдир. Агар векторли қатламларни қайта проекциялаш нисбатан енгил амалга оширилса, растрли қатламларни қайта проекциялаш эса анча мураккаб масала. Амалда бунинг учун одатда энг яқин қўшни ва кубик ўрам алгоритмлари қўлланилади. Қайта проекциялаш масаласи векторли маълумотларни ва Ерни масофадан зондлаш маълумотларини, масалан, космосуратларни қўшишда айниқса долзарбдир.

Растрли маълумотларнинг келиб чиқиши бўйича турлича бўлиши мумкин. Бу қоғоздаги картанинг тагқўйилма сифатида ишлатиладиган сканирлаб олинган тасвири, аэро- ёки космосурат бўлиши мумкин. Сўнгги ҳолда тасвир оптик диапазонда эмас, балки, масалан, инфрақизил диапазонда бажарилган ёки визуаллаштиришнинг алоҳида усулларини талаб қиладиган кўп каналли бўлиши мумкин.

1. Тўла рангли ва оқ-қора тасвирларни визуаллаштириш одатда “бири бирига” тарзида бажарилади. Бунда фойдаланувчи одатда растрнинг ёруғлигини, контрастлигини, ранглар балансини ва шаффофлик даражасини сошлаши мумкин. Сўнггиси растрли қатламларни вектоли қатламлар устига жойлаштириш ва бунда уларни бутунлай ёпиб қўймаслик имкониятини беради.

2. Кўп каналли растрли маълумотларни визуаллаштириш учун кўп ҳолларда *RGB-кмпозиция* қўлланилади. Композициянинг ҳар бир канали

кўп каналли тасвирнинг каналларидан бирига мувофиқ келади. Бироқ каналлар учтадан ортиқ бўлса, у ҳолда композициянинг канали бошланғич тасвирнинг маълум қоида билан бирлашган бир нечта каналларига мувофиқ келиши мумкин.

3. Бир каналли тасвирлаш учун *ноёб қийматлар бўйича визуаллаштириш* қўлланилади, унинг моҳияти тематик карталар тузиш учун қўлланиладиган индивидуал қийматлар услубига ўхшашдир. Ушбу услуб визуаллаштиришда пикселнинг ноёб қиймати ва рангининг мувофиқлигига оид *палитра* деб аталмиш махсус жадвалидан фойдаланишни назарда тутаяди. ГАТларда шунингдек *қийматлар диапазони бўйича визуаллаштириш* ҳам қўлланилади, унинг моҳияти тематик карталар тузиш учун қўлланиладиган диапазонлар услубига ўхшашдир.

Аксарият замонавий ГАТлар GIF, JPEG, TIFF, BMP ва бошқ. кенг маълум бўлган растрли форматлар баробарида йўлдош суратлари, масалан BIL (SPOT) формати билан ҳам ишлай олади.

4.5. Генерализациялаш масаласи

ГАТларда картани, унинг қоғоз вариантыдан фарqli ўлароқ, турлича масштабда визуаллаштириш мумкин, Бироқ масштаб кичрайтирилганда картанинг ортиқча юкланганлиги муаммоси юзага келади. *Генерализация* деганда картанинг кичикроқ масштабдаги картага кўчириб ўтказиладиган асосий элементларини кўрсатиш, қолганларини эса олиб ташлаш имкониятини берувчи жараён тушунилади.

Қоғозли картография даврида аллақачон шаклланган маълум услубиётлар мавжудлигига қарамай, генерациялаш масаласи ижодий ёндошувни талаб қиладиган, заиф расмийлаштирилган ва субъектив ҳисобланади. Шунга қарамасдан, ГАТларда бу масаланинг айри босқичларини автоматлаштириш имкониятини берувчи маълум услублар ва процедуралар мавжуд.

ГАТларда реализация қилинган илк ечимлардан бири **масштаб эффектидан** фойдаланиш бўлди. Ечимнинг моҳияти етарлича содда: қатлам учун картанинг унинг чегарасида қатлам кўринарли бўлган масштаб диапазонлари берилади. Диапазонлар чегарасидан ташқарига чиқилган ҳолда қатлам объектлари визуаллаштирилмайди. Шубҳа йўқки, масштаб эффектining қўлланилиши генерациялаш масаласини фақат қисман ечиши мумкин.

Ушбу масаланинг бошқа ечимлари ҳам мавжуд. Одатда, улар ГАТларда алоҳида операциялар кўринишида ифодаланган. Улардан энг кўп қўлланиладиганларини кўриб чиқамиз.

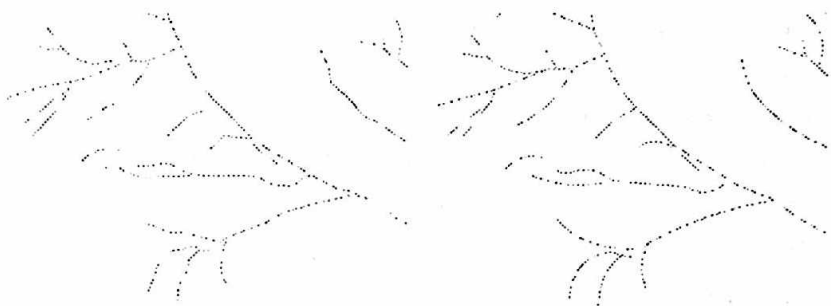
1. *Майда объектларни олиб ташлаш.* Ушбу операция майдони ва/ёки чизиқли ўлчамлари берилган катталиқдан кичик бўлган объектларни олиб ташлаш имкониятини беради.

2. *Объектларни соддалаштириш.* Ушбу операция чизиқли ва майдонли объектларнинг шаклини бир-бирига деярли мос келадиган ёки деярли бир тўғри чизиқда ётган узел нуқталарни олиб ташлаш ҳисобига соддалаштириш имкониятини беради. Бунда одатда нуқталар орасидаги максимал масофа ва қўшни нуқталани бирлаштирувчи тўғри чизиқдан максимал четга чиқиш белгиланади. 4.11-расмда гидротармоқнинг операциягача бўлган (а), ва ундан кейинги (б) картасига мисол келтирилади.



4.11-расм. Гидротармоқ картасини соддалаштиришга мисол

а – операцияга қадар, б – операциядан кейин



4.12-расм. Гидротармоқ картасини текислашга мисол

а – операцияга қадар, б – операциядан кейин

3. Объектларни текислаш. Бу операция чизиқли ёки майдонли объектларнинг шаклини аппроксимация услубларини қўллаш ҳисобига текислаш имкониятини беради. 4.12-расмда гидротармоқнинг операциягача (а) ва ундан кейинги (б) картасига мисол кўрсатилган.

4. Яқин жойлашган объектларни бирлаштириш. Ушбу операциянинг бажарилишида орасидаги масофа берилган катталиқдан кичик бўлган объектлар бирлаштирилади.

5. Ўлчамликни камайтириш. Одатда, бу операция берилганидан кам майдонга эга буўлган майдонли объектларни нуқтали объектларга, ёки қандайдир йўналиш бўйлаб чизиқли ўлчамларга эга бўлганларини чизиқли объектларга алмаштиради.

6. Объектлар гуруҳини контурлаш. Ушбу процедура яқин жойлашган объектлар гуруҳини битта майдонли объект билан алмаштириш имкониятини беради.

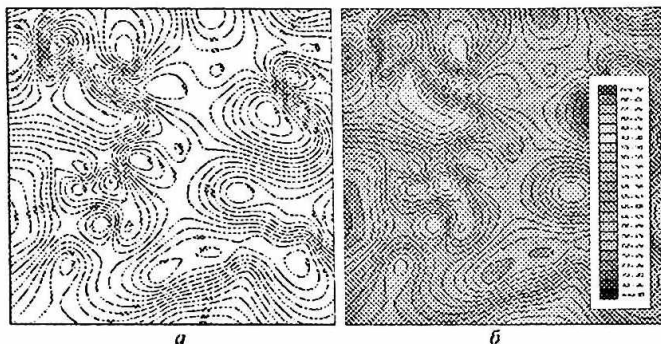
4.6. Геомайдонларни визуаллаштириш

Геомайдонларни визуал ифодалашнинг энг кўп қўлланиладиган усулларини кўриб чиқамиз.

1. Изолиниялар (изоконтурлар) усули.

4.3-таъриф. Изолиния – географик карта, вертикал кесим ёки графикадаги қандайдир катталиқнинг тенг қийматли чизиғи.

Географик картада изолиниялар геомайдоннинг (горизонталнинг) горизонтал кесимлари проекциясини ўзида ифодалайди. Одатда бундай кесимлар геомайдон қийматларининг тенг қадами билан ўтказилади (4.13-а, б расм).



4.13-расм. Геомайдонни визуал ифодалаш усуллари

а – изолиниялар билан, б – изоконтурлар билан

4.4-таъриф. Изолиниялар қадами – иккита қўшни изолиниялар геомайдони қийматларининг фарқи.

Геомайдонларни изоконтурлар кўринишида ифодалаш изолиния усулининг бир кўриниши ҳисобланади (4.13-б расм). Бунда геомайдонни белгилаш области зоналарнинг дискрет наборига бўлинади, унда ҳар бир зона изоконтур ҳисобланади.

4.5-таъриф. Изоконтур – бу иккита қўшни изолиниялар билан, шунингдек тадқиқ қилинадиган областнинг чегараси билан чегараланган областдир.

2. Градиентли (растрли) усул.

Геомайдонларни визуаллаштириш учун шунингдек градиентли усул ҳам қўлланилади (4.14-расм). Унинг моҳияти геомайдонни ҳар бир пикселга геомайдоннинг ушбу нуқтадаги қийматига боғлиқ ранг бериладиган растр кўринишида ифодалашдан иборат.



4.14-расм. Геомайдонларни визуаллаштиришнинг градиентли усули

3. Ёритилганлик карталари асосидаги усул.

Ёритилганлик карталари (сояли релефлар, релефнинг ювилиб кетиши) шундай растрларни ўзида ифодалайдики, уларда ҳар бир пикселнинг ёруғлиги геомайдоннинг берилган участкасининг ёритилиш даражасига боғлиқ. Бунда геомайдон нуқтали ёруғлик манбаидан ёритилаётган жой релефи сифатида кўрилади. Одатда, ёритилганликни ҳисоблашнинг соддалаштирилган модели қўлланилади, унинг моҳияти шундаки, геомайдон ҳар бир нуқтасининг ёритилганлиги фақат ушбу нуқтанинг ёруғлик манбаига нисбатан ҳолатига қараб ҳисобланади.

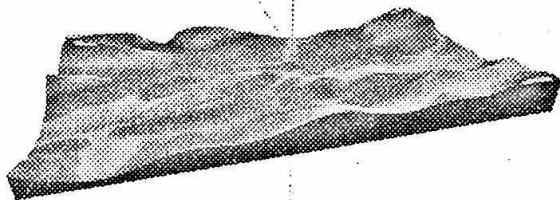
Ёритилганлик карталари градиентли усул билан яхши уйғунлашади (4.15-расм).



*4.15-расм. Геомайдонларни рельефнинг ювилиб кетиши кўринишида
визуаллаштириш*

4. Уч ўлчамли визуаллаштириш.

Уч ўлчамли визуаллаштириш геомайдонларни визуаллаштириш усули сифатида жой рельефининг рақамли моделларини визуаллаштириш учун айниқса актуалдир. Машинавий графиканинг замонавий воситаларидан фойдаланиш геомайдонларни реал вақт ичида уч ўлчамли интерактив визуаллаштиришни бажариш имкониятини беради (4.16-расм). Геомайдонларни каркасли ва ёппасига визуаллаштириш вариантлари бўлиши мумкин. Ушбу усул кузатиш учун ҳар қандай позициядан юзанинг геометриясини самарали тадқиқ қилиш, геомайдоннинг характерли участкаларини кўз қараш билан, ҳаттоки аналитик функцияларни жалб қилмасдан аниқлаш имкониятини беради.



4.16-рasm. Геомайдонларни уч ўлчамли визуаллаштириш

4.7. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар

1. Фазовий маълумотларни визуаллаштиришда уларни қатламли ташкил қилиш қандай устунликларни беради?
2. Қатламларни гуруҳлаш механизмларини айтиб беринг.
3. Карталарни яратишда қатламларнинг қандай тартиби тавсия этилади?
4. Векторли маълумотларни MapInfo Professional ва ArcView да визуаллаштиришнинг принципиал фарқи нимадан иборат?
5. Нима деб ўйлайсиз, маълумотларни бир ГАТдан бошқасига кўчириб ўтказишда объектларнинг график стиллари билан қандай асосий мураккаблиklar юзага келиши мумкин?
6. Агар карта тематик ажратишнинг автоматлаштирилган воситаларини қўлламасдан тузилган бўлса, уни тематик карта деб ҳисоблаш мумкинми?
7. Растрли маълумотларни визуаллаштиришда асосий мураккаблиklar юзага келади?
8. Генерациялаш масаласини автоматлаштирилган тарзда ечишнинг асосий воситаларини айтиб беринг.
9. Фазовий маълумотларни уч ўлчамли визуаллаштиришнинг устунлиги нимада?

5-БОБ. ГАТда МАЪЛУМОТЛАРНИ ФАЗОВИЙ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

5.1. Ўлчаш операциялари

Ўлчаш операциялари деганда карта бўйича объектларнинг турли фазовий характеристикаларини аниқлаш имкониятини берувчи операцияларни тушунамиз. Акварият ГАТларга хос бўлган асосий ўлчаш операцияларини кўриб чиқамиз.

Нуқтанинг координаталарини картада аниқлаш. Бу ўлчаш операцияси курсор билан кўрсатилган нуқтанинг координаталарини аниқлаш имкониятини беради. Қоида тариқасида, координаталарнинг қиймати курсорни суришда ГАТнинг ҳолат сатрида (ёки бошқа областида) кўрсатилади. Бунда координаталар одаида объектларнинг бошланғич координаталарида кўрсатилади. Бироқ баъзи ГАТларда фойдаланувчи бошқа картографик проекцияни бериши мумкин ва ГАТ курсор координаталарини кўрсатилган проекцияга “шу заҳоти” қайта ҳисоблаб чиқади. Ушбу ўлчаш операциясининг бажарилиши учун қандайдир инструментни танлаш ёки ГАТнинг махсус иш режимини бериш зарурияти одатда йўқдир. Аксинча, бу функция доим очиқ ва фаолдир.

Масофаларни ўлчаш. Бу ўлчаш операцияси картадаги иккита нуқта орасидаги масофани ёки ихтиёрий синиқ чизиқ бўйича асофани ҳисоблаш учун мўлжалланган. Сўнгги ҳолда нафақат синиқ чизиқнинг сўнгги сегменти, балки унинг умумий узунлиги ҳам ҳисоблаб чиқилади. Қоида тариқасида ҳисоб-китоблар жорий ўлчов бирликларида (масалан, километрларда) амалга оширилади, уларни ўзгартириш ҳам мумкин. Бу ўлчаш операциясини бажариш учун одатда тегишли инструментни танлаган ҳолда берилган режимни фаоллаштириш зарур бўлади. Баъзи ГАТларда масофаларни ҳисоблаш янги чизиқли объектни яратиш (чизиш) операцияларида автоматик тарзда бажарилади, бу ушбу объект узунлигини интерактив равишда баҳолаш имкониятини беради. Ушбу операция, масалан, экспедициянинг режалаштириладиган маршрути

узунлигини, қуриладиган газопровод узунлигини ва ҳ.к.ларни аниқлаш учун қўлланилиши мумкин.

Майдонлар ва периметрларни ўлчаш. Бу ўлчаш операцияси фойдаланувчи томонидан берилган қандайдир полигоннинг (кўпбурчакнинг) *майдони* ва *периметрини* ҳисоблаб чиқиш имкониятини беради. Майдонлар ва периметрларни ҳисоблаш, масофаларни ҳисоблашдагидаек, майдонларнинг жорий ўлчов бирликларида бажарилади, уларни ўзгартириш ҳам мумкин. Бу ўлчаш операциясини бажариш учун ҳам одатда тегишли инструментни танлаган ҳолда ушбу режимни фаоллаштириш зарур. Мазкур операция, масалан, ўрмон ёнғинининг майдонини, фойдаланувчи унинг чегарасини чизиб кўрастганда, аниқлаш ва бошқа ҳолларда қўлланилиши мумкин.

Таъкидлаймизки, баъзи ГАТларда масофаларни, майдонларни ва периметрларни ўлчаш ер юзасининг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда бажарилиши мумкин. Бу иккита усул билан бажарилади.

Ўлчашнинг биринчи усули – *реферец-эллипсоиднинг юзаси бўйича*. Бунда унинг барча параметрлари танланган картографик проекцияда сақланган бўлади ва фойдаланувчи фақат ҳисоб-китоб карта текислигида эмас, балки реферец-эллипсоиднинг юзасида бажарилиши зарурлигини кўрсатиши лозим холос. Шубҳасизки, бундай ёндошув объектларнинг фазовий характеристикаларини текисликдаги ҳисоб-китобларга қараганда анча аниқроқ ҳисоблаш имкониятини беради. Бу Ер юзасининг эгрилиги проекциялашда катта нотўғриликларга сабаб бўладиган катта ҳудудлар учун айниқса долзарбдир. Декарт координаталар тизимлари билан ишлашда эллипсоидда ҳисоблаш зарурати йўқ.

Ўлчашнинг иккинчи усули – *жойнинг релефи бўйича*. Қулай рақамли модел билан ифодаланган жой релефини ҳисобга олиш объектларнинг фазовий характеристикаларини янада аниқроқ ҳисоблаш имкониятини беради. 5.10-бандда бу батафсилроқ кўриб чиқилади.

5.2. Фазовий объектлар муносабатларини таҳлил қилиш

Муносабатларни таҳлил қилишда *бинар муносабатлар* муҳим муносабатлардир. Бу муносабатларни қўллаган ҳолда иккита фазовий объектларнинг муносабатлари таҳлил қилинади, бунда ушбу объектлар турли типда: нуқтали, чизиқли ва майдонли бўлиши мумкин. Бинар муносабатни аниқлашда қуйидаги саволга жавоб бериш зарур: иккита объект берилган муносабатлардами? Айнан бинар муносабатлар асосида ГАТда маълумотларни фазовий таҳлил қилишнинг асосий механизми бўлмиш фазовий сўровлар тузилади. Асосий бинар муносабатларни кўриб чиқамиз.

“Мос келади” муносабати. А объектнинг узелли чўққилари В объектнинг узелли чўққиларига мос келса, бу икки объект ушбу муносабатда бўлади.

“Ўз ичига олаган” муносабати. Агар А объект В объектни ўз ичига олса, яъни В объектнинг чегаралари тўлалигича А объектнинг чегаралари ичида бўлса, бу икки объект ушбу муносабатда бўлади (5.1-расм). Шубҳасизки, бу муносабат фақат тенг ўлчамли объектларга қўлланилиши мумкин (объектларнинг ўлчамлиги борасида 3.1-бандга қаралсин).

Баъзи ГАТларда бу муносабат иккита вариант билан тақдим этилади. Биринчи вариант айнан шундай номга эга, бироқ А объект В объект билан эмас, балки унинг центроида билан солиштирилади. Бундай ёндошув анча тезроқ таҳлил қилиш имкониятини беради, бироқ у тўла аниқликни кафолатламайди. Иккинчи вариант одатда *“Ўз ичига тўла олади”* деб аталади. Бу ҳолда А объект В объектнинг ўзи билан солиштирилади.

Ўз ичига олади		А объект		
		Нуқтали	Чизиқли	Майдонли
В объект	Нуқтали			
	Чизиқли	Аниқланмаган		
	Майдонли	Аниқланмаган	Аниқланмаган	

5.1-расм. “Ўз ичига олади” муносабати

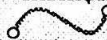
“Ичида” муносабати. Агар А объект В объектнинг ичида, яъни В объектнинг чегаралари тўлалигича А объект чегараларининг ичида бўлса, бу икки объект ушбу муносабатда бўлади (5.2-расм). Бу муносабат “ўз ичига олади” муносабатига нисбатан тескаридир. Баъзи ГАТларда ҳам бу муносабат икки вариантда тақдим этилади. Биринчи вариант айнан шу номга эга, бироқ таҳлилда А объектнинг ўзи эмас, балки унинг уентроиди қўлланилади. Иккинчи вариант “Тўла ичида” деб аталади.

“Билан чегарадош” муносабати. Агар иккита объект ўзининг ички областлари билан эмас, балки фақат чегаралари билан туташса, улар ушбу муносабатда бўлади (5.3-расм).

“Билан кесишади” муносабати. Агар иккита объект ҳеч бўлмаса битта умумий нуқтага эга бўлса, улар ушбу муносабатда бўлади (5.4-расм). Агар объектлар “ўз ичига олади”, “ичида” ёки “билан чегарадош” муносабатларига бўлса, улар “билан кесишади” муносабатида ҳам эканини осон кўрсатиш мумкин.

Ўз ичига олади		А объект		
		Нуқтали 	Чизиқли 	Майдонли 
В объект	Нуқтали 		Аниқланмаган	Аниқланмаган
	Чизиқли 			Аниқланмаган
	Майдонли 			

5.2-расм. "Ичида" муносабати

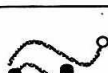
Ўз ичига олади		А объект		
		Нуқтали 	Чизиқли 	Майдонли 
В объект	Нуқтали 			
	Чизиқли 			
	Майдонли 			

5.3-расм. "Билан чегарадош" муносабати

Ўз ичига олади		А объект		
		Нуқтали 	Чизиқли 	Майдонли 
В объект	Нуқтали 			
	Чизиқли 			
	Майдонли 			

5.4-расм. “Билан кесишади” муносабати

“...дан ажралган” муносабати. Агар иккита объект бирорта ҳам ууммий нуқтага эга бўлмаса, улар ушбу муносабатда бўлади (5.5-расм). Бу муносабат “билан кесишади” муносабатига нисбатан тескаридир.

Ўз ичига олади		А объект		
		Нуқтали 	Чизиқли 	Майдонли 
В объект	Нуқтали 			
	Чизиқли 			
	Майдонли 			

5.5-расм. “...дан ажралган” муносабати

Бинар муносабатларнинг одатда кўриб чиқилган муносабатларнинг хусусий ҳоли бўлиш бошқа туралри ҳам учрайди. ГАТларда бинар муносабатлардан ташқари бошқа муносабатлар ҳам қўлланилади. Шундай муносабатлар борки, уларда иккита объектдан ташқари қўшимча параметрлар ҳам кўрсатилиши зарур. “Масофага йироқлаштирилган” муносабати бунга мисол бўлиб хизмат қила олади, объектлар ушбу муносабатда бўладиган масофанинг қиймати берилиши зарур.

5.3. Фазовий сўровлар

Фазовий сўровлар объектларнинг фазовий характеристикаларини таҳлил қилишга ва объектларнинг ўзаро фазовий муносабатларига асосланади. Шунинг учун фазовий сўровларни қуйидаги иккита гуруҳга бўлиш мумкин: фазовий функциялар қўлланиладиган сўровлар ва фазовий операторлар қўлланиладиган сўровлар.

1. *Фазовий функциялар* қўлланиладиган сўровлар. Бу сўровларда объектларнинг фазовий характеристикалари таҳлил қилинади. Ҳар бир скаляр типдаги фазовий характеристикани аргументи одатда объект бўлган, функция қиймати эса – ушбу объектнинг аниқ фазовий қиймати бўлган функция кўринишида ифодалаш мумкин. Типик фазовий функцияларни кўриб чиқамиз.

Х координата (Объект) – сўровга жавоб тариқасида нуқтали объектнинг Х координатаси қийматини фойдаланувчига қайтаради.

У координата (Объект) – нуқтали объектнинг У координатаси қийматини қайтаради.

Майдон (Объект) – майдонли объектнинг майдони қийматини ҳисоблайди.

Периметр (Объект) – майдонли объектнинг периметри қийматини ҳисоблайди.

Узунлик (Объект) – чизикли объектнинг узунлиги қийматини ҳисоблайди.

Масофа (Объект1, Объект2) – иккита объект орасидаги масофани ҳисоблайди.

Фазовий функциялар қўлланилган фазовий сўровнинг умумий шакли куйидаги кўринишга эга:

<Фазовий функция> <таққослаш оператори> <сонли қиймат> бўлган тўпламнинг объектларини топиш.

Фазовий функциялар қўлланилган фазовий сўровларга мисоллар:

100 квадрат километрдан ортиқ майдонли қўллар топилсин – “Майдон” функцияси.

Узунлиги 10 километрдан кам бўлган автойўллар топилсин – “Узунлик” функцияси.

Метро станцияларидан кўпи билан 500 метр узоқликдаги магазинлар топилсин – “Масофа” функцияси.

Аксарият универсал ГАТларда фазовий сўровларни шакллантиришда бундай фазовий функциялар очиқ кўринишда қўлланилиши мумкин. Бу функциялар йўқ бўлган тизимларда объектларнинг фазовий характеристикалари қийматларини объектларнинг ўз атрибутларида сақлашга тўғри келади, бу билан объектларнинг шакли ёки ҳолати ўзгарганда уларнинг қийматларини синхронлаш таъминланади. Аксинча, фазовий функциялардан фойдаланиш объектларнинг фазовий характеристикаларини объектларнинг атрибутлари сифатида сақламаслик, балки уларни ҳисоблаш имкониятини беради.

2. *Фазовий операторлар қўлланиладиган сўровлар.* Бу сўровларда объектларнинг фазовий муносабатлари таҳлил қилинади. Кўп ҳолларда бунинг учун бинар муносабатлар қўлланилади. Шунинг учун фазовий операторларнинг номлари биз томондан 5.2-бандда кўриб чиқилган, қўлланиладиган муносабатларнинг номларига мос келади. Одатда битта

объект аргумент ҳисобланадиган функциядан фарқли ўлароқ, операторлар ҳар доим иккита фазовий объектларни солиштиради.

Фазовий операторлар қўлланилган фазовий сўровнинг умумий шакли қуйидаги кўринишга эга:

В тўплам объектларига <фазовий оператор> муносабатда бўлган А тўплам объектлари топилсин.

Фазовий операторлардан фойдаланиладиган сўровларга мисоллар:

Денгизга чиқишга эга бўлган давлатлар топилсин – “Билан чегарадош” оператори.

Темир йўллар билан кесишадиган автйўллар топилсин – “Билан кесишади” оператори.

Ҳудудда рухсатсиз ахлатхоналар бўлган туманлар топилсин – “Ўз ичига олади” оператори.

ГАТларда фазовий сўровларни шакллантириш ва бажаришнинг иккита асосий варианты учрайди: танлаш инструментларини интерактив қўллаш ва сўровлар тузувчидан фойдаланиш (сўровларни диалог дарчаси ёрдамида шакллантириш).

1. *Инструментларни интерактив қўллаш.* Аксарият ГАТларда объектларни картада танлашнинг қўлланилиши автоматик тарзда фазовий сўровнинг бажарилишига олиб келадиган махсус набори мавжуд. Улардан асосийларини кўриб чиқамиз.

Танлаш – кўрсатилган нуқтани ўз ичига олган объектларни қидиришни амалга оширади (“Ўз ичига олади” оператори).

Тўғрибурчак ичида танлаш – фойдаланувчи томонидан чизилган тўғрибурчак ичидаги объектларни қидиришни амалга оширади (“Ичида” оператори).

Радиус ичида танлаш – чизилган айлана ичидаги объектларни қидиришни амалга оширади (“Ичида” оператори).

Полигон ичида танлаш – чизилган ёки танланган кўпбурчак ичидаги объектларни қидиришни амалга оширади (“Ичида” оператори).

Кесишадиганларни танлаш – чизилган ёки танланган объектни кесиб ўтувчи объектларни қидиришни амалга оширади (“Билан кесишади” оператори).

Бу инструментларга қўшимча равишда одатда сўров натжаларини *инвертациялаш* командаси мавжуд. Команда инкор этишга эга бўлган сўровлар учун қўлланилиши мумкин.

2. *Сўровлар тузувчидан фойдаланиш*. Сўровларни шакллантириш ва бажаришнинг бу варианты анъанавий равишда диалог дарчаси кўринишида реализация қилинади. Фазовий функцияларни қўллашда фойдаланувчи объектларнинг бошланғич таҳлил қилинадиган тўпламини, зарурий функцияни, таққослаш операторини ва сонли қийматни беради. Фазовий операторларни қўллашда фойдаланувчи объектларнинг биринчи тўпламини, операторни ва объектларнинг иккинчи тўпламини беради. Объектлар тўплами картанинг битта қатламига ёки қатламдан фойдаланувчи амалга оширган танланмага мувофиқ келиши мумкин.

5.4. Оверлей операциялари

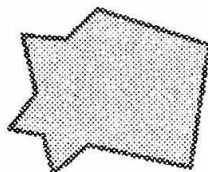
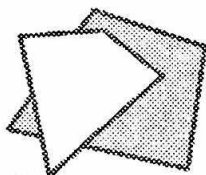
Оверлей операциялари иккита фазовий объектлар ёки иккита объектлар тўплами, масалан, картанинг иккита қатлами ўртасида бирлашиш, кесишиш, фарқ ва бошқаларни ҳисоблаш имкониятини беради. Одатда бундай операциялар фақат бир хил типдаги объектлар учун қўлланилиши мумкин.

1. *Объектларни бирлаштириш*. Объектларни бирлаштириш операцияси нуқталари биринчи объект баробарида иккинчисига ҳам, яъни мантиқий ЁКИ қондаси бўйича тегишли бўлган объектни шакллантиришни назарда тутди (5.6-расм). Ҳам бошланғич объектларни модификацияламаган ҳолда янгисини яратиш, ҳам биринчи бошланғич

объектни модификациялаш ва бошқа бошланғич объектларни олиб ташлаш мумкин.

Бошланғич объектлар

Операция натижаси

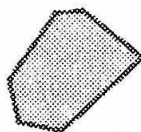
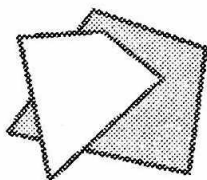


5.6-расм. Бирлаштириш операцияси

2. *Объектларнинг кесишиши.* Объектларнинг кесишиш операцияси нуқталари биринчи ва иккинчи объектларга, яъни мантиқий ВА қондаси бўйича тегишли бўлган объектни шакллантиришни назарда тутди (5.7-расм).

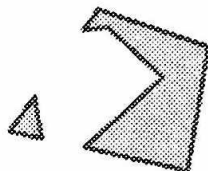
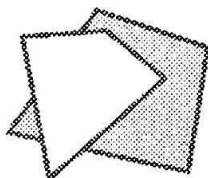
Бошланғич объектлар

Операция натижаси



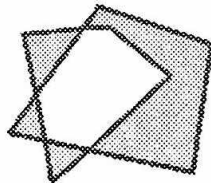
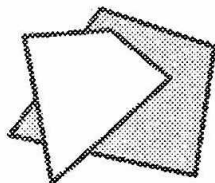
5.7-расм. Кесишиш операцияси

3. *Объектлар фарқи.* Объектлар фарқи операциялари нуқталари биринчи объектга тегишли, лекин иккинчи объектга тегишли бўлмаган объектни шакллантиришни назарда тутди (5.8-расм). Баъзи тизимларда бу операция “Бир қисмини олиб ташлаш” ҳам дейилади.



5.8-рәсм. Фарқ операцияси

4. *Объектларнинг симметрик фарқи.* Объектларнинг симметрик фарқи операцияси нукталари биринчи ёки иккинчи объектга тегишли бўлган, ләкин иккаласига ҳам бирданига тегишли бўлмаган объектни шакллантиришни назарда тутаети (5.9-рәсм).



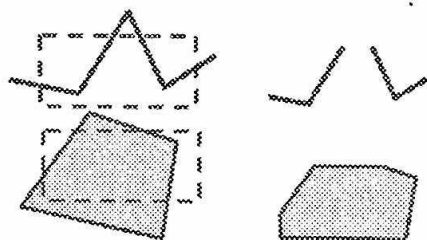
5.9-рәсм. Симметрик фарқ операцияси

5.5. Кесиш ва қирқиш операциялари

1. *Объектларни кесиш.* Кесиш операцияси объектнинг кесиш областидан ташқарида ётган қисмини олиб ташлашни назарда тутаети. Кесиш области сикәтида фақат майдонли объект, бошланғич тўплам сифатида эса – чизикли ва майдонли объектлар қўлланилиши мумкин (5.10-рәсм). Агар бошланғич объектлар майдонли бўлса, у ҳолда кесиш операцияси кесишиш операциясига эквивалентдир. Баъзи тизимларда бу операция “Ташқи қисмини олиб ташлаш” ҳам деб аталади.

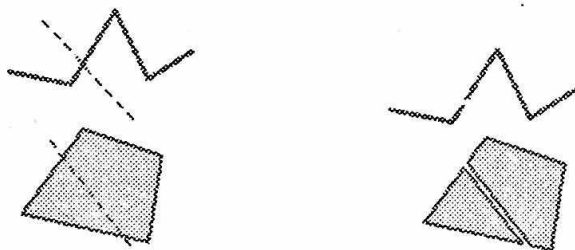
Бошланғич объект

Операция нәтижеси



5.10-рasm. Кесиш операцияси

2. **Объектларни қирқиш.** Қирқиш операцияси объектни ихтиёрий чизик бўйлаб қисмларга бўлишни назарда тутати. Бундай чизик сифатида ҳам чизикли, ҳам майдонли объектлар, бошланғич тўплам сифатида эса – чизикли ва майдонли объектлар қўлланилиши мумкин (5.11-рasm).



5.11-рasm. Қирқиш операцияси

5.6. Объектлар атрибутларини агрегациялаш ва дисагрегациялаш

5.4- ва 5.5-бандларда кўриб чиқилган операциялар нафақат ГАТларга, балки аксарият векторли график редакторларга ҳам хосдир. Бироқ улардан фарқли ўлароқ, объектлар ГАТда нафақат фазовий жойлашув, балки атрибутлар билан ҳам ҳарактерланади. Шубҳасизки, кўриб чиқилган операциялар шунингдек атрибутларнинг қийматларига ҳам таъсир кўрсатиши керак. Масалан, иккита сайлов округини биттага бирлаштиришда сайловчиларнинг умумий сони жамланиши, сайловчиларнинг ўртача ёши ўрталаштирилиши ва ҳ.к.лар лозим. Ер

участкасининг шакли ўзгарган тақдирда, унинг баҳоси ҳам, масалан унинг майдонига пропорционал равишда қайта ҳисобланиши лозим.

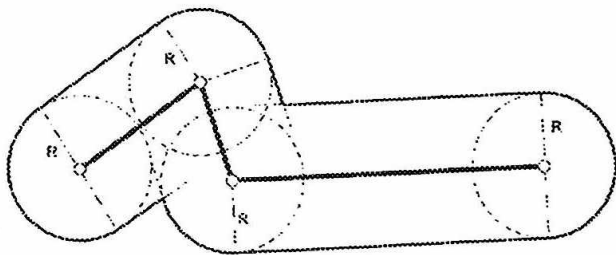
Аксарият ГАТларда бирлаштириш, кесиш, қирқиш ва ҳ.к. операциялари атрибутларни агрегациялаш ва дисагрегациялаш механизми билан боғлиқ. Бунда бу каби операцияларда атрибутлардан ҳар бирини атрибутларнинг бошланғич қийматлари асосида ҳисоблаш қоидалари берилади. Кўп ҳолларда қуйидаги қоидалар қўлланилади:

- атрибутнинг бошланғич қийматидан фойдаланиш (сонли бўлмаган атрибутлар учун қўлланилади);
- минимал, максимал, жамлама, ўртача ёки чамаланган ўртача сонларни ҳисоблаш (бирлаштириш операцияларида қўлланилади);
- объект майдонининг ўзгаришига пропорционал қийматни ҳисоблаш (кесиш ва қирқиш операцияларида қўлланилади).

5.7. Буфер зоналари

Чегараси A объект чегараларидан берилган R (буфер радиуси) қийматга тенг узоқликда бўлган объект A объект атрофидаги буфер зонаси ҳисобланади.

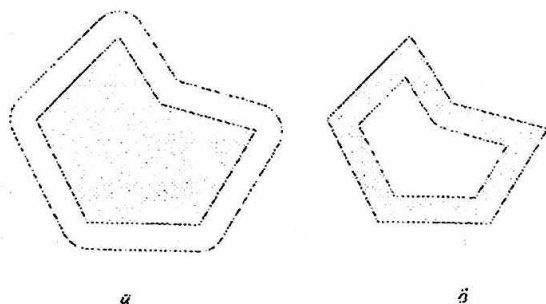
Нуқтали объект учун буфер зонаси берилган радиусли айланани, чизикли объект учун эса – охирилари юмалоқ коридорни ўзида ифодалайди. Поличизик учун буфер зонасини тузиш схемаси 5.12-расмда кўрсатилган.



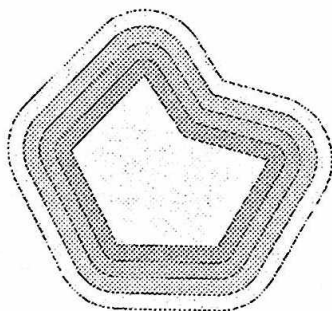
5.12-расм. Буфер зонасини тузиш схемаси

Буфер зоналари ўрмон кесиш коридорини шакллантириш учун, электр узатиш линиялари, газопроводлар қурилишида, хавфли объектлар, сув олиш иншоотлари атрофида санитария-ҳимоя зоналарини тузишда ва бошқа ҳолларда қўлланилиши мумкин.

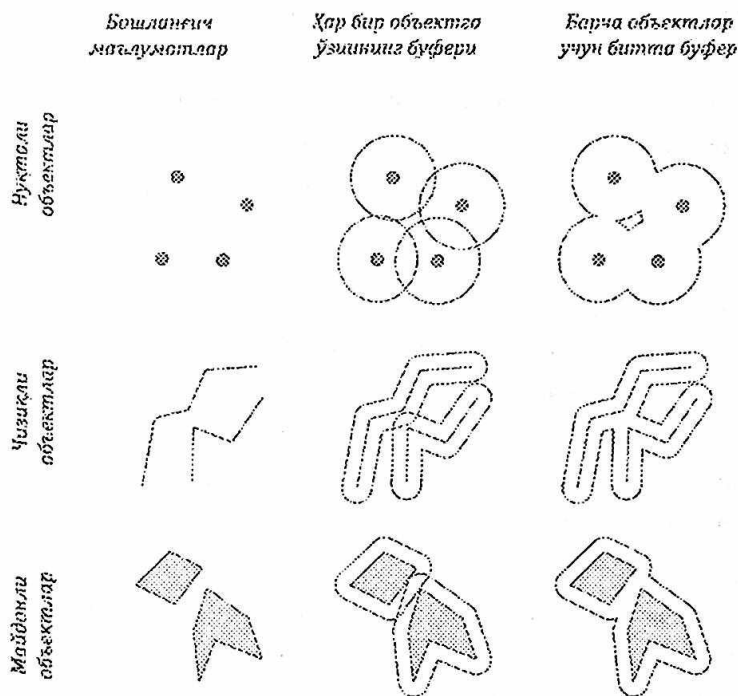
ГАТларда буфер зоналарини ифодалаш учун полигонлар қўлланилади. Буфер зонасини шакллантиришда айланалар юзага келишини ҳисобга олиб, полигон билан ифодаланган буфер зонаси реал зонани фақат аппроксимациялайди холос. Қоида тариқасида, буферни тузишдан олдин фойдаланувчи айлана қандай сондаги сегментлар билан аппроксимацияланишини аниқлайди.



5.13-расм. Мусбат (а) ва манфий (б) радиусларли буфер зонаси



5.14-расм. Ҳалқасимон буфер зоналари



5.15-расм. Объектларнинг турли типлари учун буфер зоналари

Буфер радиусининг қиймати сифатида фойдаланувчи томонидан берилган константа ёки танланган атрибутнинг қиймати қўлланилиши мумкин. Биринчи ҳолда буфер зонасининг радиуси ҳамма объектлар учун бир хил, иккинчи ҳолда – турлича бўлади. Майдонли объектлар учун буфер зоналарини тузишда радиуснинг мусбат қиймати баробарида, манфий қийматларини ҳам қўллаш мумкин. Бу ҳолда буфер зонаси объектнинг ичида жойлашган бўлади (5.13-расм).

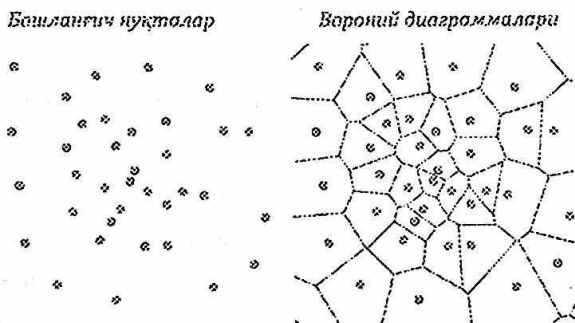
Кўп ҳолларда битта буфер зонасини эмас, балки турли радиусларли серияни тузиш зарурати юзага келади. Аксарият ГАТлар ҳалқали буфер зоналарининг шундай сериясини шакллантириш имкониятига эгадир (5.14-расм).

5.15-расмда турли типдаги объектлар учун буфер зоналарини тузишга мисоллар кўрсатилган. Амалда буфер зоналари кўпинча барваракайига объектлар гуруҳи учун тузилади. Бунда зоналарни шакллантиришнинг иккита варианты бўлиши мумкин: ҳар бир объектга ўзининг буфер зонаси ва барча объектлар учун битта буфер зонаси.

5.8. Яқинлик зоналари

Бир қатор амалий масалаларни ечишда, ичидаги ҳар бир нуқта бошланғич тўпламнинг қайсидир нуқтасига бошқа ҳар қандайига қараганда яқин бўлган областларни аниқлаш талаб этилади. Бундай областлар *яқинлик зоналари* ёки *Вороний диаграммаси* номини олган (баъзан таъсир зоналари, Тиссен полигонлари, Дирихле ячейкалари дейишади). Яқинлик зоналарига мисол 5.16-расмда кўрсатилган.

Маълумки, Вороний диаграммасининг чегаралари бошланғич нуқталарнинг ўша тўпламида тузилган Делоне триангуляциясидаги учбурчаклар томонларининг ўрталарига тикланган перпендикулярларнинг кесимларидир.



5.16-расм. Яқинлик зоналари

5.9. Муҳандислик тармоқларини таҳлил қилиш

Шундай фазовий объектлар борки, уларнинг структураси тармоқ сифатида тавсифланиши мумкин. Бундай объектлар жумласига автомобил йўллари ва бошқа йўллар тармоқлари, кабел тармоқлари, иссиқлик, сув, газ,

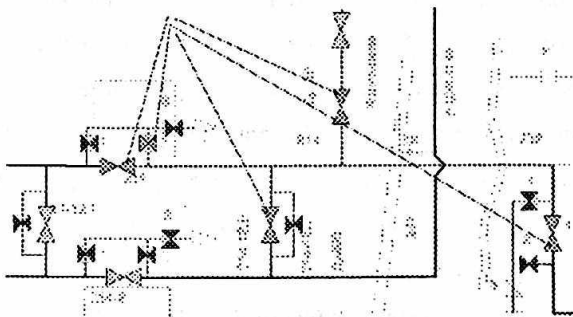
нефт қувурлари тармоқлари ва ҳ.к.лар киради. Юқорида кўрсатилган барча объектлар одатда **муҳандислик тармоқлари** ёки муҳандислик коммуникациялари тармоқлари деб аталади. Шунинг учун уни таҳлил қилиш учун графлар назариясининг услублари ва алгоритмлари қўлланилади.

Транспорт тармоқлари асосида анъанавий равишда ечиладиган масалаларни санаб ўтамиз.

1. Тармоқнинг икки нуқтаси орасидаги энг қисқа масофани қидириш.
2. Пунктларнинг берилган наборини айланиб чиқишнинг энг қисқа маршрутини қидириш (коммивояжер масаласи).
3. Энг яқин хизмат кўрсатиш пунктларини қидириш.
4. Транспорт очиклигини ҳисоблаш.
5. Транспорт оқимларини ҳисоблаш.

Трубопровод транспорти (водо-, газо- ва нефтепроводлар) соҳасида қуйидаги масалаларни ажратиш мумкин:

1. Ўрнатилган оқим тақсимотини ҳисоблаш (гидравлик ҳисоб-китоб).
2. Қулфлаш арматурасининг ўзгаришларини таҳлил қилиш.
3. Товар-транспорт ишларини ҳисоблаш.
4. Тармоқнинг иш режимини оптималлаштириш.
5. Авария участкаларини локаллаштириш (5.17-расм).



5.17-расм. Авария участкасини локаллаштириш натижаси

5.10. Геомайдонларни таҳлил қилиш

Шубҳа йўқки, юзаларни (геомайдонларни) тўлақонли таҳлил қилиш фақат юзаларнинг моделлари асосида мумкин. 3.8-бандда юзаларнинг ГАТларда қўлланиладиган иккита асосий моделлари: мунтазам тармоқ ва триангуляция тармоғи кўриб чиқилган эди. Геомайдонларни таҳлил қилишнинг энг кенг тарқалган масалаларини санаб ўтамиз.

Жой рельефини таҳлил қилиш билан боғлиқ масалалар:

- юзага оид турли катталикларни (масофалар, майдонлар ва ҳ.к.ларни) ҳисоблаш;
- рельефнинг турли иккиламчи аломатларини (қияликлар, экспозициялар ва ҳ.к.ларни) ҳисоблаш;
- ихтиёрий чизик бўйлаб кўринариликлини таҳлил қилиш;
- берилган нуқтадан ёки нуқталар гуруҳидан кўринариликл зоналарини ҳисоблаш;
- иккита юза орасидаги ҳажмни ҳисоблаш ва бошқ.

Жой рельефининг моделлари асосида ечиладиган гидрологик масалалар:

- сув босиши мумкин бўлган зоналарни ҳисоблаш;
- оқар сув йўналишилари ҳисоблаш;
- сув тўпланадиган зоналарни ҳисоблаш ва бошқ.

Геомайдонларни таҳлил қилишга оид баъзи масалаларда, шу жумладан юқорида санаб ўтилганларининг бир қаторида, маълум босқичларда бир нета бошланғич геомайдонлардан функция бўлмиш янги геомайдонларни ҳисоблаш ишлари бажарилиши мумкин. Геомайдонларни таҳлил қилиш қўшимча равишда частотавий таҳлил, корреляцион таҳлил ва геомайдонларга нисбатан қўлланиладиган статистик таҳлилнинг бошқа турларини назарда тутати.

Таъкидлаймизки, геомайдонлар таҳлилига оид қуйида келтирилган масалаларнинг аксариятини ечиш услублари ва алгоритмлари

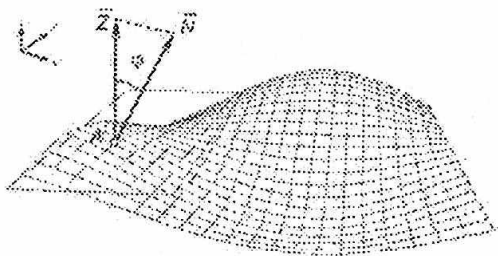
геомайдоннинг рақамли модели сифатида мунтазам тармоқни қўллайди. Бу шу туфайлики, маълумотларга мунтазам тармоқда ишлов бериш алгоритмлари триангуляция тармоғи маълумотларига ишлов бериш алгоритмларига қараганда соддадир.

Геомайдонларни таҳлил қилиш учун энг кўп қўлланиладиган алгоритмларни кўриб чиқамиз. Улардан катта қисми жой релефининг икки ўлчамли геомайдон бўлмиш рақамли моделларини таҳлил қилиш учун ишлатилади.

5.10.1. Жой релефининг қиялиги ва экспозицияси тушунчаси

Қиялик деганда юзага бўлган нормалнинг $\vec{N}$ вектори ҳамда OZ ўқиға параллель ва юзанинг қиялик ҳисобланиши зарур бўлган A нуқтаси орқали ўтувчи $\vec{Z}$ вектор орасидаги φ бурчак тушунилади (5.18-расм).

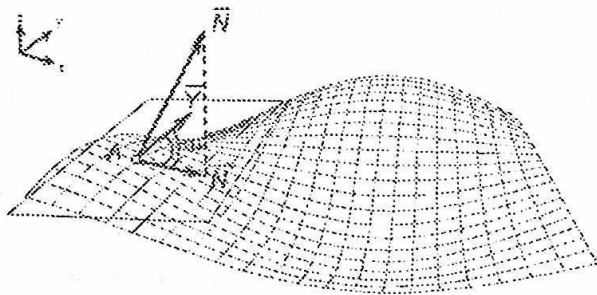
Қияликнинг қиймати $[0, \pi/2]$ диапазонда бўлади.



5.18-расм. Қияликни аниқлаш схемаси

Экспозиция (нишаблик ориентацияси) деганда юзага бўлган нормал векторининг N горизонтал текисликка проекцияси ҳамда OY ўқиға параллель ва экспозицияни ҳисоблаш зарур бўлган юзанинг A нуқтасидан ўтадиган Y вектори орасидаги ω бурчак тушунилади (5.19-расм).

Шундай қилиб, экспозициянинг нол қийматига шимол томонга йўналиш мувофиқ келади, санаш эса соат стрелкаси бўйича юритилади.



5.19-расм. Экспозицияни аниқлаш схемаси

5.10.2. Жой рельефининг қияликлари ва экспозицияларини ҳисоблаш

Ушбу ҳисоблаш алгоритми бошланғич мунтазам тармоқ бўйича ҳар бир узелига қиялик ёки экспозициянинг қиймати мувофиқ келадиган янги мунтазам тармоқни шакллантириш имкониятини беради. Қиялик ва экспозициянинг қийматларини ҳисоблаш учун мунтазам тармоқнинг (i, j) узелида қуйидаги формулалардан фойдаланилади:

$$H = \frac{z_{i-1,j} - z_{i+1,j}}{2 \cdot C} \quad (5.1)$$

$$G = \frac{z_{i,j+1} - z_{i,j-1}}{2 \cdot C} \quad (5.2)$$

$$\varphi = \text{Arc tan}(\sqrt{G^2 + H^2}) \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \quad (5.3)$$

$$\omega = \text{Arc tan}\left(\frac{H}{G}\right) \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \quad (5.4)$$

бу ерда

$z_{i-1,j} - z_{i+1,j}, z_{i,j+1} - z_{i,j-1}$ - геомайдоннинг индекслари кўрсатилган узеллардаги қиймати,

φ - қияликнинг градуслардаги қиймати,

ω - экспозициянинг градуслардаги қиймати.

(5.1) ва (5.2) ифодалардан кўриниб турибдики, қияликлар ва экспозицияларни ҳисоблашда ҳисобланадиганга қўшни узеллар қўлланилади. Шунинг учун олинадиган қияликларли ва экспозицияларли мунтазам тармоқ x ва y ўқлар бўйича бошланғич мунтазам тармоққа нисбатан иккитага кам узелларни ўз ичига олади.

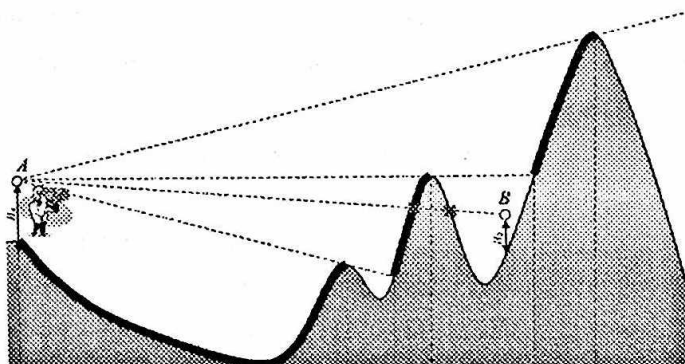
Ҳисоблаш алгоритмининг моҳияти қуйидагидан иборат. Мунтазам тармоқнинг ҳар бир узели учун (5.1)-(5.4) формулалар бўйича қиялик ёки экспозиция ҳисоблаб чиқилади. Ҳисобланган қиймат чиқиш матрицасига ёзиб қўйилади. Қияликлар ёки экспозициялар ҳисоблаб чиқилгандан кейин барча узеллар учун бундай чиқиш матрицаси асосида янги мунтазам тармоқ яратилади.

5.10.3. Кўринарлилик чизиғини ҳисоблаш

Кўринарлилик чизиғини ҳисоблаш масаласи юзада (жой релефида) қандайдир чизиқ бўйлаб кузатувчига кўринарли бўлган нуқталарни ҳисоблаб чиқишни назарда тутди. Бунда кузатувчининг юзадан баландлиги H_A ва кузатиладиган нуқталарнинг юзадан баландлиги H_B қўшимча равишда берилиши мумкин. 5.20-расмда кўринарлилик чизиғини аниқлаш схемаси кўрсатилган.

Кўринарлилик чизиғини ҳисоблаш алгоритми қуйидагича. Биринчи босқичда бошланғич чизиқ бўйлаб профил шакллантирилади. Ундан кейин профилнинг ҳар бир нуқтаси учун AB кесим шакллантирилади, унда A нуқта кузатувчининг ҳолатига мувофиқ келади, B нуқта эса кузатиладиган нуқтанинг ҳолатига (профилнинг жорий нуқтасига) мувофиқ келади. Бунда A нуқта юзадан H_A катталиққа, B нуқта эса H_B катталиққа кўтарилган. Сўнгра ушбу кесимнинг релефининг олдинроқ тузилган профили билан кесишуани тешириш бажарилади. Агар кесишишлар йўқ бўлса, y ҳолда B нуқта A нуқтадан кўринарли, бошқа ҳолда – кўринмайди. 5.20-расмда B нуқта A нуқтадан кўринмайди, зеро AB кесим профил чизиғини крестлар

билан белгиланган нуқталарда икки марта кесиб ўтади. Қалин чизиқ билан профилнинг $H_B=0$ бўлганда нуқталари A нуқтадан кўринарли бўлган қисмлари кўрсатилган.



5.20-расм. Кўринарлилик чизиғини аниқлаш схемаси

Алгоритм ишининг натижаси 5.20-расмда тасвирланганидек картада кўринарлилик чизиғининг кўринарлилик участкаларига мувофиқ келадиган сегментлари кўринишида, ёки кўринарлилик чизиғининг рельефнинг уч ўлчамли моделига қўйилган сегментлари (профилдаги қалин чизиқлар) кўринишида ифодаланиши мумкин.

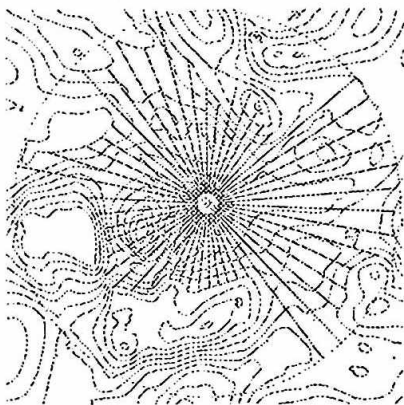
Мулоҳаза. Агар кўринарлилик чизиғини ҳисоблаш етарлича узун участкада бажарилса, у ҳолда Ер юзасининг эгрилигини инобатга олиш зарур.

5.10.4. Кўринарлилик зоналарини ҳисоблаш

Кўринарлилик/кўринмаслик зоналарини ҳисоблаш. Бу масала барча нуқталари кузатиш нуқтасидан кўринадиган зоналарни топишни назарда тутати. Бундай масалани ечишга иккита ёндошув бўлиши мумкин.

Биринчи ёндошув кузатиш нуқтаси атрофида кўринарлилик чизиқларини радиал тарзда тузишни назарда тутати. Бунда картада кўринарлилик чизиқлари берилган, масалан, 5 градусли бурчак оралаб тузилади (5.21-расм). Бу ёндошувнинг устунлиги – юқори иш тезлиги,

камчилиги эса – картада кўринарлилик/кўринмаслик зоналари чегараларини аниқлашнинг мураккаблигидир.

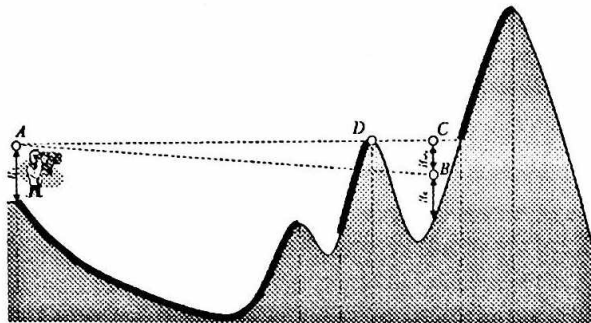


5.21-расм. Кўринарлилик зоналарини радиал аниқлаш

Иккинчи ёндошув кўринарлилик/кўринмаслик зоналарини мунтазам тармоқ кўринишида ҳисоблашни назарда тутаяди, унда ҳар бир узелнинг қиймати кўриш нуқтаси ва тармоқнинг жорий узели орасидаги кўринарлилик/кўринмаслик белгиси ҳисобланади (5.23-, б расм). Бунда юзанинг бошланғич модели сифатида ҳам мунтазам, ҳам триангуляция тармоғи қўлланилиши мумкин. Модомики, ҳисоб-китоб натижаси мунтазам тармоқ бўлар экан, у ҳолда у бўйича кўринарлилик зоналарини изоконтурлар кўринишида тузиш қийин эмас.

Зоналарни минимал кўринарлилик баландлиги билан ҳисоблаш. Бу вариант унга B кузатиладиган нуқтани (5.22-расм), бу нуқта (C нуқта) A^2 кузатиш нуқтасидан кўринарли бўлиши учун кўтариш зарур бўлган H_{min} минимал баландликни ҳисоблашни назарда тутаяди. Кўринарлилик чизиғини ҳисоблашдаги каби, кузатувчининг юзадан баландлиги H_A ва кузатиладиган нуқталарнинг юзадан баландликлари H_B қўшимча равишда берилиши мумкин.

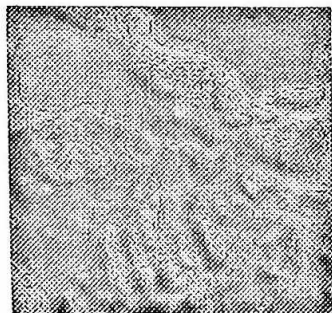
² C нуқта A нуқтадан кўринарли бўлиши учун уни чексиз кичик қиймат ϵ га кўтариш зарур.



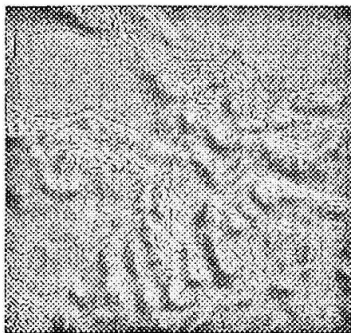
5.22-рasm. Кўринарлик учун минимал баландликни аниқлаш

H_{min} ни ҳисоблаш алгоритми кўринарлик чизиғини тузиш алгоритмига асосланади ва қуйидагича ишлайди. Агар у учун H_{min} ни ҳисоблаш зарур бўлган B жорий нуқта A кузатиш нуқтасидан кўринмаса, у ҳолда профилнинг B нуқтадан олдиндаги сўнгги кўринарли нуқтаси бўлмиш D нуқтани топиш керак. Удан кейин A ва D нуқталар орқали ўтадиган тўғричиликнинг кесишиш нуқтаси ва B нуқта орқали ўтадиган вертикал тўғри чизиқ бўлмиш C нуқтани топиш зарур. C ва B нуқталар орасидаги масофа айнан қидирилаётган H_{min} баландликдир. Агар B жорий нуқта A кузатиш нуқтасидан кўринса, у ҳолда $H_{min} = 0$ бўлади.

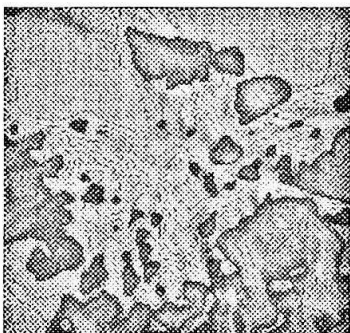
Кўринарлик учун минимал баландликларни кўрсатувчи картани шакллантириш учун H_{min} қийматларга эга бўлган мунтазам тармоқни яратиш керак. Бундай картага мисол 5.23-, в расмда кўрсатилган.



Изолиниялар ва кўриш нуқтаси
($h=20$ м) туширилган бошланғич
релеф



Содда кўринишлидикни ҳисоблаш
натижаси: кўриш нуқтасининг
релефдан баландлиги 50 м,
кузатиш нуқтасининг баландлиги 0
м. Натижаловчи тармоқ релефнинг
бошланғич релеф бўйича ювилиб
кегиши билан бўялган



Кўринарлилик учун зарур бўлган
баландликни ҳисоблаш натижаси:
кўриш нуқтасининг релефдан
баландлиги 50 м, кузатиш
нуқтасининг баландлиги 0 м.
Натижаловчи тармоқ яна
релефнинг бошланғич релеф
бўйича ювилиб кетиши билан
бўялган.

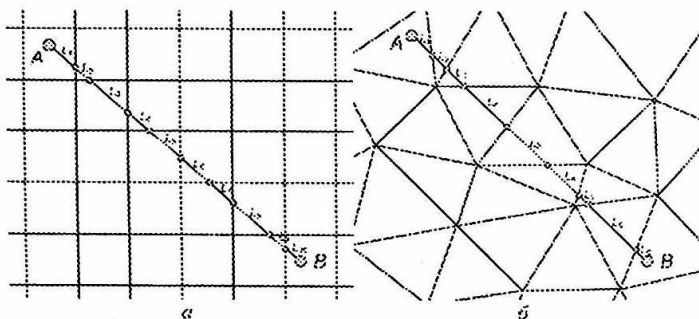
5.23-расм. Жой релефи бўйича кўринарлилик зоналари

Мулоҳаза. Агар ҳисоб-китоб етарлича узун участкада бажарилса, у
ҳолда Ер юзасининг эгрилигини инобатга олиш зарур.

5.10.5. Жой релефи бўйича масофани ва майдонни ҳисоблаш

Масофани релеф бўйича ҳисоблаш. *A* ва *B* нуқталар орасидаги карта
бўйича масофа ва ушбу нуқталар орасидаги релеф бўйича масофа – бу
иккита ҳар хил катталиклардир. Релеф бўйича масофани ҳисоблаш
релефнинг модели (мунтазам ёки триангуляция тармоғи) асосида
бажарилади. Бунинг учун *A* ва *B* нуқталар орасида чизиқнинг ва мунтазам
тармоқ ячейкалари қирраларининг (5.24-, а расм) ёки триангуляция

тармоғи учбурчакларининг қирралари (5.24-, б расм) ўртасидаги кесишиш нуқталарини аниқлаш зарур.



5.24-расм. Нуқталар орасидаги масофани рельеф моделидан фойдаланиб аниқлаш

a – мунтазам тармоқдан фойдаланиб

б – триангуляция тармоғидан фойдаланиб

Ушбу нуқталарни бирлаштириб, рельефда ётган уч ўлчамли поличирикни оламиз. Шунда *A* ва *B* нуталар орасидаги рельеф бўйича масофа қуйидаги формула бўйича ҳисобланиши мумкин:

$$L_{AB} = \sum_i L_i$$

бу ерда L_i – олинган поличирик i -сегментининг узунлиги.

Одатда, *A* ва *B* нуталар тармоқнинг қирраларида ётади, шунинг учун биринчи ва охири сегментларнинг узунлигини ҳисоблаш учун ушбу нуқталарнинг z координатаси қийматини аниқлаш зарур. Буни рельеф моделидан фойдаланиб бажариш осон. Қолган нуқталарнинг z координатасини ҳисоблаш учун чизиқли интерполяция қўлланилади (моделнинг ҳар бир қирраси уч ўлчамли кесимдир). Яъни рельеф бўйича масофа *A* ва *B* нуқталар орасидаги профил чизигининг узунлигига тенг.

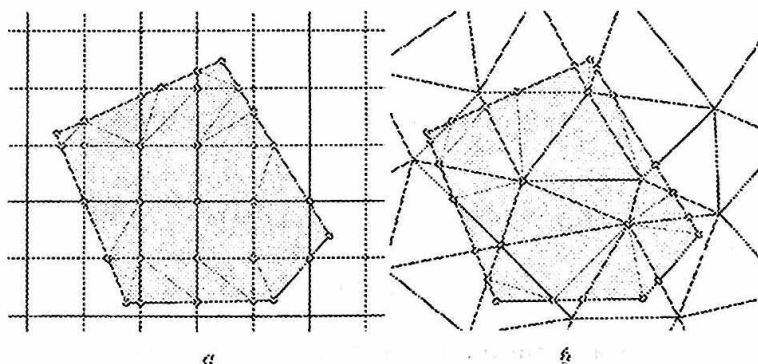
Майдонни рельеф бўйича ҳисоблаш. Картанинг қайсидир участкасининг майдони ва унинг юзадаги майдони – бу ҳам иккита турли катталиклардир. Релеф участкасининг майдонини ҳисоблаш рельефнинг модели асосида бажарилади. Бунинг учун жорий участкани чегаралари тармоқнинг қирралари ва фигуранинг чегараси бўлган фрагментларга бўлиб чиқиш зарур (5.25-расм).

Шунда фигуранинг рельеф бўйича майдони (юза участкасининг майдони) қуйидаги формула бўйича ҳисобланиши мумкин:

$$S = \sum_i S_{fri},$$

бу ерда S_{fri} – фигуранинг i -фрагменти юзасининг майдони.

Агар фрагментнинг чегараси фақат тармоқнинг қирраларидан ташкил топган (мунтазам тармоқнинг ячейкаси ёки триангуляция тармоғининг учбурчаги тўлалигича фигура ичида) бўлса, у ҳолда мунтазам тармоқ ячейкаси учун фрагмент юзасининг майдони эгр чизикли (масалан, бичизикли) юзанинг майдони тариқасида, триангуляция тармоғининг учбурчаги эса – уч ўлчамли учбурчакнинг майдони тариқасида ҳисоблаб чиқилади.



5.25-расм. Фигуранинг майдонини рельеф модели асосида аниқлаш
а – мунтазам тармоқни қўллаб, б – триангуляция тармоғини қўллаб

Агар фрагментнинг чегараси жумладан бошланғич фигуранинг чегараси билан ташкил топган ва бундай фрагментнинг узеллари сони учтадан ортиқ бўлса, у ҳолда бундай фрагмент юзасининг майдонини ҳисоблаш ўта мураккабдир. Шунинг учун ҳисоб-китобни соддалаштириш учун бу фрагментни учбурчакларга бўлиб чиқиш мумкин (5.25-расмда қўшимча қирралар пунктир чизиклар билан кўрсатилган). У ҳолда бундай i -фрагментнинг $S_{фpi}$ майдони қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$S_{фpi} = \sum S_{mpj},$$

бу ерда S_{mpj} – i -фрагмент j -учбурчагининг майдони.

Мулоҳаза. Агар ҳисоб-китоб етарлича узун участкада бажарилса, у ҳолда Ер юзасининг эгрилигини инобатга олиш зарур.

5.10.6. Юзалар билан чегараланган жисмнинг ҳажмини ҳисоблаш

Кўпинча, айниқса амалий жиҳатдан қизиқарли лойиҳаларда, тепа ва пастки юзалар ҳамда қандайдир ён юза билан чегараланган жисмнинг ҳажмини ҳисоблаш масаласи қўйилади (5.26-расм).



5.26-расм. Жисмнинг иккита юза қўлланишидаги кўриниши

Ушбу масалани ечишда шуни инобатга олиш зарурки, тепа ва пастки юзалар ҳам турли моделлар билан, ҳам уларнинг турли структураси (масалан, турлича тармоқ қадамига эга мунтазам тармоқлар ёки турли бошланғич нуқталарда тузилган триангуляция тармоқлари) билан ифодаланиши мумкин. Шунинг учун V ҳажми ҳисоблаб чиқиш учун қуйидаги формуладан фойдаланамиз:

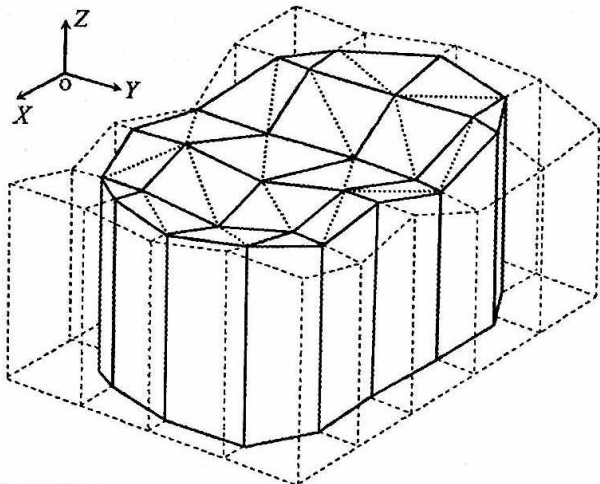
$$V = V_{\text{тепа}} - V_{\text{пастки}} \quad (5.8)$$

бу ерда $V_{\text{тепа}}$ - тепа юза, XOY текислик ва полигон билан чегараланган жисмнинг ҳажми, $V_{\text{пастки}}$ эса - тепа юза, XOY текислик ва призма билан чегараланган жисмнинг ҳажми. $V_{\text{тепа}}$ ва $V_{\text{пастки}}$ ни ҳисоблаш учун майдонни рельеф бўйича ҳисобланишидаги каби (5.25-расм) кўрилатган жисмни оддий фрагментларга бўлиб чиқиш зарур. Ҳар бир бундай фрагмент вертикал четлари пастки четига перпендикуляр ва трапеция бўлган, пастки ва тепа четлари эса учбурчаклар бўлган кўпбурчакдан³ иборат бўлади, бунда пастки чет XOY текислигида ётади (5.27-расм), Бу ҳолда $V^*(V_{\text{тепа}}$ ёки $V_{\text{пастки}})$ ҳажм қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$V^* = \sum_i -V_{\phi p i'} \quad (5.9)$$

бу ерда $V_{\phi p}$ - жисм i -фрагментининг ҳажми. $V_{\phi p}$ ҳажми уни учбурчакли призмага ва пирамидага бўлиб ва уларнинг ҳажмларини жамлаб ҳисоблаш мумкин. Кўриб чиқилган услуб моделлардан ҳам мунтазам, ҳам триангуляция тармоқлари кўринишида фойдаланилганда ҳажми ҳисоблаш учун қўлланилиши мумкин.

³ Тепа юзани, масалан, нккита учбурчак билан ашпроксимациялаш мумкин

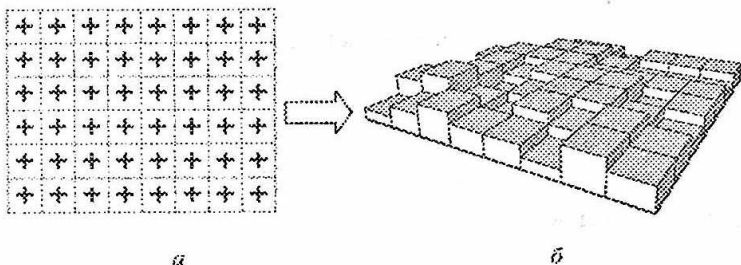


5.27-расм. Жисми кўпбурчаклар билан аппроксимациялаш

Мунтазам тармоқлардан фойдаланилганда шунингдек ҳисоблашнинг камроқ аниқликдаги, лекин соддароқ услубини ҳам қўллаш мумкин. Одатда, мунтазам тармоқ ячейкаларининг ўлчами анча кичик бўлади, шунинг учун бошланғич жисм кўпинча тўғри параллелепипедлар билан аппроксимацияланади (5.28-, 6 расм). Бунда мунтазам тармоқ ячейкали ҳисобланади (яъни тармоқнинг узеллари геомайдоннинг ўзгармас қийматларига эга квадрат ячейкаларнинг марказлари сифатида қўрилади – 5.28-, а расм). Шунда параллелепипеднинг $V_{\text{пар}i}$ ҳажми қуйидаги формула бўйича ҳисобланиши мумкин:

$$V_{\text{фр}} = V_{\text{пар}} = z_i \cdot \text{cell}^2, \quad (5.10)$$

бу ерда z_i – геомайдоннинг (юзанинг) i -ячейкадаги қиймати, cell – ячейканинг ўлчами.



5.28-расм. Жисми параллелепипедлар билан аппроксимациялаш

5.10.7. Геомайдонларни рақамли филтрациялаш

Геомайдоннинг мунтазам тармоқ кўринишидаги моделидан фойдаланилганда бундай геомайдонларга ишлов бериш ва уларни таҳлил қилиш учун матрицавий рақамли филтрларни қўллаш мумкин. Растрли тасвирларга матрицавий рақамли филтрлар ёрдамида ишлов беришга бўлган ёндошувлар яхши маълум. Мадомики мунтазам тармоқ моҳияти бўйича ҳар бир элементи геомайдоннинг қиймати бўлган матрица экан, унга ҳам бундай филтрлар қўлланиши мумкин. Матрицавий рақамли филтрларнинг энг кенг тарқалган тури – *чизиқли филтрларни* кўриб чиқамиз.

Чизиқли филтрнинг принципи геомайдоннинг тармоқ узелидаги (ячейкасидаги) G янги қийматини ҳисоблашда геомайдоннинг узелдаги (ячейкадаги) қийматидан, шунингдек геомайдоннинг яқин узеллардаги (ячейкалардаги) қийматларидан фойдаланишдан иборат:

$$G = \frac{\sum_i \sum_j G_{ij} w_{ij}}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \quad (5.11)$$

бу ерда G_{ij} – геомайдоннинг ij узелдаги қиймати,

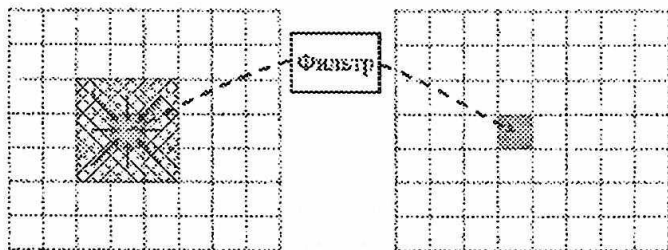
w_{ij} – узелнинг вазни,

n – матрицанинг ўлчами (апертура).

Геомайдон қийматини шу тарзда ҳисоблаш чиқувчи мунтазам тармоқни шакллантиради (5.29-расм).

Анъанавий равишда филтр коэффициентлар (вазнлар) матрицаси кўринишида берилади:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix} \quad (5.12)$$

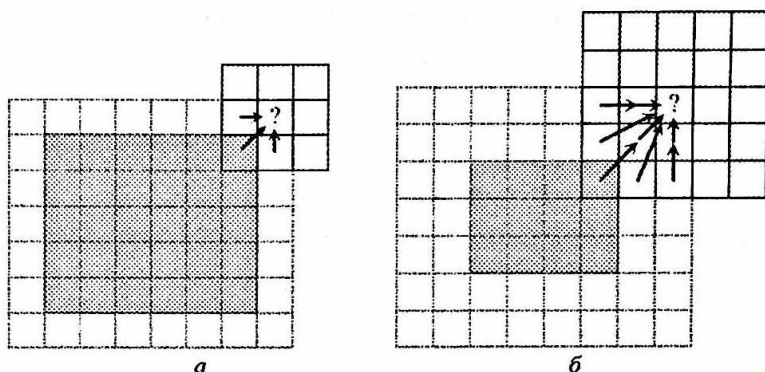


5.29-расм. Геомайдонларни рақамли филтрациялаш схемаси

Бу матрицанинг n ўлчами, одатда, тоқ сон бўлади. Энг кўп ҳолларда 3×3 ва 5×5 ўлчамли матрицалар қўлланилади. Масалан, юзани текислаш учун қуйидаги кўринишдаги филтр қўлланилиши мумкин.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Матрица ўлчамини (апертурани) орттириш филтрлаш хусусиятларининг кучайишига олиб келади. Масалан, 5×5 ўлчамли филтр ва шу каби 3×3 ўлчамли филтр.



5.30-расм. Рақамли филтрациялашда четки узеллар муаммоси

Рақамли филтрлар билан ишлашда мунтазам тармоқнинг четки узелларига алоҳида эътибор қаратиш зарур. Масалан, 3×3 ўлчамли филтрдан фойдаланишда четки узелларнинг ҳар бири учун саккизта қўшнини қўллашнинг иложи йўқ (5.30-, а расм), 5×5 ўлчамли филтр учун эса - иккита четки узел (5.30-, б расм) учун қўшнилар йўқ. Бу ерда иккита ёндошув бўлиши мумкин. Биринчи ёндошувда бундай четки узеллардаги қийматлар ҳисобланмайди, бу чиқувчи мунтазам тармоқ ўлчамларининг кичиклашувига олиб келади, лекин тармоқнинг барча узеллари учун филтрацияни бир йўсинда бажариш имкониятини беради. Иккинчи ёндошув шуни назарда тутадик, (5.11) ифодада фақат бор қўшниларни жамлаш амалга оширилади, бу филтрацияни тармоқнинг барча узеллари учун, лекин бир йўсинда бўлмаган ҳолда (кўп ҳоларда кераги йўқ) бажариш имкониятини беради.

Юзаларга ишлов беришда филтрлар шунингдек кўп йўлли қўлланилиши ҳам мумкин. Масалан, интерактив режимда кетма-кет бир неча марта текисловчи филтрни босқичма-босқич мақбул натижага эришиган ҳолда қўллаш мумкин.

5.11. Геомайдонларни тиклаш

Фазовий маълумотлар билан ишлашда энг кенг тарқалган масала ўлчов ишлари ўтказилмаган областларда геомайдон қийматларини олиш ҳисобланади. Бу масалани ечиш бошланғич фазовий маълумотларнинг қуйидаги хусусиятлари билан мураккаблашади:

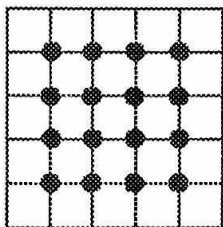
- тадқиқ қилинадиган ҳодиса тўғрисидаги ахборот геомайдоннинг фақат баъзи областларидагина тайинли даражадаги аниқликда маълум;
- аксарият ҳолларда бу областлар *синаб кўриш нуқталарини* (жойдаги нуқталар, тадқиқот ўтказилган, натижасида уларда геомайдон қиймати аниқланган қандайдир муҳитда майдонни ўлчаш нуқталари ва ҳ.к.) ўзида ифодалайди;
- одатда *синаб кўриш нуқталари нуқталарнинг номунтазам тармоғини* ўзида ифодалайди.

5.31-расмда геомайдонларни тиклаш масаласини ечиш учун қўлланиладиган бошланғич нуқтали маълумотларни фазовий жойлаштириш турлари кўрсатилган. 5.31-расмдан кўриниб турибдики, геомайдонларни тиклаш масаласини ечишда бошланғич нуқтали маълумотларни фазовий жойлаштириш жуда ҳар хил бўлиши мумкин. Энг содда ҳолат – мунтазам фазовий жойлаштиришдир (5.31, а расм). Бундай жойлашувга эга маълумотлар мунтазам тармоқни ўзида ифодаб бўлади, уларни таҳлил қилиш эса алгоритмик нуқтаи назардан етарлича содда. Афсуски, бошланғич маълумотларни бундай жойлашиши ҳолатлари ғоят сийракдир.

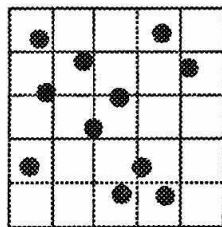
Энг кўп ҳолларда маълумотлар (геомайдон қийматлари) тасодифий ёки кластерли фазовий жойлашувга эга бўлади (5.31-, б ва 5.31-, г расмлар). Кластерли жойлаштиришда нуқталар гуруҳларни (кластерларни) ташкил қилади. Одатда бундай жойлашув шу билан боғлиқки, геомайдон мураккаб

структурали бўлган жойларда уни ўлчаш (синаб кўриш) ишлари катта зичлик билан бажарилади.

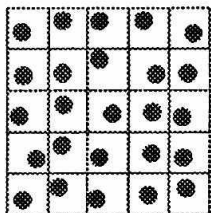
Агар Тадқиқот шартлари имкон берса, синаб кўриш нуқталари мунтазам, лекин жуда аниқ бўлиши шарт бўлмаган тарзда жойлаштирилади, Бундай мунтазам тасодифий жойлаштиришга мисол 5.31-, в расмда кўрсатилган.



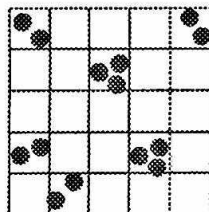
а) мунтазам



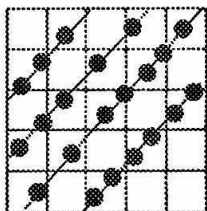
б) тасодифий



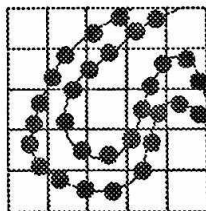
в) мунтазам-тасодифий



г) кластерли



д) профилли



е) изолинияли

5.31-расм. Бошланғич нуқтали маълумотларни
фазовий жойлаштириш турлари

Профилли фазовий жойлашувга эга маълумотлар (5.31-, д расм), одатда, геомайдонни тадқиқ қилиш ишларини бажарувчи объектни, масалан, кўчма лабораторияни кўчиришда олинади.

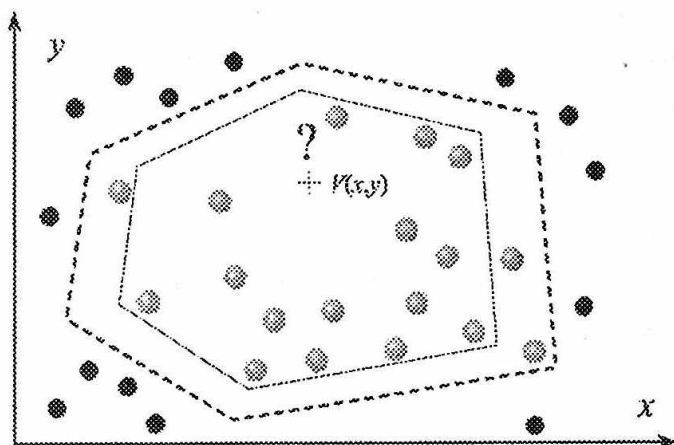
Нуқтали маълумотларни изолинияли фазовий жойлаштириш турли изолиниялар карталарини рақамлаш натижасида, узел нуқтларни уюштириш йўли билан олинади (5.31-, е расм). Бундай тарзда шакллантирилган маълумотлар қуйидаги хусусиятга эга бўлади: битта излиниядан уюштирилган нуқталарга геомайдоннинг бир хил қиймати қиёсланган бўлади.

5.11.1. Геомайдонни нуқтали маълумотлар бўйича тиклаш

Геомайдонни маълум бўлган нуқтали маълумотлар бўйича тиклаш шундай масалани ўзида ифодалайдики, унда ҳар бири ушбу нуқтадаги координаталар (x, y) ва геомайдон қиймати z билан берилган бошланғич нуқталар тармоғи бўйича геомайдоннинг мавжуд бўлмаган $V(x, y)$ қийматини, умуман олганда, бир маъноли юзанинг ҳар қандай нуқтасида x ва y координаталар билан тиклаш зарур (5.32-расм).

Нуқталарида геомайдон қийматларини тиклаш зарур бўлган областни *тиклаш области* деб атаймиз, бошланғич нуқталар таҳлил қилинадиган областни эса *тадқиқ қилинадиган область* деб атаймиз.

Бунда бошланғич нуқтали маълумотлар ихтиёрий x ва y координаталарга эга бўлиши мумкин (5.31-расм). Ўзининг моҳиятига кўра – бу геомайдон билан таърифладиган ҳодисанинг умумий манзарасини қисмма-қисм тиклашга уринишдир. Тушунарлики, тикладиган геомайдоннинг табиати тўғрисидаги қўшимча маълумотларсиз бундай масалани бир маънода ечишнинг иложи йўқ. Мадомики унинг аниқ ва ягона ечими йўқ экан, бу масалани *нотўғри масала* деб атаймиз. Шундай қилиб, геомайдонни тиклаш масаласи турли услублар билан ва турлича аниқликда ечилиши мумкин.



- Тиклаш областининг чегараси
- Тадқиқ қилинадиган областининг чегараси
- Ҳисоб-китобда қатнашмайдиган нуқталар
- Ҳисоб-китобда қатнашадиган нуқталар

5.32-расм. Геомайдонни нуқталарнинг номунтазам тармоғи бўйича тиклаш

Бу масалани ечишнинг ҳар бир услубида геомайдоннинг табиати тўғрисидаги маълум тасаввурлар киритилади. Охир-оқибатда ҳар бир услуб бошланғич маълумоларнинг турлича талқин қилинишини таъминлайди.

Асосий мураккаблик ҳақиқатга (таърифланадиган ҳодисага) илож қадар яқинроқ мос келадиган энг аниқ юзани тузишдан иборат. Бу мақсадга эришиш бир қатор “омад омилларига” боғлиқ:

- бошланғич тўғри маълумотларнинг етарли сони мавжудлиги;
- тадқиқ қилинадиган ҳодсани чуқур тушуниш;
- ҳодисанинг тарқалиш қонуниятларини таърифлашнинг

адекват математик услубларини қўллаш;

- маълумотларни ўрганиш, юзаларни тузиш ва уларнинг тўғрилигини баҳолаш учун қулай инструментларнинг мавжудлиги.

Геомайдонларни нуқтали маълумотлар бўйича тиклашнинг бир нечта услублари ва алгоритмлари мавжуд, уларни шартли равишда тўртта гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Детерминистик услублар.

2. Маълумотларни статистик талқин қилишга асосланган геостатистика услублари.

3. Сунъий интеллект алгоритмлари (сунъий нейрон тармоқлари, генетик алгоритмлар).

Бундай бўлиш жуда шартлидир. Хусусан геостатистик услубларни детерминистик таърифлаш мумкин ва, тескариси, бир қатор детерминистик услублар яқин статистик аналогларга эга. Детерминистик ва геостатистик услублар энг кенг омамвийликни олди.

Детерминистик услублар жумласига қуйидагилар киради:

- тескари чамаланган масофалар услуги;
- полиномиал интерполяция;
- сплайнлар билан интерполяциялаш;
- радиал базис функциялар услуги;
- табиий қўшнилик услуги;
- триангуляция услуги ва бошқ.

Геостатистик услублар жумласига қуйидагилар киради:

- одатдаги кригинг;
- содда кригинг;
- кокригинг;
- эҳтимолий кригинг ва бошқ.

Мисол тариқасида тескари чамаланган масофалар услубини кўриб чиқамиз.

5.11.1.1. Тескари чамаланган масофалар услуги

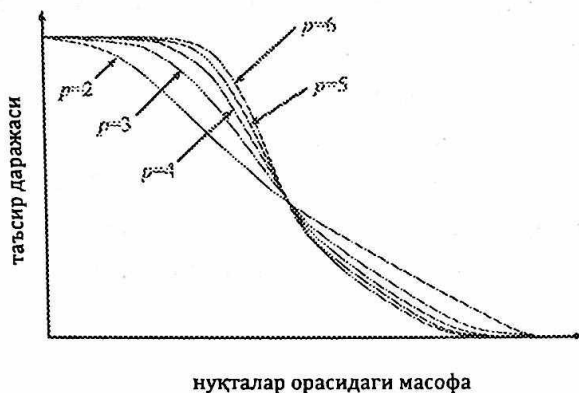
Ушбу услуб (унинг бошқа номлари – чамаланган ўрталаштирилган баҳолаш, ўртача чамаланган интерполяция, текари масофалар услуги, IDW) шундай тахминга асосланганки, уларда геомайдоннинг қийматлари бор нуқталар қанчалик бир-бирига яқин жойлашган бўлса, бу қийматлар шунчалик бир-бирига яқиндир. Геомайдоннинг (x, y) ихтиёрий нуқтадаги $V(x, y)$ қиймати қуйидаги формула бўйича ҳисобланиши мумкин:

$$V(x, y) = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{V_k}{r_k^p}}{\sum_{k=1}^N \frac{1}{r_k^p}}, \quad (5.13)$$

бу ерда V_k – геомайдоннинг k -нуқтадаги қиймати (x_k, y_k) ,
 r_k – (x, y) ва (x_k, y_k) нуқталари орасидаги масофа,
 p – нуқтанинг таъсир даражаси,
 N – энг яқиндаги таҳлил қилинадиган нуқталар сони.

Бу услуб қатъий интерпретатордир, яъни тикланган геомайдон бошланғич нуқталар орқали аниқ ўтади. Бундан ташқари, геомайдоннинг ҳисобланган қийматлари ҳар доим бошланғич маълумотлар – геомайдон қийматлари диапазонида ётади.

(5.13) формуладан кўриниб турибдики, геомайдоннинг ихтиёрий нуқтадаги қиймати бошланғич нуқталардаги турлича вазнлар (коэффициентлар) билан олинган қийматлар йиғиндисини ўзида ифодалайди. Бунда нуқта ҳисобланадиган нуқтадан қанчалик узоқ да ётган бўлса, унинг якуний қийматга таъсири шунчалик кам бўлади (5.33-расм).



5.33-расм. Турли "р" лар учун таъсир кўрсатиш даражасининг бошланғич ва ҳисобланадиган нуқталар орасида масофага боғлиқлиги

5.11.2. Геомайдонни изолиниялар бўйича тиклаш

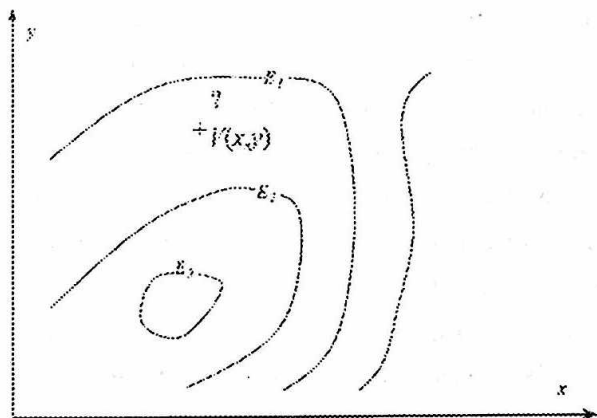
4.6-бандда кўрсатганидек, геомайдонларни картографик тасвирлашнинг асосий усулларида бири изолинияли ифодалашдир. Бироқ геомайдонларни таҳлил қилиш билан боғлиқ масалаларни карталар асосида ечиш анча қийиндир. Гап шундаки, геомайдонларни таҳлил қилиш учун геомайдоннинг ихтиёрий нуқтадаги қийматини бир мазмунда аниқлаш имконияти мавжуд бўлиши лозим. Изолиниялар бўйича буни бажариш мумкин эмас, зеро геомайдоннинг қийматлари фақат шу чизиқлардагина маълум.

Геомайдонларни таҳлил қилиш масалаларини ечиш учун кўп ҳолларда изолиниялар асосида олинган мунтазам ифода қўлланилади. Шунинг учун геомайдонни тиклаш масаласини мунтазам тармоқларни изолиниялар бўйича тиклаш масаласига келтирамиз. Ҳар бирига геомайдоннинг маълум қиймати қиёсланган изолинияларнинг бошланғич тўплами бўйича ҳар бир нуқтада геомайдон қийматини тиклаш зарур (5.34-расм). Бунда қуйидаги шартлар бажарилиши зарур:

1. Геомайдоннинг ҳисобланадиган (x, y) нуқтадаги $V(x, y)$ қиймати иккита ёндош изолиниялардаги майдон қийматлари чегарасида ётиши лозим (5.34-расм учун $E_1 > V(x, y) > E_2$, бу ерда $E_1 > E_2$).

2. Олинган геомайдон текис текис бўлиши лозим.

Биринчи шарт мажбурийдир, иккинчиси эса – тавсиявий характерга эга. Текис бўлиши шарти амалий жиҳатдан мақсадга мувофиқлик юзасидан қабул қилинган. Бу масала, геомайдонни нуқталарнинг номунтазам тармоғидаги маълумотлар бўйича тиклаш масаласи каби, *нотўғри* масала ҳисобланади.



5.34-расм. Геомайдонни изолиниялар бўйича тиклаш

Геомайдонни изолиниялар бўйича тиклашга иккита ёндошув мавжуд. Биринчи ёндошув икки босқичда амалга оширилади.

1. Изолинияларни нуқталар тармоғига ўзгартириш (нуқталарни “уюштириш”).

2. Геомайдонни нуқталарнинг олинган номунтазам тармоғи бўйича тиклаш.

Бу ёндошув доирасида 1-босқич - изолинияларни нуқталарнинг номунтазам тармоғига ўзгартириш бир нечта усуллар билан бажарилиши мумкин:

- нуқталар изолинияларнинг узелларида “уюштирилади”;
- нуқталар изолиниялар бўйича маълум қадам билан “уюштирилади”;
- изолиниялар устига маълум ўлчамлардаги ячейкаларли квадрат тўр қўйилади, ячейкалар чегараларининг изолиниялар билан кесишиш нуқталари “уюштирилади”.

Ундан кейин нуқталарнинг қандай “уюшишидан” қатъий назар, 2-босқичда номунтазам тармоқ асосида геомайдонни икки ўлчамли интерполяция услубларини қўллаб ҳисоблаш амалга оширилади.

Изолиниялардаги нуқталарни “уюштириш” услублари амалга оширишда энг содда услублар ҳисобланади, бироқ бундай ёндошув жиддий камчиликка эга. Нуқталарни “уюштиришда” битта изолиния билан уюштирилган нуқталар орасидаги ахборотнинг бир қисми шу заҳоти йўқотилади (бундан қутулиш учун чексиз сондаги нуқталарни “уюштириш” зарур, бунинг эса иложи йўқ).

Иккинчи ёндошув геомайдонни бевосита изолиниялар бўйича ҳисоблашни назарда тутди. Ушбу ёндошув доирасида қуйидаги услублар қўлланилади:

- тескари чамаланган масофалар услуги;
- триангуляция услуги;
- сузувчан кесувчилар услуги.

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, сузувчан кесувчилар услуги энг истиқболли услубдир, у изолиниялар маълумотлари бўйича геомайдонларни аниқроқ тиклаш имкониятини беради⁴.

⁴ Ковин Р.В., Марков Н.Г. Геоинформационные технологии для анализа двумерных геополей – Томск: Изд-ва Том. ун-та, 2006. – 176 с.

5.12. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар

1. ГАТларда қўлланиладиган асосий ўлчаш операцияларини санаб беринг.

2. Ўлчаш операцияларини Ер юзасининг эгрилигини инобатга олиб ўтказиш қандай ҳолларда айниқса муҳим?

3. Агар иккита объект “Ўз ичига олади” муносабатида бўлса, улар яна қандай муносабатларда бўлади?

4. Фазовий функциялар фазовий операциялардан нима билан фарқ қилади?

5. Объектни қирқиш операциясини муваффақиятли бажариш учун қандай шартлар бажарилиши лозим?

6. Нега фазовий операцияларни бажаришда агрегациялаш ва дисагрегациялаш процедуралари бунчалик муҳим?

7. Ҳалқали буфер зоналарини тузиш алгоритмини тавсифлаб беринг.

8. Муҳандислик тармоқларини таҳлил қилиш билан боғлиқ масалаларни ечиш учун қандай услублар ва алгоритмлар қўлланилади?

9. Қандай масалаларни ечиш геомайдонларни таҳлил қилишни назарда тутди, санаб беринг.

10. Геомайдонни тиклаш масаласи нима учун нотўғри масала ҳисобланади?

6-БОБ. ВЕКТОРЛИ КАРТАЛАРНИ ЯРАТИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

6.1. Рақамли карталарни бошланғич қоғоз карталар бўйича олиш

Векторлаш учун бошланғич элементар бирлик қоғоз, лавсан ёки бошқа (қаттиқ) ташувчидаги карта ёки планнинг листи ҳисобланади. Одатда векторли рақамли карталарни олишнинг қуйидаги алгоритмидан фойдаланилади. Биринчи қадамда бошланғич карта ёки планнинг бошланғич листини сканирлаш амалга оширилади. Картанинг сканер ёрдамида олинган растрли тасвири иккинчи қадамда векторлашга тайёрланади. Учинчи қадамда растрли тасвирни айнан векторлаш амалга оширилади. Тўртинчи қадамда фазовий объектлар идентификацияланади ёки аниқланади. Бешинчи қадам фазовий объектларни ушбу қадамда тўлдириладиган атрибутив маълумотлар базаси билан айнан шу объектлар бўйича боғлаш учун қўлланилади. Олтинчи қадамда олинган векторли картани комплекс текшириш ишлари бажарилади ва хатоларни таҳрирлаш олиб борилади.

Векторлаш учун ғоят қулай бошланғич кўрсатма – ҳар бир карта листи ўз ичида бир жинсли деб қабул қилишдир (объектлар, уларнинг фазовий муносабатлари, уларнинг ҳолат аниқлиги карта ёки планнинг яратилиши пайтида уларнинг жойдаги ҳақиқий ҳолатига тўла мувофиқ равишда қайд этилган).

Афсуски, одатда, қоғоз ва бошқа ташувчилардаги бошланғич карталар ва планлар ҳар бир лист ичида бир жинсли бўлмайди, шу маънодаки, уларнинг ҳолати вақтнинг турли пайтлари ҳолатига қайд этилган. Тегишли равишда, объектлар ўртасидаги фазовий муносабатлар бошланғич материалдаги зикр этилган кўп жинслилик оқибатида нотўғри қайд этилиши мумкин. Шунинг учун доим ёдда тутиш лозимки, бошланғич картаматериалдаги вазият рақамлашда муносабатларнинг расмийлаштирилган структураси кўринишида автоматик тарзда рақамли картада қайд этилади. Шунинг учун бошланғич картада қайд этилган

объектлар ва улар ўртасидаги муносабатларни рақамли картада адекват узатишга бўлган бошланғич кўрсатма жойдаги ҳақиқий вазият адекват қайд этилишини кафолатламайди.

ГАТлар учун векторли картани яратиш бўйича харажатлар структураси картани тайёрлаш, уни векторлаш, фазовий объектларни идентификациялаш ва уларни атрибутив маълумотлар базаси билан боғлашга, шунингдек зарурий текшириш ва таҳрирлаш ишларига сарфланадиган харажатларни ўз ичига олади. Векторли картани тайёрлашнинг тўлиқ технологик циклида тез-тез ажратиб кўрсатиладиган босқичлар – объектларни векторлаш баробарида идентификациялаш ва атрибутив маълумотлар базаси билан боғлаш – амалда ҳар бири 20 дан 50 гача фоизни эгаллаши мумкин (одатда биргаликда бутун технологик циклни кўпи билан 80 фоизини эгаллаган ҳолда). Мутаносиб равишда бу босқичларда ишларни тезлаштириш ҳисобига вақтни тежаш ўта муҳим аҳамият касб этади.

ГАТни маълумотлар билан таъминлашга мувофиқ равишда **векторлаш ҳисобига вақтни тежаш** етарлича мураккаб масала. Энг ишончли вариант – юқори профессионал фазилатларга эга операторларни тайёрлаш ва танлаш ҳисобига тезликни ошириш ҳамда рақамли карталарни қўлда яратишдир. Шу ҳолда карталарнинг сифати кафолатланади. Автоматик ва ярим автоматик векторлаш технологиялари қўлланилган тақдирда (масалан, Easy/Trase ва MapEdit ярим автоматик дастур-векторизаторлар ёрдамида) бир нечта жиддий муаммолар вужудга келади. Биринчидан, векторизаторлар яхши тайёрланган оператор томонидан қўлда рақамлаш сифатига таққосласа бўладиган сифатни таъминлаши лозим. Иккинчидан рақамлаш сифати паст бўлган тақдирда, яратилган рақамли карталарни таҳрирлаш муаммоси чиқади, у векторизатор ёрдамида рақамлашнинг тезланиши ҳисобига олинган ютиладиган вақтнинг катта қисмини “еб қўйиши” мумкин, хатто қўшимча

вақт ҳам талаб қилади. Бунда ҳамма хатоликлар топилишига ва теран тузатилишига кафолат йўқдир.

Бундан ташқари, анъанавий карталарнинг аксарияти учун улар бўйича рақамли карта яратиш жараёни, анъанавий карталар рақамлашга ва умуман ГАТда фойдаланишга мўлжалланмасдан яратилганлиги туфайли, кўп ҳолларда бошланғич картматериални талқин қилишни ўзида ифодалайди. Талқин қилиш шартли белгилар билан қайд этилган объектлар, шунингдек устига шартли белгилар ёки ёзувлар қўйилган объектлар рақамланган ҳолларда юзага келади. Шунингдек полигонал объектларнинг чегаралари бошланғич картада аниқ кўрсатилмаган, бошланғич картада соғлом фикр нуқтаи назаридан объектлар ўзаро нотўғри жойлашган (дарёга тушган кварталлар, кўлнинг четидан ўтган йўл ва бошқ.) ҳолларда ҳам талқин қилиш зарур бўлади. Бошланғич картанинг масштаби катталашиши билан бундай талқин қилишни талаб қилувчи вазиятларнинг сони камайиш тенденциясига эга, лекин шу билан бирга бундай вазиятларни тушуниб етишга сарфланадиган харажатлар одатда кўп вақт талаб қилади. Баъзан рақамлашнинг бундай талқин қилиш умуман ўтказилмайдиган технологиялари қўлланилади – ҳаммаси бошланғич картада борлигича рақамланади, ёки муайян қарорлар бутунлай операторнинг ваколатига кирганда.

Сканирлаб олинган тасвир асосида векторлаш услубига муқобил бошқа услуб векторли рақамли карталарни қоғозли ташувчилардан яратиш услубидир, у дигитализациялаш (уюштириш) услуби деб аталади. Услубнинг моҳияти махсус қўрилмани – дигитайзерни ва ушбу қўрилма ишлашнинг интерактив режимини ушлаш учун махсус дастурий таъминотни қўллашдан иборат. Бу услуб шунингдек баъзи замонавий ГАТларда ҳам реализация қилинган (бунда объектларнинг контурлари бўйича ўтишда оператор “сичқончадан” фойдаланади).

Умуман бошланғич қоғоз карталарни рақамлаш масалалари бўйича айтиш лозимки, улар бўйича ГАТ талабларини ҳисобга оладиган рақамли карталар яратиш учун етарлича юқори даражадаги харажатлар, операторлар ва редакторларнинг айнан ГАТлар соҳасида юқори даражадаги профессионал картографик тайёрланганлиги зарур бўлади.

6.2. Карталарни Ерни масофадан зондлаш маълумотлари бўйича олиш

Масофадан зондлаш маълумотларидан (МЗМ) – аэро- ва космосуратлардан – кируви маълумотлар сифатида фойдаланиш ГАТлар учун сўзсиз истиқболли йўналишдир. Съёмкалар материаллари керакли координаталар тизимига боғланган растрли тасвирларнинг ягона набори кўринишида ифодаланиши мумкин, ва, қоғоздаги картографик материаллардан фарқли ўлароқ, ҳақиқатан ҳам барча фазовий объектлар ва улар ўртасидаги муносабатлар амалда бир онда қайд этилишини акс эттириши мумкин.

Таъкидлаш лозимки, масофадан зондлаш материалларини дешифровкалашда анча кўп тўғаноқлар мавжуд ва турли объектларни ажратиш аниқлиги ҳар доим ҳам бир хил бўлавермайди, бу одатда жойда қўшимча ўлчаш ишлари ўтказишни талаб қилади.

Тадқиқотларнинг кўрсатишича, космик услублар ва воситалар ҳозирги кунда аэрофотосъёмка услубларига рақобатчи эмасдир. Тўғрироғи, аэросъёмка ер юзасини тадқиқ қилишнинг тўлдирувчи тасдиқлаш воситаси мақомига ўтмоқда. Маълумотларни иқтисодий ва иерархик тўплашнинг моҳияти космик воситалар билан ахборотни максимал даражада олишдан, етишмаётган маълумотларни яхшироқ имконий аниқликдаги космик съёмка билан тўлдириш ва деталлаштиришдан ва, ниҳоят олинган маълумотларни жойда тасдиқлашдан (жойда қиммат ва сермашаққат тотал текширишлар ўрнига) иборат.

Шаҳар ва регион ҳудудини мониторинг қилишда МЗМдан фойдаланиш қуйидаги тарзда бўлади.

1. Ҳудуд урбанизациясининг, йирик саноат марказларининг коммуникацион (транспорт йўллари бўйича) бирга ишлашининг ва ҳ.к.ларнинг умумий ҳолатини таҳлил қилиш учун майда ва ўрта масштаби (1:1 000 000-1: 500 000) космосуратлардан фойдаланиш.

Бу даража мамлакатимиз ва чет элларнинг "Ресурс-0" (камера МСУ-Э, имконий аниқлик 45-50 м), Landsat (ТМ, имконий аниқлик 28-30 м), SPOT (ХМ, имконий аниқлик 20 м), "Ресурс-Ф" (камералар КА-20, КА-200, имконий аниқлик 15-30 м), "Алмаз-1" (радиолокацион синтезланган апертура қўлланилади, 18-20 м) серияларидаги йўлдошлари бажарган космик съёмкалар билан таъминланади. Бундай маълумотларни объектли генерализациялаш 100-500 м, бу 1:50 000-1:200 000 картографик масштабларга мувофиқ келади.

2. Олдинги даража учун SPOT (Пап, имконий аниқлик 10 м), "Ресурс-Ф" (камералар МК-4, КФА-1000, КФА-3000 имконий аниқлик 8-12, 5-10, 2-3 м) космик тизимларидан олинган яқин масштаблар (1:100 000-1:300 000), лекин юқори имконий аниқликдаги суратлар яхши деталлаштирувчи маълумотлар ҳисобланади. Уларни камроқ имконий аниқликдаги маълумотлар билан бирга қўшиш шаҳар иморатларининг катта генерализациядаги зонал ва синтезланган суратлар фонидаги объектли структураси ва деталларини аниқлаш имкониятини беради: бундан ташқари, МК-4 ва КФА-1000 камераларининг спектрзонал рангли фотосуратларида ўрмон массивлари ва ўсимлик компонентлари суратбопроқ кўринади, бу шаҳарларнинг яшил зоналарини, дачалар ва коттежлар иморатларини, турли табиатдаги ҳар хил бузилишларни ўрганишда муҳимдир, лекин ифлосланиш зоналари бевосита аломатлар бўйича ёмон ажралиб туради. Бу даражанинг объектли генерализацияси 10-100 м, бу 1:10 000-1:50 000 картографик масштабларга мувофиқ келади.

3. Шаҳар иморатларини янада батафсилроқ қилиш, муҳандислик қидирув ишларини ўтказиш, шаҳарсозлик кадастрини юритиш, муниципал ГАТларни таъминлаш ва олдинги даражалар МЗМлари бўйича дешифровкаланмайдиган деталларга аниқлик киритиш учун 1-10 м имкони аниқликдаги махсус космик съёмкадан ёки аэросъёмкадан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Бу маълумотлар бўйича одатда рельефнинг рақамли моделлари тузилади ва олдинги даражаларда олинadиган зоналаш карталари билан қўшиладиган объектли карталар яратилади, бу жойнинг хусусиятларини, рельефни, экспозициянинг таъсирини, ландшафт қонуниятларини ва ҳ.к.ларни янада аниқроқ ҳисобга олиш имкониятини беради. Батафсил ахборот SPOT, "Ресурс-Ф" (TK-350, KBP-1000 камералари) типдаги йўлдошлардан ва QuickBird ёки Sspace Imaging компаниясининг 1 м имконий аниқликдаги тизими типдаги перспектив йўлдош тизимларидан олинади.

4. Урбанизацияланган ҳудудларга танланма аниқлик киритиш, шаҳар иморатлари планларини янгилаш, иссиқлик, транспорт ва электр тармоқларида авария вазиятларини аниқлаш, лойиҳа олди ишларини ва меморий дизайнни ўтказиш табиий омилларни ҳисобга олган ҳолда аэросъёмка асосида амалга оширилади; у космосъёмка сингари рақамли сканерлар (МСУ-Э типдаги), фотокамералар (АФА, МКФ-6 ва ҳ.к.) ва махсус воситалар ("Вулкан" типдаги тепловизорлар, радиолокаторлар ва бошқ.) билан ўтказилиши мумкин. Съёмканинг батафсиллиги метрнинг ўндан бир улушларигача етиши мумкин.

Ҳисоблаш лозимки, МЗМлар ҳажмларининг ортиши билан аэрокосмик суратларни автоматлаштирилган талқин қилиш (дешифрациялаш) масаласи ҳал қилувчи муаммо бўлиб қолади. Бу муаммони ҳал қилиш ишлари ҳозирги кунда, асосан, образларни аниқлаш назариясидан фойдаланиб олиб борилмоқда. Муаммони ҳал қилиш

услугларини ўрганиш илмий тадқиқотларнинг ўта долзарб йўналиши бўлиб қолишда давом этмоқда.

6.3. Карталарни ер усти ўлчовлари маълумотлари ва йўлдош тизимлари маълумотлари бўйича олиш

GPS ёки ГЛОНАСС йўлдош навигацияси тизимларининг ҳаракатдаги объектларнинг ер усти приёмниклари ёрдамида олинадиган координаталари тўғрисидаги маълумотларидан ва электрон тахеометрлар – ўтилган масофаларни ўлчагичлар – маълумотларидан фойдаланиш фазовий маълумотларни рақамли шаклда тўплаб бориш ва уларни қоғозли асосдаги оралиқ материалларни четлаб, бевосита ГАТларда қўллаш имкониятини беради. Материалларни бевосита рақамли шаклда сақлаш қаттиқ нусхалар яратиш муаммосини ва янги съёмкаларда ёндош объектларнинг съёмкалаб бўлиган чегараларидан фойдаланиш муаммосини йўққа чиқаради. Тажриба шуни кўрсатадики, ишлар ҳажмлари етарлича катта (минглаб объектлар, минглаб погонли километр автойўллар ва ҳ.к.) бўлганда зикр этилган асбоблардан фойдаланиш съёмкалар қийматини анъанавий қоғозли технологияларга қиёсан 3-4 ва ундан ортиқ маротаба камайтиради имкониятини беради. Съёмкалар тезлигининг анча ортиши (3-4 маротаба) ҳам муҳимдир. Геодезик асбоблар ёрдамидаги анъанавий съёмкада ишлар, масалан, етарлича йирик шаҳар ҳудуди бўйича 5-10 ва ундан ортиқ йилларга чўзилиши мумкин, бунинг натижасида ўтказилган ўлчовларнинг актуаллиги даражаси анча фарқланадиган бўлиб қолади. Съёмкалар тезлигини GPS-приёмниклар ёрдамида уларни 1-2 йилда яқунлаш билан ошириш анча бир жинсли картографик материал олиш имкониятини беради.

GPS фойдаланувчилар приёмникларини 30-100 м позиционирлаш аниқлигидаги кодли, 0.5-3 м – кодли-фазали ва 5-50 мм аниқлигидаги фазали хилларга бўлиш мумкин. Кодли аппаратура автоном режимда ишлайди, лекин дифференциал позиционирлаш режимида (DGPS) ҳам

ишлаши мумкин. Сўнги режим шундан иборатки, базавий станциядан радиоканал бўйича 100-150 м йироқликда 10 м дан 1 м гача икки даражали аниқликдаги дифференциал тузатмалар қабул қилиниши мумкин.

Замонавий приёмниклар ички хотирага эга ва бу ҳолда ўрнашилган жойнинг бир марталик аниқланишлари маълум вақт оралиғида ҳаттоки DGPSиз ҳам 7-10 м позиционирлаш аниқлигини олган ҳолда ўрта ҳисобга келтирилиши мумкин.

6.4. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар

1. Векторли рақамли карталарни қоғозли ташувчидаги карталар бўйича олишнинг қайси услуби ҳозирги кунда энг оммавий?

2. Қоғоз картани сканирлашда қандай мураккабликлар юзага келиши мумкин?

3. Векторлаш сифатини ошириш вариантларини айтиб беринг. Уларнинг қиёсий таҳлилин беринг.

4. Карта яратишда GPS-приёмниклардан фойдаланишнинг векторлаш услубидан фарқли устунлиги нимада?

5. Фазовий маълумотларни тўплашнинг иерархик усулининг моҳияти нимада?

6. Амалда муҳим аҳамиятли масштаблар карталарини олиш учун Ерни масофадан зондлаш қўлланилганда деталлаштиришнинг тўртта даражаси нега етарли эканини исботлаб беринг.

7. Қандай ҳолларда жойда GPS-приёмниклар ёрдамида съёмка ишларини ўтказиш бир жинсли картографик материал олиш имкониятини беради деб ҳисоблаш мумкин?

7-БОБ. ГАТЛАРНИНГ ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ

7.1. Универсал векторли ГАТларнинг дастурий таъминоти

7.1.1. ArcGIS 10.8 дастурий маҳсулотлар оиласи

ESRI компанияси, ГАТлар соҳасида донг таратган сардор, ArcGIS 10.8 маҳсулотлар оиласини таклиф қилади. ArcGIS 10.8 платформаси корпоратив ГАТни, йирик давлат ва тижорат ташкилотларини самарали бошқариш ахборот тизимининг пойдеворини тузиш учун оптимал ечим ҳисобланади.

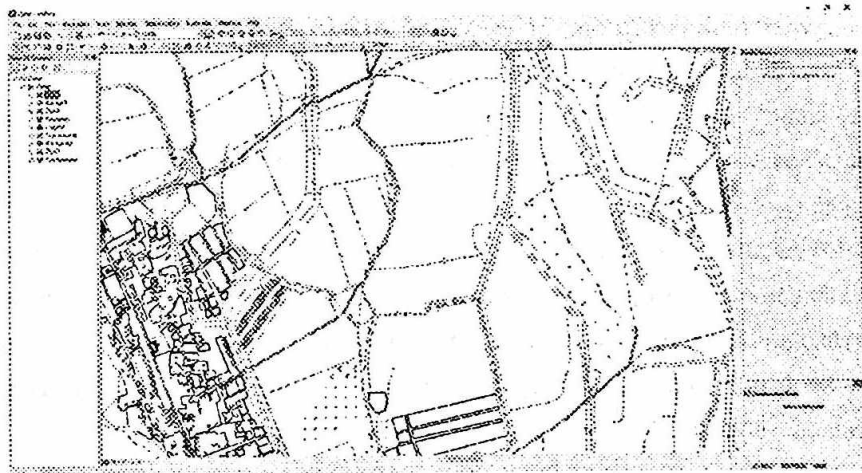
ArcGIS 10.8 компьютер соҳасининг стандартлари, шу жумладан COM, .NET, Java, XML, SOAP объектли архитектура асосида тузилган, бу умумқабул қилинган стандартларга риояни, таклиф қилинадиган ечимларнинг мосланучанлигини, биргаликдаги ҳаракатларнинг кенг имкониятларини таъминлайди. ArcGIS 10.8 нинг фундаментал архитектураси унинг кўпгина амалий соҳаларда ва ГАТ фойдаланувчилари ишини ташкиллаштиришнинг турли даражаларида қўлланилишини таъминлайди.

Геомаълумотлар базаси – бу ESRI компанияси томонидан яратилган, турли хил маълумотларнинг – векторли ва растрли, адресли нуқталарнинг, геодезик ўлчовлар маълумотларининг ва кўпгина бошқа маълумотларнинг структурасини ва уларни сақлаш қоидаларини белгиловчи моделдир. Ушбу модел турли хил маълумотларни самарали сақлаш ҳамда уларни мураккаб лойиҳаларда ва тизимларда осонликча қўллаш имкониятини беради. Геомаълумотлар базаларида фойдаланувчилар сақлаш жойининг ичида қазовий ўзаро боғлиқ объектларнинг ҳатти-ҳаракатини ва объектли классларни аниқловчи ҳамда маълумотларнинг бутлигини таъминловчи қоида ва муносабатларни беришлари мумкин. Моделни ҳам кўпфойдаланувчили режимда, ҳам автоном режимда версияларни синхронлаштириш имконияти билан таҳрирлаш мумкин.

ArcGIS 10.8 маълумотларни фазовий таҳлил қилиш ишларини ўтказиш, конвертациялаш, маълумотларни бошқариш, геокодлаш,

динамик сегментлаш, картография, растрлар билан ишлаш; оверлей операцияларини бажариш, буфер зоналарини тузиш, фазовий қонуниятларни аниқлаш ва маълумотларни бошқаришдан тортиб, растрларга ишлов беришнинг кенгайтирилган имкониятларигача, маълумотларни интерполяциялаш ва уларнинг сифатини баҳолашдан услублари, зонал филтрация, кўп омили таҳлил, растрли алгебра, топологияни тузиш ва текширишдан тортиб, график схемалар тузишгача бўлган ишлар учун 450 тадан инструментларни ўз ичига олади.

Бу тизимда рамкадан ташқи расмийлаштиришнинг барча зарур элементлари билан, шаффофлик усулидан фойдаланиш, ўз ёки тайёр стандарт шартли белгилар, штриховкалар, градиацияланган символлар, картограммалар ва диаграммалар билан сифатли картографик маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун баркамол воситалар мавжуд. Шунингдек тармоқ объектлари схемаларини автоматик генерализациялаш, вақт ичида ўзгарадиган маълумотларни ифодалаш, ҳамда ГАТни қўллаш соҳасини кенгайтирувчи 3D-визуаллаштириш имкониятлари ҳам мавжуд.



7.1-расм. ArcGIS 10.8 ГАТнинг ташқи кўриниши

ArcGISда реалистик виртуал 3D-кўринишни релефнинг рақамли моделларини, космик-ва азросуратларни, ҳар қандай векторли маълумотлар ва объектларнинг фотореалистик моделларини қўллаб, ҳам локал даражадаги, ҳам бутун Ер миқёсидаги фазовий маълумотлар асосида тез яратиш мумкин.

ArcGIS 10.8 оиласига тегишли дастурий маҳсулотлар сафида стол усти ГАТлари алоҳида ўрин эгаллайди. Бу геоахборот тизимлари локал ва корпоратив даражадаги бир қатор масалаларни ечади. ESRI компаниясининг ArcGIS 10.8 оиласига мансуб стол усти дастурий маҳсулотларини (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) умумий архитектура ва интерфейс бирлаштиради. Бундан ташқари, уларда ArcMap (картографик масалаларни ечиш), ArcCatalog (локал тармоқда ёки Интернет орқали фазовий маълумотларга кириш ва уларни бошқариш) ва ArcToolbox (фазовий маълумотларга геоишлов бериш) ягона базавий иловалари қўлланилади, лекин маҳсулотлар функционаллиги, геоишлов бериш ва фазовий таҳлил қилиш инструментларининг сони билан фарқланади. Ушбу дастурий таъминотни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

ArcGIS ArcView – ArcGIS 10.8 оиласига мансуб базавий маҳсулот, фазовий маълумотларни яратиш, бошқариш, таҳлил қилиш ва визаллаштириш учун мўлжалланган кучли инструментлар наборига эга тўлиқфункционал ГАТ.

ArcGIS ArcEditor – ArcView функционаллигини геомаълумотлар базаларини (ГМБ) яратиш ва моделлаш имкониятлари билан бирга қўшади. Ноёб механизм ГМБнинг бутлигини ва кўпфойдаланувчилик таҳрирланишини қўллаб-қувватлашни, версияларни бошқаришни, топологияни ва геометрик тармоқлар тузишни таъминлайди.

ArcGIS ArcInfo – юқорида зикр этилган маҳсулотларнинг (ArcView, ArcEditor) функционаллигини маълумотларни фазовий таҳлил қилиш ва

уларга геоишлов бериш учун мўлжалланган кучли инструментлар набори билан кенгайтиради.

ArcGIS 10.8 оиласида шунингдек сервер ГАТларининг дастурий воситалари ҳам мавжуд.

ArcGIS Server чексиз сонли тўлиқфункционал ишчи ўринларли корпоратив ГАТ яратиш учун мўлжалланган: ҳам стол усти илова, ҳам веб-илова мижоз бўлиши мумкин. ArcGIS Server стандарт NET J2EE веб-серверлар бошқаруви остида ишлайдиган веб-иловалар, веб-хизматлар ва бошқа корпоратив иловалар яратиш учун инструментлар тақдим этади, иловаларда ишга туширилган карталар, геокодлаш хизматлари ва дастурий объектлар каби ресурсларни марказлаштирилган бошқаришни таъминлайди.

ArcIMS – фазовий маълумотларни ва картографик маҳсулотларни интранет/интернет тармоқларида геокодлаш, маълумотларни турли мезонлар бўйича таҳлил қилиш ва қидириш имконияти билан эълон қилиш учун мўлжалланган маҳсулот. Портал ечимлар яратиш учун асос бўлиб хизмат қилади, стандарт веб-серверлар бошқаруви остида ишлайди.

ArcSDE – фазовий маълумотларни ташқи МББТ (Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 ва Informix) бошқаруви остида сақлашни таъминлайди. Ахборотни ифодалаш ва сақлаш учун объектли-реляцион моделдан – объектларнинг нафақат геометриясини, балки уларнинг атворини, қоидаларни, объектларнинг бошқа класслари ва геомаълумотлар базаси объектлари билан ўзаро боғланишларини тавсифлаш имкониятини берувчи геомаълумотлар базасидан фойдаланилади. Маълумотларнинг турли версиялари билан ишлаш, давомли таҳрирлаш сеанслари ва автоном таҳрирлаш қўллаб-қувватланади. ArcSDE ArcGISнинг бошқа ГАТ ва автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимлари билан интеграциялашни таъминлайди.

Ишлаб чиқувчилар учун ArcGIS Engine – фойдаланувчилар ГАТ-иловаларини яратиш учун ўрнатиладиган дастурий компонентлар ва инструментлар библиотекалари набори таклиф қилинади. ArcGIS Engine ишлаб чиқиладиган иловаларда стол усти ГАТларининг барча функцияларини реализация қилиш имкониятини беради.

Мобил қурилмалардан фойдаланувчилар учун ArcPad мобил ГАТининг дастурий воситалари таклиф қилинади. ArcPad фазовий маълумотларни дала шаронгларида GPS-приёмникларини, рақамли фотокамералар ва бошқа қурилмаларни қўллаб оператив тўплаш, автоном тахрирлаш ишларини ўтказиш имкониятини беради. ArcPad ArcGISнинг стол усти маҳсулотлари (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) балан интеграцияланган, мобил мосламаларда Windows CE ва Pocket PC операцион тизимларининг бошқаруви остида ишлайди.

Шуни ҳам таъкидлаш лозимки, ArcGIS оиласи учун ESRI компанияси томонидан турли амалий масалаларни ечиш учун мўлжалланган қўшимча модуллارнинг кенг спектри таклиф қилинади.

7.1.2. MapInfo Professional 8.5 ГАТининг дастурий воситалари

MapInfo Professional 8.5 универсал ГАТи MapInfo Corp. компанияси (АҚШ) томонидан ишлаб чиқилган. Кўп сонли баҳоларга кўра у тарқалиши бўйича Россияда иккинчи ўринни эгаллайди. Столусти ГАТи бўлгани ҳолда, бу тизим фойдаланувчиларнинг кенг доираси учун мўлжалланган.

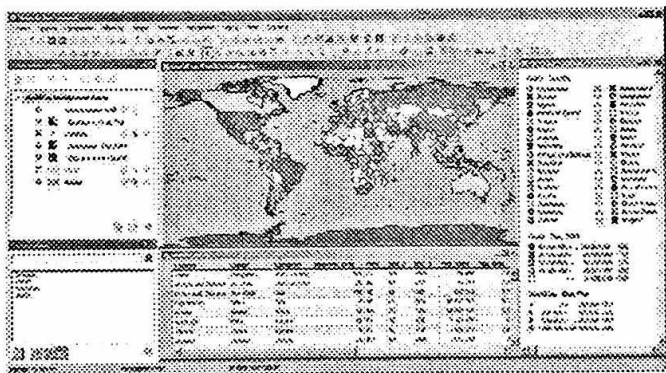
Тизим нотопологик фазовий маълумотлар билан ишлаш учун функцияларнинг катта наборига эга. Маълумотларни сақлаш учун тизимда жадваллар қўлланилади. Жадвал ҳам атрибутив, ҳам фазовий маълумотлар сақланадиган реляцион маълумотлар базасини ўзида ифодалайди. Ҳар бир бундай жадвал картанинг қатлами тариқасида ифодаланиши мумкин. MapInfo Professional ГАТида жадвалларнинг бир нечта: одатдаги векторли, растрли, уланган, ташқи, вақтинчалик типлари қўллаб-қувватланади. Маълумотларни сақлаш учун шунингдек ташқи МББТ томонидан

бошқариладиган МБдан, масалан, Oracle ва Microsoft SQL-сервердан фойдаланиш мумкин.

MapInfo Professional ГАТи картографик маълумотларни визуаллаштириш ва таҳрирлашнинг баркамол воситаларига (7.2-расм), тематик карталаш воситаларига (диапазонларга, диаграммаларга, ўлчам символларига, нуқталар зичлигига, индивидуал қийматларга) эга.

Растрли тасвирлар билан ишлаш учун тизимда иккита: қайд қилиш ва усиз режимлари назарда тутилган. Биринчиси координатали-боғланган растрларни векторли маълумотлар билан бирлаштириш учун, иккинчиси эса – фақат уларни кўриб чиқиш учун қўлланилади. MapInfo Professional катта сонли график форматлар, шу жумладан МЗМ маълумотларини сақлаш учун қўлланиладиган форматлар билан ишлайди.

Тизимда ишга алоқадор графиканинг турли графикаларни (чизиқли, устунли, айланма, майдонли, уч ўлчамли ва бошқ.) шакллантириш имкониятини берувчи баркамол воситалари мавжуд. Барча графикалар жадвалларда сақланаётган маълумотлар бўйича тузилади. ГАТда шакллантирилган барча маълумотлар (картографик, жадвалли, ишга оид графика ва бошқ.) босишга чиқарилиши мумкин. Буиннг учун тизимда босма макетини яратиш механизми назарда тутилган.



7.2-расм. MapInfo Professional 8.5 ГАТда визуаллаштириш воситалари

Ушбу тизимнинг имкониятларини кенгайтириш учун махсус MapBasic дастурлаш тили қўлланилади. Бу тил ёрдамида фойдаланувчи интерфейсини модификациялаш, ГАТга янги функциялар қўшиш, карталарни бошқариш ва ҳ.к.лар мумкин. Тилда шунингдек динамик библиотекаларни (DLL) улаш имконияти ҳам кўзда тутилган. MaoInfo Corp. компанияси ва чет ишлаб чиқувчилар турли амалий масалаларни ечиш учун мўлжалланган қўшимча модулларни таклиф қиладилар.

7.2. Универсал растрли ГАТларнинг дастурий таъминоти

7.2.1. ERDAS Image 8.7 ГАТи

ERDAS Image 8.7 растрли ГАТининг дастурий таъминоти Ерни масофадан зондлаш маълумотларига ишлов бериш ва фазовий маълумотлар билан ишлаш учун мўлжалланган дастурий маҳсулотлар комплексини ўзида ифодалайди. Растрли ГАТлар ичида бугунги кунда ушбу тизим энг кенг тарқалган ҳисобланади.

ERDAS Image 8.7 ГАТи биринчи навбатда аэро-ёки космосъёмка натижасида олинган растрлар билан ишлаш учун қўлланилади. Тизим учта версияда таклиф қилинади: Image Essentials? Image Advantage ва Image Professional.

Бу тизим растрли бўлишига қарамасдан, у векторли маълумотларнинг кўп моделлари ва форматлари билан ишлай олади. Тузилишининг архитектуравий принципи бўйича бу ГАТ очиқ дастурий тизим ҳисобланади.

7.2.2. ER Mapper 6.4 ГАТи

Earth Resource Mapper компанияси (Австралия) томонидан ишлаб чиқилган, ER Mapper растрли ГАТи МЗМларга ишлов бериш ва кейин уларни фазовий таҳлил қилиш учун жаҳондаги энг кучли тизимлардан бири ҳисобланади. ERDAS Image ГАТи каби, бу тизим соф растрли эмас, балки кўп сонли маълумот форматлари билан ишлай олади. Тизимнинг

асосий функционали аэро- ва космосуратларга ишлов бериш учун мўлжалланган.

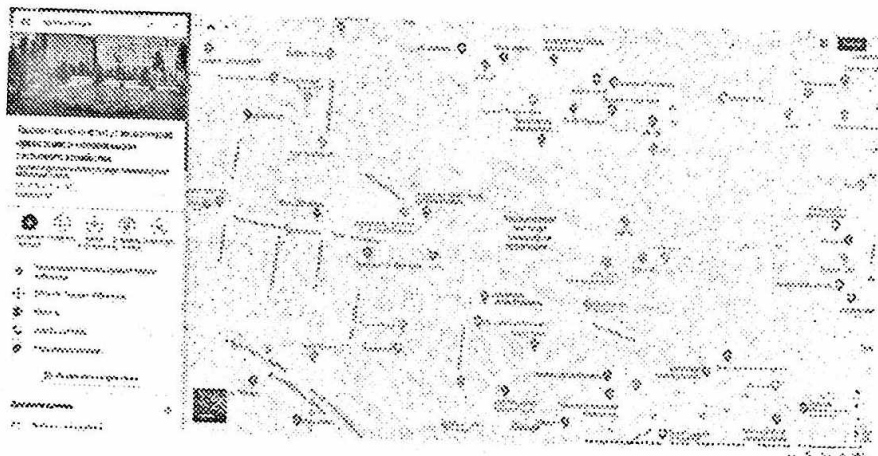
Тизимнинг муҳим тушунчаси “алгоритм” – тизим томонидан бошланғич тасвирлар устида бажариладиган ҳаракатлар кетма-кетлигидир. Бу МЗМга ишлов беришнинг бир типдаги масалаларини ишловнинг оралиқ натижаларини дискда сақлашни истисно қилган ҳолда автоматлаштириш имкониятини беради.

ER Mapper нинг дастурий воситалари дастурий библитекалар комплексини ўзида ифодалайди.

7.3. Интернет-ГАТ тизимлари

7.3.1. Google Maps ахборот-қидирув веб-сервиси

2005 йилда пайдо бўлган Google Maps (<http://maps.google.com>) ахборот-қидирув веб-сервиси дарҳақиқат Интернет-ГАТ соҳасида буюк воқеа бўлди. Биринчидан, Google компанияси улкан ҳажмдаги картографик материални Интернет тармоғи фойдаланувчилари учун онлайн режимида очиқ қилиб қўйди (шу билан бирга картографик материалнинг ҳажми ортиб бомоқда ва материаллар янгиланиб бориarmoқда). Иккинчидан, картографик маълумотларга кириш учун одатдаги браузер (Internet Explorer, Firefox, Opera ва бошқ.) қўлланилади, карта билан ишлаш операциялари эса содда ва интуитив равишда тушунарли. Учинчидан, маълумотларни кўриб чиқиш учун учта режимни: “карта” (векторли), “йўлдош” (растрли) ва гибрид режимларини қўллаш мумкин (7.3-расм). Тўртинчидан, сервис Google қидирув тизими билан интеграцияланган, бу шаҳарлар, кўчалар, диққатга сазовор жойлар ва бошқаларни қидиришни, картада қидирув натижаларини визуаллаштирган ҳолда бажариш имкониятини беради.



7.3-расм. Google Maps нинг ахборот-қидирув веб-сервиси
а – “карта” режимида, б – “йўлдош” режимида

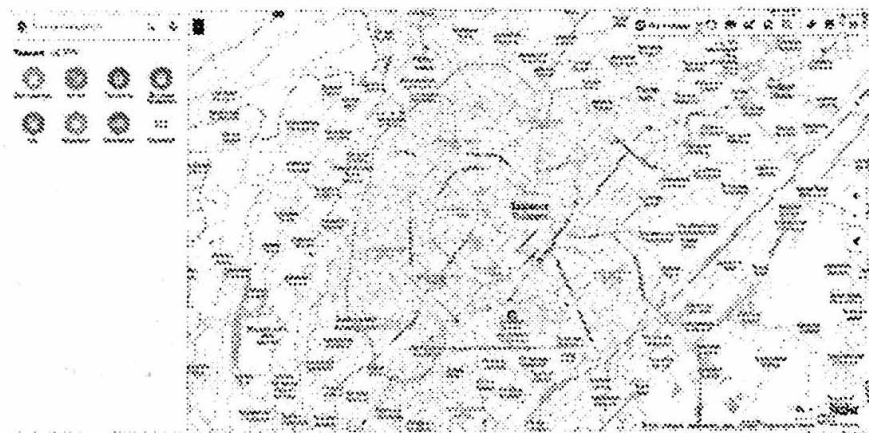
7.3.2. Google Earth ахборот-қидирув ГАТи

Google компанияси Google Maps веб-сервисининг кетидан Google Earth ахборот-қидирув ГАТини чиқарди. Бу Интернет-ГАТ Google Maps веб-сервиси каби имкониятларни тақдим этади, лекин ундан фарқли ўлароқ, “семиз мижоз” ҳисобланади ва мижознинг Windows-иловасини ўзида ифодалайди. Google Maps каби бу тизим ҳам Google нинг картографик

маълумотларига онлайн режимида мурожаат қилиш имкониятини беради. Ушбу ГАТ функционали карта бўйича навигациялаш воситаларини, қатламларни бошқариш механизмни, картада объектларни қидириш механизмни, ўрнатмалар билан ишлаш имкониятларини ўз ичига олади. Кўринишдан Google Earth нинг энг таассурот қолдирадиган имконияти – бу картографик маълумотларни уч ўлчамли интерактив визуаллаштириш имкониятидир. Бироқ ҳозирча уч ўлчамли визуаллаштириш учун дунёдаги энг йирик шаҳарларнинг моделлари очик ҳолос.

7.3.3. Бошқа ахборот-қидирув веб-сервислари

Google компаниясининг зафари қидирув тизимларини ишлаб чиқувчилар учун шу каби ахборот-маълумотномавий тизимлар ишлаб чиқишга туртки бўлди. Хусусан Microsoft компанияси томонидан имкониятлари бўйича шунга ўхшаш MSN Virtual Earth (<http://maps.microsoft.com>) сервиси таклиф қилинди. Ушбу сервис ҳам MSN Search қидирув тизими билан қалин интеграцияланган.



7.4-расм.Яндекс Картанинг ахборот-қидирув веб-сервиси

Россиялик қидирув тизимларини ишлаб чиқувчилар ҳорижийлардан қолишмаётирлар ва шунга ўхшаш сервисларни таклиф қилмоқдалар. Яндекс қидирув ресурсида (<http://masp.yandex.ru>) Карты сервиси пайдо бўлди (7.4-расм). Интерактив карта шунингдек бошқа Россия қидирув ресурси Rambler да (<http://nakarte>) ҳам очикдир.

7.4. Картографик дастурий модуллер

Етакчи геоахборот тизимлари ишлаб чиқарувчилари ишлаб чиқувчиларга базасида ўз ГАТларини осон яратиш мумкин бўлган *картографик дастурий модуллерни* таклиф қилмоқдалар. Одатда бундай компонентлар COM- ёки .Net-технологиялар асосида бажарилган картографик функцияларнинг объектга-ориентирланган библиотекаларини ўзида ифодалайди.

MapX картографик модули. Бу MapInfo Corp. компаниясидан дастурий компонентлар наборидир, у ўз ГАТини яратиш имкониятини беради. MapX COM технологияси билан ишлайди ва Win32 платформасига ориентирланган. Шуниси муҳимки, MapX асосида яратилган иловалар MapInfo Professional ГАТининг иштирокини талаб қилмайди. Ҳозирги кунда MapInfo Corp. компанияси бошқа маҳсулотни – MapXstream ни олға сурмоқда. MapX дан фарқли ўлароқ, MapXstream нафақат мустақил иловалар яратиш, балки Интернет-ГАТнинг сервер қисмини ишлаб чиқиш имкониятини ҳам беради. Бундан ташқари, MapXstream иловалар ишлаб чиқишнинг замонавийроқ платформаси .Net билан ишлайди.

ArcObjects картографик модули. Бу ESRI компаниясидан компонентлар наборидир, у ArcGIS базасида ГАТ-иловаларни созлаш, кенгайтириш ва тузиш учун қўлланилиши мумкин бўлган 1200 дан ортиқ объектларни ўз ичига олади.

ArcObjects – бу ArcGISнинг ArcMap, ArcCatalog ва ArcSene каби учун учун ишлаб чиқиш платформасидир. ArcObjects нинг дастурий компонентлари

дастурлар ишлаб чикувчилар учун ArcInfo ва ArcView да очиқ бўлган функционал имкониятларнинг тўла диапозонини қамрайди.

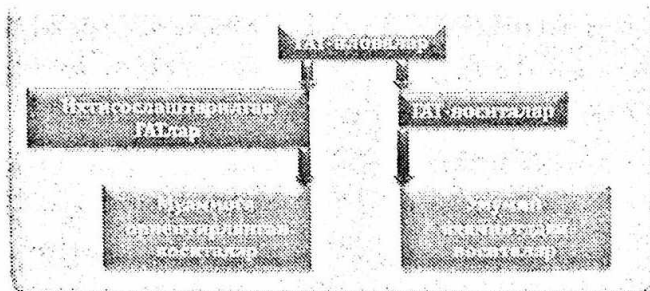
7.5. ГАТ-иловалар

7.5.1. Умумий ҳолатлар

Баъзи амалий масалаларни ечишда ГАТнинг базавий имкониятлари ҳар доим ҳам етарли бўлавермайди. Замонавий универсал ГАТлар модулли структурага эга ва шу туфайли уларнинг имкониятларини яги ташқи модулларни улаш ҳисобига ошириш имкониятини беради. Шундай қилиб, агар у ёки бу масалани ечиш учун ГАТ имкониятлари етарли бўлмаса, у ҳолда дилемма вужудга келади: ёки имкониятлар назарда тутилган ГАТни топиш, ёки бор ГАТнинг имкониятларини кенгайтириш. Албатта, энг кам қаршилиқ йўли бўйича кетиш: ҳар бир масала учун энг тўғри келадиган ГАТни танлаш мумкин. Бу ҳолда бутун нагрузга сўнгги фойдаланувчига келиб тушади. Ахир у ўз масалаларини ечиш учун бир нечта ГАТларни яхши тушуниши керак, шу билан бирга бу нагрузка ҳар бир янги ГАТни танлашда ортиб боради. Амалиёт шуни кўрсатадики, фойдаланувчига косерватизм хосдир. Агар одам битта тизимни яхши ўзлаштириб олса, у шу заҳоти бошқаларини, ҳаттоки бунданда мукамалроқ тизимларни ўзлаштиришни истамайди. Бундан ташқари, интерфейсга, тизим билан ишлаш стилига ўрганиб қолиш юз беради. Агар янги қоидалар фойдаланувчининг ўрнашиб қолган ишлаш принципларини ўзгартирмай, фақат уларни тўлдирсагина фойдаланувчи уларни олқишлайди. Универсал ГАТ муҳотида яратилган ГАТ-иловалар тизимни алмаштирмасдан, айнан шундай тўлдиришлар ва такомиллаштиришларни киритиши лозим.

7.5.2. ГАТ-иловалар классификацияси

Ечиладиган масалаларни автоматлаштириш нуқтаи назаридан ГАТ-иловаларни иккита: ихтисослаштирилган ГАТлар ва ГАТ-воситалар классларига бўлиш мумкин (7.5-расм).



7.5-расм. Универсал ГАТ асосида яратилган

ГАТ-иловалар классификацияси

Ихтисослаштирилган ГАТларнинг асосий хусусияти, умуман ихтисослаштирилган тизимлардаги каби, уларнинг аниқ муаммога ориентирлангани, фойдаланувчи меҳнатининг юқори даражада автоматлаштирилгани, функцияларининг чекланган (одатда унчалик катта бўлмаган) сонидир. Кўпинча ихтисослаштирилган ГАТлар автоматлаштирилган чекланган имкониятларли ва ўта содда интерфейсли ишчи ўринлар тариқасида ишлаб чиқилади, масалан, сув ресурслари мониторинги тизими учун мўлжалланган ГАТ, ихтисослаштирилган картографик вюверлар ва ҳ.к. Баъзи ҳолларда ихтисослаштирилган ГАТлар йирик ахборот тизимларининг кичик тизимлари бўлади.

ГАТ-воситалар универсал ГАТ муҳитида амалий масалаларни ечиш учун мўлжалланган қўшимча инструментал воситалар наборини ўзида ифодалайди. Бундай воситалар ёрдамида иш жараёнида инсон омили ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлган, қийин автоматлаштириладиган масалаларни ечиш мумкин.

ГАТ-воситаларнинг устунликлари жумласига уларнинг функционал уйғунлигини киритиш лозим. Мадомики ГАТ-воситалар фақа универсал ГАТга янги имкониятларни қўшар экан, бир нечта ГАТ-воситалардан *бир вақтда* фойдаланиш мумкин бўлиб чиқади. ГАТ-воситаларни қўллашда фойдаланувчининг меҳнатини автоматлаштириш даражаси ихтисослаштирилган ГАТларга нисбатан паст бўлади.

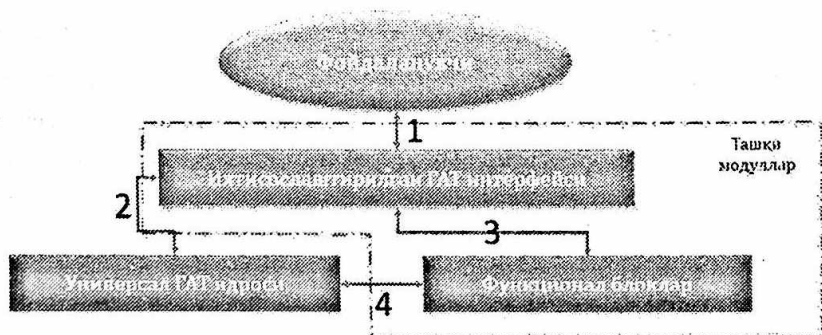
Ўз навбатида, ГАТ-воситаларни шунингдек дастурий воситаларнинг иккита классига: муаммога ориентирланган ГАТ-воситалар ва умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситаларга бўлиш мумкин (7.5-расм). **Муаммога ориентирланган ГАТ-воситаларнинг умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалардан асосий фарқи** – бу маълум доира масалаларига муаммовий ориентациянинг мавжудлигидир. Аксинча, умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалар ёрдамида масалаларнинг етарлича кенг доирасини (масалалар классларини) ечиш мумкин. Бундан ташқари, у ёки бу масалани ҳар бирини умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалар ёрдамида ечиш мумкин бўлган бир қатор кичик масалаларга бўлиш мумкин. Шундай қилиб, умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалар эг катта функционал уйғунликка эга. Улар бундай воситаларнинг ишлаш принципларини, уларни қўллаш соҳаларини ва ишлатиладиган математик аппаратнинг хусусиятларини тушунадиган етарлича “илғор” мутахассисларга тавсия қилинади. Бунда мутахассис ечиладиган масалани мустақил равишда босқичларга бўлиши, уларни ечиш услубларини белгилаши ва унинг ечими учун зарурий ГАТ-воситаларни танлаши лозим.

7.5.3. ГАТ-иловаларни яратиш услублари ва уларга ёндошувлар

Ҳозирги кунда универсал тизимлар асосида ихтисослаштирилган ГАТлар яратишнинг бир нечта асосий услублари мавжуд. Биринчи услуб универсал ГАТ муҳитида ишлайдиган ташқи дастурий модулларни яратишдан иборат. Бундай модуллар базавий ГАТсиз ишлай олмайди. Одатда, модуллар интерпретаторлари универсал ГАТнинг ичига

ўрнатилган ихтисослаштирилган макортиллар ёрдамида реализация қилинади. кўп ҳолларда макротилнинг имкониятлари у ёки бу масалаларни ечиш учун етарли бўлмайди, шунинг учун макротиллар бошқа даража тилларида ёзилган дастурларни ички ўрнатиш учун мўлжалланган воситаларига (DLL, OLE ва бошқа механизмлар) эга бўлмоғи лозим. Биринчи услубни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

Ихтисослаштирилган ГАТларни универсал ГАТ асосида яратишда фойдаланувчининг интерфейси амалда бутунлай ўзгариб кетади. Интерфейсга ГАТнинг фақат ихтисослаштирилган ГАТни қўллаш соҳаси билан белгиланган масалаларни ечиш учун зарур бўлган функцияларига (демакки шу функцияларни реализация қилувчи дастурий модалларга ҳам) кириш ҳуқуқи ўрнатилади. универсал ГАТнинг бошқа функцияларига (дастурий модулларига) кириш бекитилади. Шундай қилиб, фойдаланувчининг интерфейси соддалаштирилади, муайян мутахассисга тушунарлироқ бўлади. 7.6-расмда универсал ГАТ асосида яратилган ихтисослаштирилган ГАТлар дастурий таъминотининг умумлаштирилган структураси кўрсатилган.



7.6-расм. Универсал ГАТ асосида яратилган ихтисослаштирилган ГАТларнинг дастурий таъминотининг умумий структураси

Фойдаланувчининг ГАТ билан бирга ишлаши фойдаланувчининг интерфейси орқали амалга оширилади (1-боғланиш). Иختисослаштирилган ГАТ томонидан бажариладиган барча жараёнлар фойдаланувчининг муаммога ориентирланган интерфейсини яратадиган ва функционал блоклар алоқасини таъминлайдиган ташқи дастурий модуллар билан амалга оширилади. Бундай блоклардан ҳар бири жараёнларни автоматлаштириш орасида муайян масалани ечади ва ГАТ ядросига нисбатан ташқи ҳисобланади. Фазовий таҳлил қилишни талаб қиладиган масалаларни ечишда универсал ГАТ ядросининг функцияларига кириш имконияти зарур (4-боғланиш). Камдан-кам ҳолларда фойдаланувчининг интерфейси универсал ГАТ ядросининг функцияларига функционал блокларни четлаб ўтиб, тўғридан-тўғри мурожаат қилиш имкониятини беради (2-боғланиш). Қолган барча ҳолларда функционал блокларлар ишга туширилади (3-боғланиш).

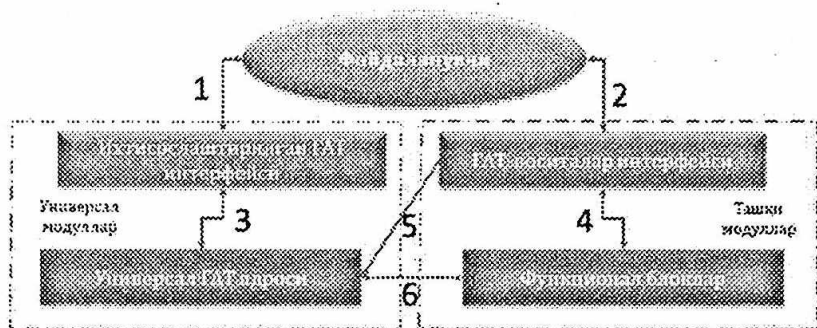
Иккинчи услубда мижоз-сервер технологиясидан фойдаланилади. Мижоз сифатида ишлаб чиқариш, масалан, маълумотларга ишлов бериш масалаларини ечувчи дастур ишга тушади. Сервер сифатида универсал ГАТнинг дастурий таъминотидан фойдаланилади. Сервер мижоз сўровларини бажаради ва унга натижаларни қайтаради. Мадомики бундай технология DDE ва OLE механизмларига асосланар экан, универсал ГАТ сервер режимида ишлаш ва ташқи сўровларга жавоб бера олиш имкониятига эга бўлмоғи лозим. Иккинчи услуб ўзининг кейинги ривожини COM- технологияларнинг такомиллашуви билан олди. Универсал ГАТларни ишлаб чиқарувчиларнинг деярли ҳаммаси ActiveX компонентларини ўзида ифодалайдиган дастурий маҳсулотлар чиқардилар. Бу маҳсулотлардан ҳар бири у ёки бу компания томонидан ишланган универсал ГАТ ядросининг аксарият функцияларини реализация қилади. Бундай компонентлар ёрдамида, иловалар ишлаб чиқишнинг интеграцияланган воситаларидан (Visual Studio, Delphi, C++Builder ва бошқ.)

фойдаланиб, ихтисослаштирилган ГАТнинг дастурий таъминотини етарлича тез яратиш мумкин. Шуниси муҳимки, яратилган дастурлар ижро этиладиган (EXE) дастурлардир ва универсал ГАТни талаб қилмайди⁵.

Ихтисослаштирилган ГАТларнинг асосий устунлиги ишлаб чиқариш масалаларини ечишда мутахассис меҳнатининг юқори даражада автоматлаштирилганлиги ва фойдаланувчининг муаммога ориентирланган содда интерфейсининг мавжудлигидир. Камчиликлари жумласига уларнинг заиф уйғунлигини дастурий кодни ўзгартмай туриб кегайтириш имконияти йўқлигини (бунинг учун дастурларнинг бошланғич матнлари ва уларнинг спецификациялари мавжуд бўлиши зарур) киритиш мумкин.

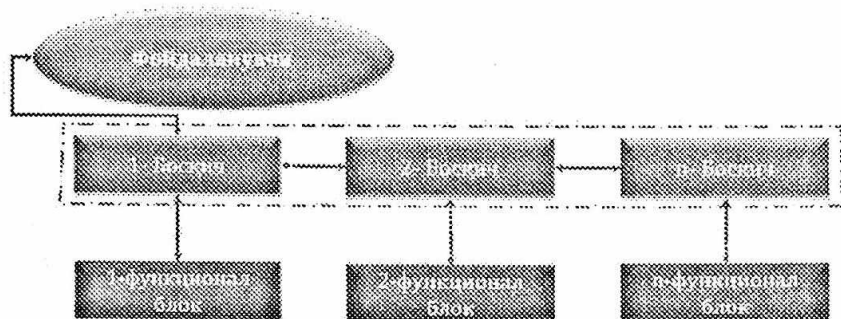
Фойдаланувчининг интерфейси нуқтаи назаридан ГАТ-воситаларнинг ихтисослаштирилган ГАТлардан фарқи шундан иборатки, универал ГАТ интерфейсига янги функцияларга йўл очувчи янги элементлар қўшилади. 7.7-расмда универал ГАТнинг дастурий таъминоти асосида яратилган ГАТ-воситаларнинг структураси кўрсатилган. Универал ГАТ функцияларига кириш сўнггисининг интерфейси орқали амалга оширилади. ГАТ-воситанинг интерфейси универал ГАТнинг стандарт воситалари билан бажаришнинг ёки иложи йўқ, ёки қийин бўлган масалаларни ечиш имкониятини берувчи қўшимча функцияларга киришни амалга оширади (2- ва 4-боғланишлар). Бир қатор ҳолларда ГАТ-воситанинг интерфейси орқали универал ГАТ ядросининг функцияларига кириш мумкин (2- ва 5-боғланишлар). Бундай ёндошув тизимнинг баъзи функционал имкониятларининг такрорланишига олиб келсада, у концептуал жиҳатдан тушунарлироқ ва қулайроқ бўлган ГАТ-воситалар яратиш имкониятини беради. Функционал блоклар универал ГАТ ядросининг функцияларидан фойдаланиши мумкин (6-боғланиш).

⁵ Бунинг ўрнига ишлаб чиқувчилар компонентлардан фойдаланиш ҳуқуқини берувчи лицензияни ҳарид қилишни талаб қилишади.



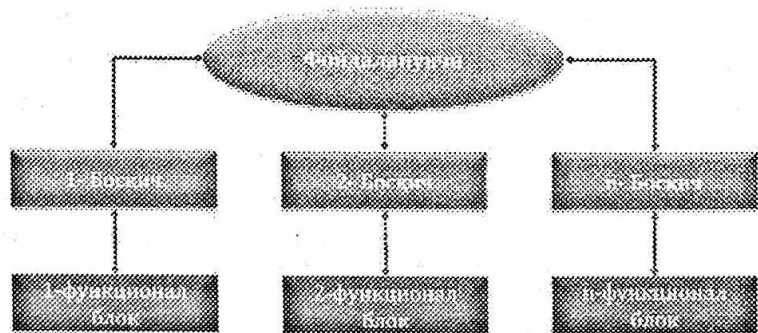
7.7-расм. Универсал ГАТ дастурий таъминоти асосида яратилган ГАТ-воситалар схемаси

Муаммога ориентирланган ГАТ-воситалар, аввалам бор, ечиладиган масалаларнинг спецификасини яхши тасаввур қиладиган, лекин бу воситаларнинг ишлаш принципларини кам ва қўлланиладиган математик аппаратнинг хусусиятларини кам тушунадиган мутахассисларга мўлжалланган. Бундай ГАТ-воситалар фойдаланувчи меҳнатини автоматлаштиришнинг ўрта даражасини беради. Фойдаланувчида ишаш маҳоратини оширишга мутахассисни босқичдан босқичга олиб боровчи “мастерлар” (wizards) ёрдамида, ёки фойдаланувчининг интерфейси орқали босқичларни аниқ ажратиш йўли билан эришилади. Биринчи ҳолда тушунтиришлар, мисоллар ва иллюстрацияларнинг бевосита фойдаланувчининг интерфейсида мавжудлиги ҳар бир босқичнинг мазмунини интуитив равишда тушуниш имкониятини беради. Ушбу ёндошувни масалани бир қатор кетма-кет кичик масалаларга бўлиш мумкин бўлган ҳолларда қўллаш мақсадга мувофиқ (7.8-расм).



7.8-расм. Мастерлардан фойдаланилганда ГАТ-воситаларнинг структураси

Агар масалани бир қатор кетма-кет кичик масалаларга бўлиш мумкин бўлмаса, иккинчи ёндошув қўлланилади. Бу ҳолда фойдаланувчида масалани ечиш услубларини танлашда каттароқ имкониятлар бўлади (7.9-расм).



7.9-расм. Босқичларни бўлишда ГАТ-воситаларнинг структураси

Кўриб турибмизки, иккинчи ёндошув кўпроқ уйғунликка эга, лекин фойдаланувчининг меҳнатини камроқ автоматлаштиради. Таъкидлаш арзийдики, ГАТ-воситаларни яратишда *иккиала* ёндошувни қўллаш

мақсадга мувофиқдир. Баъзи ҳолларда битта масаланинг ўзини ечиш учун ёндошувни танлаш мутахассисга қолдирилган ҳолда бу иккала ёндошув қўлланилади.

Муаммога ориентирланган ГАТ-қоситаларга хос хусусият баъзи сонли характеристикаларнинг (коэффициентлар, боғланишлар, тенгламалар ва бошқаларнинг) тушунча ва терминларнинг дискрет ва якуний наборига алмашувидир. Масалан, агар қандайдир катталиги 0 дан 1 гача ўзгариб турса, у ҳолда бу катталиқнинг бир нечта, кўпроқ қўлланиладиган қийматлари: 0, 0.25, 0.5, 0.775 ва 1 танланади. ундан сўнг бу катталиқлар, масалан, “паст”, “ўртадан паст”, “ўрта”, “ўртадан юқори”, “юқори” тушунчалари билан алмаштирилади. Охир-оқибатда айнан шу тушунчалар фойдаланувчининг интерфейсига чиқарилади. Баъзи ечимларнинг жиддий камчилиги шундаки, айнан қайси сонли қийматлар ёки характеристикалар келтирилган тушунчаларга мувофиқ келишини фойдаланувчи билмайди. Бу билимни ёки фойдаланувчининг интерфейси, ёки маълумотномавий ахборот орқали олиш имконияти назарда тутилиши зарур.

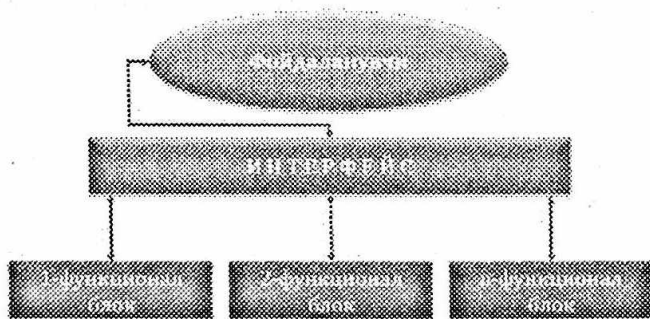
7.5.4. ГАТ-иловаларни ишлаб чиқиш соҳасидаги тенденциялар

Муаллифларнинг ГАТ-иловалар яратиш соҳасидаги кўп йиллик тажрибаси, мавжуд ГАТ-иловаларни, аввалам бор тижорат дастурий маҳсулотларини тадқиқ қилиш бундай иловаларни яратишда ишларнинг қуйидаги истиқбол йўналишларини белгилаш имкониятини беради.

Биринчи йўналиш умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситаларни ишлаб чиқишга тегишли. Умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситаларда функционал блокларнинг бирга ишлаши батафсилроқ схемасини кўриб чиқамиз (7.10-расм). Янги технологиянинг асосий ғояси шундан иборатки, функционал блоклар максимал даражада бир-биридан ва муайян универсал ГАТдан мустақил ҳолда яратилиши керак. Бу ГАТ-воситаларнинг имкониятларини янги блокларни қўшиш ҳисобига осон кенгайтириш имконини беради.

Бундан ташқари, бундай дастурий таъминотнинг ишончилиги ортади, унинг тестлаш ва эксплуатация қилиш енгиллашади.

ГАТ-аоситаларни ишлаб чиқиш тажрибаси шуни кўрсатадики, 25% гача вақт яратиладиган тизимни концептуал ишлашга кетади. Бу босқичдаги хатоликлар кейинги босқичларда катта ўзгаришларга сабаб бўлади. Агар тизимни ишлаб чиқишда асосий ғоявий нагрузка фойдаланувчининг интерфейсига тўғри келса, у ҳолда таклиф қилинадиган технология хатоликларни минимал харажатлар билан тузатиш имкониятини беради. Бунда функционал блокларнинг катта қисми юқори даража тилларида реализация қилиниши ва дастурий библиотекалар кўринишида расмийлаштирилиши лозим. Библиотекалардан фойдаланиш ва спецификациянинг борлиги ҳар бир блок учун айнан шу каби ГАТ-воситаларни бошқа универсал ГАТлар базасида ҳам тез реализация қилиш имкониятини беради.

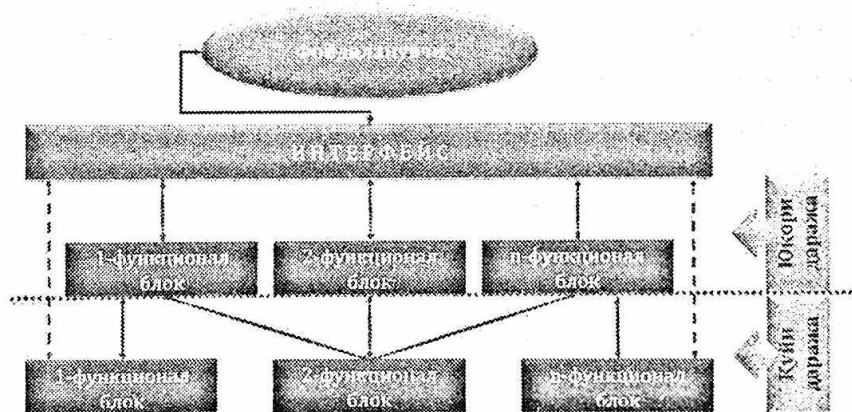


7.10-расм. Умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситаларда функционал блокларнинг биргаликда ишлаши схемаси

Зикр этилган ғоянинг кейинги ривожини муаммага ориентирланган ГАТ-воситаларни ишлаб чиқишнинг янги технологияси яратилишига олиб келди. Ушбу технологиянинг моҳияти муаммага ориентирланган ГАТ-воситаларни умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалар базасида ишлаб

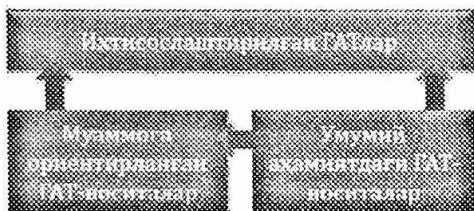
чиқишдан иборат. 7.11-расмдан кўриниб турибдики, муаммога ориентирланган ГАТ-воситаларда функционал блокларнинг биргаликда ишлаши иккита даражада олиб борилади. Тепа даража функционал блокларидан ҳар бири муайян муаммовий масалани ечиш учун мўлжалланган. Ўз навбатида, бундай блок ушбу масалани ечиш учун бир нечта пастки даража функционал блокларини ишга солиши мумкин. Пастки даража блоклари муаммога ориентирланган эмас. Бу блоклар умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалар таркибига кириши мумкин.

Бу муаммога ориентирланган ГАТ-воситаларни умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалар базасида яратиш имкониятини кўрсатади. Бу ҳолда фақат тепа даража функционал блокларини ва фойдаланувчининг интерфейсини реализация қилиш зарур, холос. Муаммога ориентирланган ГАТ-воситаларни яратиш "блоклардан тўплашни" ўзида ифодалайди, унда тизимнинг "пойдеворини" ташкил қилувчи умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситаларнинг функционал блоклари "блоклар" ҳисобланади. Ишлаб чиқувчи фақат муаммовий устқурмани реализация қилиши зарур.



7.11-расм. Муаммога ориентирланган ГАТ-воситаларда функционал блокларнинг биргаликда ишлаши схемаси

Бундан ташқари, айнан шу принцип бўйича ихтисослаштирилган ГАТларни ҳам муаммога ориентирланган ГАТ-воситалар асосида, ҳам умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалар асосида яратиш мумкин. умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситаларга ГАТ-иловалар ишлаб чиқиш схемаси умумий кўринишда 7.12-расмда келтирилади.



7.12-расм. Умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситалар базасида ГАТ-иловалар ишлаб чиқиш схемаси

7.6. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар

1. ArcGIS оиласининг асосий маҳсулотларини санаб беринг.
2. ArcGISнинг асосий фнкционал имкониятлари билан ArcView ГАТи мисолида танишиб чиқинг. Бу тизим универсал ГАТлар жумласига тегишлилигини исботлаб беринг.
3. MapInfo Professional ГАТининг асосий функционал имкониятлари билан танишиб чиқинг. Бу тизим универсал ГАТлар жумласига тегишлилигини исботлаб беринг.
4. Замонвий растрли ГАТлар векторли форматлар билан ишлай оладими?
5. Google Maps ахборот-қидирув веб-сервиси ёрдамида ўз шаҳрингиз ёки посёлкангиз картасини топинг.
6. Россиянинг Яндекс Карты ва Рамблер Накарте ахборот-қидирув веб-сервисларининг функционалини таққосланг.
7. Картографик модул нимадан иборат?

8. ГАТ-иловалар нима учун керак?

9. Ихтисослаштирилган ГАТлар кимга ориентирланган?

10. ГАТ-иловалар яратишга қандай асосий услублар ва ёндошувлар мавжуд?

11. Муаммога ориентирланган ГАТ-воситалар ва умумий аҳамиятдаги ГАТ-воситаларни қиёсий таҳлил қилиб чиқинг.

12. Муаммога ориентирланган ГАТ-воситалар фойдаланувчиларнинг қандай гуруҳлари учун мўлжалланган?

13. Мастерлар ишининг муайян мисолдаги таърифини беринг.

14. ГАТ-воситаларни яратишда қачон иккала ёндошувдан фойдаланилишига мисол келтиринг.

8-БОБ. ГАТЛАРНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

8.1. Ишлаб чиқариш аҳамиятидаги ГАТлар

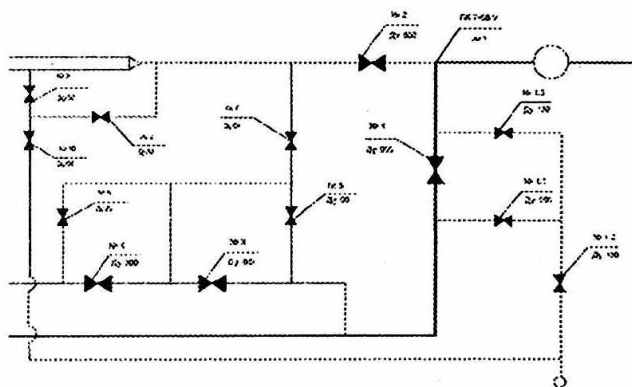
8.1.1. ГАТларнинг газ соҳасида қўлланилиши

Россияда газ соҳаси газ қазиб чиқарувчи ва газ транспорти корхоналарининг улкан ҳудудий тақсимланиши билан характерланади. "Газпром" ОАЖ жаҳондаги энг йирик газ қазиб чиқарувчи ва газ транспорти компанияси ҳисобланади. Компания Россия регионларида қўп сонли шуъба корхоналарга эга. Уларнинг аксарияти у ёки бу технологик масалаларни ечиш технологик жараёнларни автоматлаштирилган бошқариш тизимлари (ТЖ АБТ) ва бизнес-жараёнларни автоматлаштириш масалаларини ечиш имкониятини берувчи ERP-тизимлар қаторида, ГАТлардан фаол фойдаланади.

Ушбу соҳада ГАТлар билан ечилаётган асосий масалаларни қисқача санаб ўтамли:

- кон саноати ва конлар инфраструктураси рақамли карталарини яратиш, сақлаш ҳамда визуаллаштириш;
- газ ва газоконденсат конларининг геологик структуравий карталарини шакллантириш;
- магистрал газотранспорт тармофларини ва ёрдамчи инфраструктурани рақамли карталарда визуаллаштириш;
- ускуналарнинг ҳолатини оператив визуаллаштириш;
- газопроводлардаги қўлфлаш арматурасининг ўзгаришларини таҳлил қилиш;
- товарни транспортиш ишларини ГАТнинг ўлчаш функцияларидан фойдаланиб ҳисоб-китоб қилиш;
- газопроводларнинг авария участкаларини локаллаштириш ва карталарда авария бригадаларининг чиқиш маршрутларини ўтказиш ва ҳ.к.

Газ соҳасида универсал векторли ГАТлар (кўпинча ArcGIS ва MapInfo Profssional) баробарида ихтисослаштирилган тизимлар ҳам қўлланилади. Универсал векторли ГАТлар асосан корхоналар томонидан фойдаланиладиган турли технологик (8.1-расм) ва картографик ахборотни (8.2-расм) сақлаш ва визуаллаштириш учун қўлланилади.



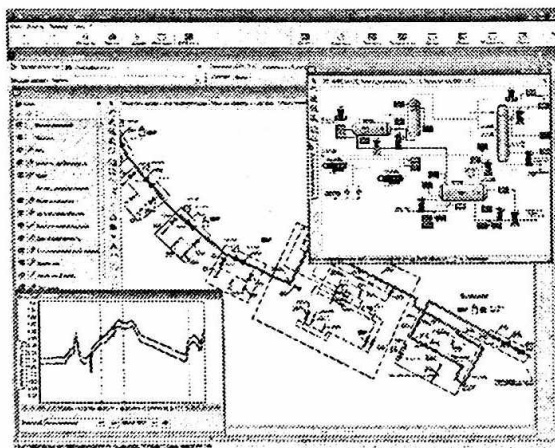
8.1-расм. Газ қувири участкаси технологик схемасининг наъмунаси

Бироқ, соҳа спецификасини инобатга олиб, мураккаб ҳисоб-китобларни талаб қилувчи аксарият масалаларни ечиш учун универсал ГАТларни қўллаш самарали эмас деб ҳисобланади. Ҳозирги кунда бунинг учун моделлаш тизимлари таркибида турли ихтисослаштирилган ГАТлардан фойдаланилади. Бу соҳада ечиладиган масалалар спектри шунчалик кенгки, газ қазиб чиқарувчи ва газ транспорти корхоналарига корпоратив ахборот тизимлари зарур, уларда ГАТлар таркибий кичик тизимлардан бири ҳисобланади. Бу каби тизимга мисол "Востокгазпром" ОАЖ ишлаб чиқаришини бошқаришнинг корпоратив геоахборот тизимидир. Ушбу тизим модулли масштабланадиган структурага эга, технологик, ишлаб чиқариш, режавий, картографик ва бошқа ахборотни сақлаш учун мўлжалланган ягона маълумотлар банки эса, Microsoft SQL

Server 2005 саноат МББТ базасида тузилган. Тизм ядроси шундай реализация қилинганки, муайян фойдаланувчининг автоматлаштирилган ишчи ўрни (АИЎ) ядронинг у ёки бу функцияларини реализация қилувчи модулларнинг (кичик тизимларнинг) ихтиёрий наборидан шакллантирилиши мумкин. 8.3-расмда тизим базавий АИЎсининг интерфейсига мисол келтирилган.



8.2-расм. Газопровод линиялари топографик карта фрагменти



8.3-расм. Тизим базавий АИЎсининг интерфейсига мисол

Бу тизим ўз таркибида карталар, мнемосхемалар ва технологик схемаларни визуаллаштириш кичик тизимига эга. Корхонанинг катта ҳудудий тақсимланганлиги муносабати билан газни ва газ коденсатини қазиб олиш, тайёрлаш ҳамда транспортировкалаш жараёнларининг жорий ҳолатини акс эттирувчи технологик маълумотларга оператив кириш муаммоси вужудга келади. Маълумотларни карталар, мнемосхемалар ва технологик схемалар кўринишида ифодалаш бундай киришни янада самаралироқ амалга ошириш имкониятини беради.

Визуаллаштириш кичик тизими турли масштаблар рақамли векторли ва растрли карталарини ҳамда масштабдан ташқи мнемосхемаларни ва технологик схемаларни кўриб чиқиш функцияларини, шунингдек карталар ва схемалар бўйича кўриб чиқишни бошқариш ва навигация функцияларини фойдаланувчиларнинг кенг гуруҳига тақдим этиш учун мўлжалланган. Кичик тизимда визуаллаштириладиган карта ёки схемани картада грфик тарзда акс эттириладиган жорий оператив вазиятга мувофиқ автоматик янгилаш имконияти назарда тутилган.

Визуаллаштириш кичик тизими (ихтисослаштирилган ГАТ) MapInfo согр. компаниясининг MapInfo MapX картографик дастурий компонентидан фойдаланиб ишлаб чиқилган.

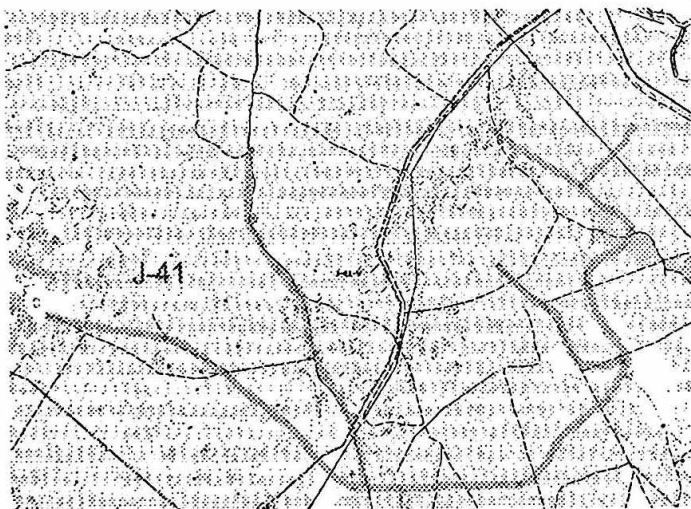
8.1.2. ГАТларнинг геологияда ва ер ости бойликларидан фойдаланишда қўлланилиши

Геология ва ер ости бойликларидан фойдаланиш ГАТлар кенг қўламда қўлланилаб ошланган биринчи соҳалардан биридир. Бу кўпинча фазовий атрибутга эга бўлган ва сақланиши, таҳлил қилиниши ҳамда визуаллаштирилиши зарур бўлган турлича жинсли маълумотларнинг катта ҳажми билан изоҳланади.

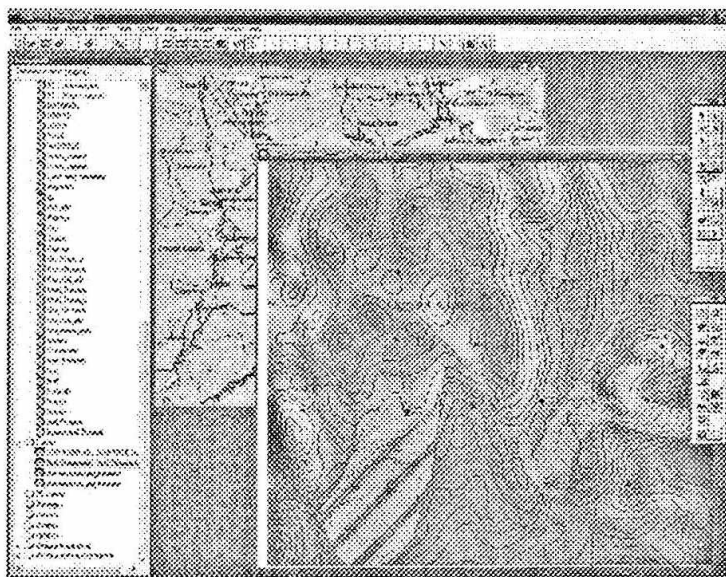
8.4-расмда Томск вилоятининг Кедровий ш. яқинидаги қазिश ишлари кетаётган нефт конининг сув олиш иншооти скважиналари бўйича геологик очиқ конга мисол келтирилган. Юқори ўнг бурчакда скважиналар

тармоғининг кўрсатилган, унда тўртта белгиланган скважиналардан очиқ конни тузиш учун фойдаланилган. Пастки қисмда ушбу тўртта скважиналар бўйича тузилган геологик очиқ кон кўрсатилган. Турли рангда стратиграфик бўлинмалар, штриховкалар билан эса – жинслар кўрсатилган. Скважиналар туширилган географик карта расмнинг ўнг қисмида кўрсатилган. Очиқ кон MapInfo Proftssional ГАТи базасида яратилган муаммога ориентирланган ГАТ бўлмиш “Разрез” тизимининг дастурий таъминоти ёрдамида тузилган.

8.5-расмда Томск вилояти Останкино конининг структуравий картаси фрагменти кўрсатилган. Карта қуйидаги қатламларни ўз ичига олади: скважиналар, ёриқлар чизиклари, нефтга бой қатламлар устлари ва бошқ. Нефтга бой қатламлар устлари изолиниялари MapInfo Proftssional ГАТининг кенгайтмаси бўлмиш SurfMapper тизимининг дастурий таъминоти ёрдамида тузилган.



8.4-расм. Геологик очиқ коннинг скважиналар бўйича тузулиши



8.5-расм. Останкино кони структуравий картасининг фрагменти

Ер ости бойликларидан фодаланиш масалаларини ечишда конларнинг, лицензион ва ер участкаларининг контурлари билан муолажа қилиш учун ихтисослаштирилган ГАТлар қўлланилади.

8.2. ГАТлар давлат ва муниципал бошқарув органларида

Самарали муниципал бошқарув учун, шу жумладан барча муниципал хизматларни ва бошқарув органларини шаҳарнинг инфраструктура объектлари тўғрисидаги аниқ ва актуал маълумотлар билан таъминлаш имкониятини берувчи воситалар ҳам зарур. Бу маълумотларнинг аксарият қисми фазовий боғланишга эга. Шу муносабат билан ГАТлардан фойдаланиш бундай маълумотларни таҳлил қилиш билан боғлиқ масалаларни янада самаралироқ ечиш имкониятини беради.

Бугунда самарали муниципал бошқарув масалаларини ечиш учун ГАТларнинг алоҳида классси – муниципал ГАТлар қўлланилади. Бу тизимлар

ҳам универсал ГАТлар асосида яратилиши, ҳам зикр этилган масалаларни ечиш учун “нолдан бошлаб” ишлаб чиқилган бўлиши мумкин. Энг қўп ҳолларда бундай ГАТлар турли хил кадастрларни (ер кадастри, кўчмас мулк кадастри ва ҳ.к.) юритиш учун, шаҳарнинг транспорт тармоқлари ва муҳандислик коммуникациялари тўғрисидаги маълумотларни марказлаштирилган ҳолда сақлаш учун қўлланилади (8.6-расм). ГАТлар шунингдек шаҳарнинг ҳаёт фаолиятини таъминловчи корхоналарнинг диспетчерлик хизматлари томонидан транспорт оқимларини, электр, иссиқлик ва бошқа тармоқларни бошқариш учун ҳам қўлланилади.



8.6-расм. Шаҳар картасининг фрагменти

Федерал давлат органлари томонидан қўлланиладиган ГАТлар ичида Россия Федерациясининг “Выборы” Давлат автоматлаштирилган тизимини (бундан кейин “Выборы” ДАТи) таъкидлаб ўтиш арзийди.

“Выборы” ДАТининг дастурий таъминоти умумтизим ва махсус дастурий воситалар мажмуини ўзида ифодалайди. “Выборы” ДАТининг умумий дастурий таъминоти фойдаланувчиларнинг автоматлаштирилган

ишчи ўринларини тузиш, ягона дастурий ва ахборот муҳитини яратиш ва соз ҳолда тутиш учун қўлланилади. “Выборы” ДАТининг махсус дастурий таъминоти – бу ҳам сайловлар вақтида, ҳам улар орасида “Выборы” ДАТи олдида турган масалаларнинг ечимини таъминловчи, Россияда ишлаб чиқилган кўп мақсадли ва кўп функционал дастурлар пакетидир. Махсус дастурий таъминот таркибига картографик маълумотларни тайёрлаш ва таҳлил қилиш учун мўлжалланган “Картография” модули киритилган.

Бутунги кунга келиб, давлат табиатни муҳофаза қилиш органлари (Сув ресурслари федерал агентлиги, Федерал ўрмон агентлиги, Ер ости бойликларидан фойдаланиш агентлиги ва ҳ.к.), Фавқулодда вазиятлар вазирлиги ва ҳ.к.лар учун ГАТлар эксплуатация қилинмоқда ёки яратилмоқда.

8.3. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар

1. Нима учун универсал ГАТларнинг газ соҳасида қўлланилиши самарасиз ҳисобланади ва ихтисослаштирилган ГАТлардан фойдаланиш томон тенденция кузатилади?

2. Нима учун ГАТлар геологияда ва ер ости бойликларидан фойдаланишда кенг қўлланилади?

3. Нефт ва газ соҳаси корхоналарида технологик жараёнлар бир хил деб фараз қилайлик. ГАТда нефт соҳаси корхоналари учун функциялар наборини асослаб беринг.

4. ГАТлар ёрдамида фавқулодда вазиятлар ва фавқулодда вазиятлар оқибатларини тугатиш мониторинги билан боғлиқ масалалар қандай ечилишини кўрсатувчи мисоллар келтиринг.

1. Абдурахмонов С.Н. Бойкулов Ж., Авилова Н. Электрон харита яратишда қўлланиладиган технология ва дастурлар // Ўзбекистон кишлок хўжалиги журнали. 10-сон, 2017 й., 42-б.

2. Абдурахмонов С.Н., Бойкулов Ж., Сафаев С. Қоғозли харитадан рақамли тизимга // Agro Biznes Inform ижтимоий-иқтисодий ихтисослашган ойлик журнали № 04 (111) - Тошкент., 04. 2016. - 31 б.

3. Абдурахмонов С.Н. Махсус йирик масштаби топографик карталарни тузишнинг кишлок хўжалиги учун аҳамияти //Научный журнал, часть 2. Интернаука №19. (53) – Москва., 16.05.2018. - 100-102 с.

4. Ислотов У.П., Инамов А.Н. Замонавий GPS приёмникларидан GNSS приёмникларини афзалликлари ва имкониятлари// Научный журнал, Интернаука №3(9) – Москва., 01.03.2018. - 241-264 с.

5. Абдираманов Р.Д., Инамов А.Н., Обоснование выбора параметров топографической основы для проектирования коллекторно-дренажных сетей// Научный журнал, Интернаука №12(46) – Москва., 26.03.2018. - 47-48 с.

6. Инамов А.Н., Миржалолов Н.Т. GeoGIS дастури ёрдамида сунъий йўлдошга боғланиш ва GPS съёмкаларини бажариш//Научный журнал, Интернаука №14(48) – Москва., 09.04.2018. - 63-65 с.

7. Инамов А.Н., Миржалолов Н.Т. Электрон рақамли карталарни тузиш услубларини такомиллаштириш//Научный журнал, Интернаука №15(49) – Москва., 09.04.2018. - 87-88 с.

8. Инамов А.Н., Лапасов Ж.О., Маматкулов З.Ж. GPS навигаторлари ёрдамида мақбуллаштириш ишларини амалга оширишда эришиладиган иқтисодий самарадорлик кўрсаткичлари//Илмий журнал, Агро илм, махсус сон, 02.11.2018.- 88-92 б.

9. Инамов А.Н., Абдисаматов О.С., Маматкулов З.Ж. Сув сарфи ҳисобини юритишда замонавий инновацион технологияларни қўллаш// илмий журнал, география жамияти, махсус сон, 20.04.2018. -201-204 б.

10. Мухторов Ў.Б., Инамов А.Н. Қишлоқ хўжалиги ерларидан самарали ва

оқилонга фойдаланишда лазерли нивелирлаш ва унинг рақамли модели// Геоахборот тизими технологияси соҳасини ривожлантиришнинг долзарб муаммолари ва ечимлари мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция. Самарқанд ш. СамДАҚИ. 22-23.10.2019. 34-38 б.

11. Инамов А.Н., Мухторов Ў.Б. Қишлоқ хўжалиги ерларидан самарали ва оқилонга фойдаланишда лазерли нивелирнинг ўрни// Илмий журнал. Агроиктисодиёт. №3(6) сон. 03.06.2018. 52-54 б.

12. Рахимов Х.О., Дадабоева А.Х. Геодезия ва картография соҳасида инновацион технологияларни жалб қилиш борасидаги чора тadbирлар чора-тadbирлар//Ер ресурсларини бошқариш маҳофаза қилишда инновацион ёндошувлар: муаммо ва креатив ечимлар мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани. Тошкент ш. ТИҚХММИ. 22.04.2019. 471-473 б.

13. Абдувалиева М.Д. Геодезия ва геoinформатика соҳасида инновацион технологиялар////Ер ресурсларини бошқариш маҳофаза қилишда инновацион ёндошувлар: муаммо ва креатив ечимлар мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани. Тошкент ш. ТИҚХММИ. 381-383 б. 22.04.2019

14. Инамов А.Н., Аширалиева Г.М. Қишлоқ хўжалигида дрон технологияларини ўрни ва ахамияти////Ер ресурсларини бошқариш маҳофаза қилишда инновацион ёндошувлар: муаммо ва креатив ечимлар мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани. Тошкент ш. ТИҚХММИ. 322-325 б. 22.04.2019

15. Инамов А.Н., Муслмбеков Б. Топографик карталарда нуқталарнинг баландликларини аниқлаш услубини такомиллаштириш//Илмий журнал. Агроиктисодиёт. Махсус сон. 20.02.2019. 177-179 б.

16. Хақимов Б.Б., Инамов А.Н., Алиназаров Б.А. Topographical survey through geodetic measurements of ground and underground electric lines and regulation of land use in research area//International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328. Vol. 6, Issue 11, November 2019. 11538-11543 p.

17. Абдурахмонов С.Н. ГАТ дастурий таъминотлари ёрдамида санитар

мухофаза зонаси карталарини яратиш ва юритиш // Ўзбекистон Республикаси “Ергеодезикадастр” давлат қўмитаси ахборотномаси. 2-сон. Тошкент., 2013. -16-17 б.

18. Абдурахмонов С.Н. Замонавий технологиялардан фойдаланиб, мамлакатимизда демографик карталарни яратиш масалалари. //“Ер сув ва табиий ресурсларни геофазаовий бошқариш муамолари” мавзусида Халқаро илмий-амалий конференцияси. ТИМИ 2015 й 14-16 май, - 65-67 б.

19. Абдурахмонов С.Н. Инамов А. Геомаълумотлар базасида объектларини шакллантириш усуллариини такомиллаштириш // Ўзбекистон кишлок хўжалиги журналининг “Агро илм” илмий иловаси. 5(49) - сон Тошкент, 2017., 76-77 б.

20. Абдурахмонов С.Н. Инамов А. Давлат геодезия пунктларини рақамлаштириш ва объектларни мазкур пунктларга боғлаш // Ўзбекистон Республикаси “Ергеодезикадастр” давлат қўмитаси ахборотномаси. 2-сон. – Тошкент., 2013. - 14 б.

21. Абдурахмонов С.Н. Инамов А., Абдусаматов О. Қишлоқ хўжалик карта ва планларини тузишда ArcGIS дастуридан фойдаланиш // “Иқтидорли талабалар ва ёш олимларнинг Республика илмий-амалий конференцияси” Тошкент., 28-29 март, ТИМИ 2012 й., 247-249 б.

22. Абдурахмонов С.Н., Юсупов Б.Н. Аҳоли миграцияси хариталарини лойиҳалаш ва тузишда ГАТ - технологияларидан фойдаланиш масалалари //Ўзбекистон география жамияти ахбороти. – Тошкент., 2018. 53-жилд. - 276-278 б.

23. Abduraxmonov S. Geoinformatic Systems and Technologies (GAT) and Information on the Use of GPS Accessories in Integrated Demographic Process //International Journal of Multidisciplinary Research and Publications (IJMRAP) ISSN (Online): 2581-6187. India, 2019.

24. Abdurakhmonov S., Allanazarov O., Mukhtorov U., Mirjalalov N., Abdurakhmonov Z. Integration and Visualization of Information into the Database when Compiling Electronic Digital Demographic Maps // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering - India 2019. Pp. 430-435. (Global

impact factor-5.54).

25. Алланазаров О. ГАТ технологиялари асосида алоқа объектлари кадастрини картографик - геодезик таъминотини такомиллаштириш. Диссертация 2019 й. 116 б.

26. С.Авезбоев ва С.Н.Волков. Ер тузишнинг илмий асослари, //Дарслик// 70-б., 2004 й. 250 б.

27. Антипова Е.А. Опыт использования ГИС-технологий в географии населения // www.pdfactory.com.

28. Баранский Н.Н. Экономическая география. Экономическая картография. - М.: Географгис 1960. -452 б.

29. Берлянт А.М. Картография. - М.: Аспект Пресс, 2002 -162 с.

30. Берлянт А.М., Геоинформационное картографирование. - М.: Астрей, 1997. - 198 с.

31. Гулямова Л., Сафаров Э., Абдуллаев И. Геоахборот тизимлари ва технологиялари. (1-2 қисм)., Тошкент, 2013. - 165 б.

32. Джуманова Р.Ф. Ижтимоий - иқтисодий жараёнларни моделлаштириш ва прогноزلаш., Тошкент, 2012. - 129 б.

33. Ковин Р.В., Н.Марков. Геоахборот тизимлари. М.:Томск 2008. 206 б.

34. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. - М.: КДУ, 2008. -226 с.

35. Мирзалиев Т. Картография. - Т.: Университет, 2006. - 200 б.

36. Мирзалиев Т. Проблемы комплексного и тематического картографирования Узбекистана. - Т.: Фан, 1987. - 140 с.

37. Мирзалиев Т., Қорабоев Ж.С. Карталарни лойиҳалаш ва тузиш. - Т.:Талқин, 2007. - 144 б.

38. Мусаев И. Разработка методики создания специализированных топографических карт сельскохозяйственного назначения аридных районов с использованием материалов дистанционного зондирования. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. - М., 1988.-24 с.

39. Мусаев И.М., Абдурахмонов С.Н. ArcGIS дастури асосида кишлок хўжалик карта ва планларини тузиш // Ўзбекистон Республикаси “Ерgeoдезкадастр” давлат қўмитаси ахборотномаси. 2-сон. – Тошкент., 2013. - 18-19 б.

40. Мусаев И.М., Сафаров Э. Геоахборот тизим ва технологиялар. Т.,Тафаккур, 2012. - 160 б.

41. Мусаев И., Мухторов Ў., Эргашов М., Геоахборот тизим ва технологиялари. Тошкент. ТИМИ, 2015. - 59 б.

42. Salimi E., Soleimani K., Roshan M., Sabetratfar K. Land use planning for land management using the geographic information system (GIS) in the Loumir watershed of Guilan province in northern Iran//,141-149 p.s., 2008 у.

43. Мухторов Ў.Б., Инамов А.Н., Исломов Ў.П. Геоахборот тизим ва технологиялар., Тошкент, 2019 й - 259 б.

44. Мухторов Ў.Б., Инамов А.Н., Лапасов Ж.О. Геоахборот тизим ва технологиялар., Тошкент, 2017 й - 220 б.

45. Ойматов Р.Қ. Картографик дизайн. - Т.:, 2017. 220 б.

46. Охунов З.Д., Абдуллаев И.Ў. ва б. Маълумотларни олиш ва интеграциялаш. - Т.:Иқтисод - Молия, 2016. - 306 б.

47. Питенко А.А. Нейросетевой анализ в геоинформационных системах. - К.: Интеграция, 2000. - 90 б.
48. Раклов В.П. Картография и ГИС. - М.: ГУЗ, 2003. - 140 с.
49. Раклов В.П., Сафаров Э.Ю., Абдурахимов Х.А. Географик ахборот тизимлари. - Т.: Фан, 2007. - 140 б.
50. Аvezов С.А., Султанов М.Қ. Кишлоқ хўжалиги тармоқларидаги ўзгаришларни аэросуратлардан фойдаланиб, географик ахборот тизимлари асосида мониторингини юритиш ва карталаштириш. // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 38-жилд. -Т., 2011. -Б. 181– 83.
51. Алибеков Л.А. Современные проблемы и задачи географической науки Узбекистана. // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. - Т., 1998. -№19. -Б.
52. Баходиров М., Расулов А. Тупроқшунослик. -Т.: «Ўқитувчи», 1974.
53. Берлянт А.М. Картографический метод исследования. - М.: МГУ, 1988.
54. Докучаев В. В. Материалы к оценке земель Полтавской губернии. Вып. II. Полтавский уезд. Изд. Полтавского губернского земства. СПб., 1890 (отчет, составленный А. С. Георгиевским). - 3 с.
55. Коссович П. С. Курс почвоведения. - СПб, 1903.
56. Кузиев Р.К., Юлдашев Г.Ю., Акрамов И.А. Тупроқ бонитировкаси. - Т.: «Молия», 2004. - Б. 127.
57. Мирзалиев Т. Проблемы комплексного и тематического картографирования Узбекистана. - Т.: Фан, 1987. - 88 с.
58. Мусаев И.М. Разработка методики создания специализированных топографических карт сельскохозяйственного назначения аридных районов с использованием материалов дистанционного зондирования. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - М., 1988. -24 с.
59. Муханова В.А. Агрохимические свойства почв северной части пустыни. В кн. «Агрохимическая характеристика почв Каракалпакии». - Ташкент, 1954.
60. Панков М.А. Мелиоративное почвоведение. -Т.: «Ўқитувчи», 1974.
61. Сабитова Н.И. Тематические карты на основе метода пластики рельефа в Национальном атласе Узбекистана // Научно-методические основы создания национального атласа Узбекистана. - Т., 2009. - С. 38-40.
62. Сафаров Э.Ю. Разработка теории и методов картографирования почвенного покрова для создания кадастров (на примере Узбекистана). Автореф. дис. ... док. техн. наук - М., 2006. - 7 с.
63. Султанов М.Қ., Сафаров Э.Ю. Тупроқлар шўрланишини замонавий географик ахборот тизимлари асосида таҳлил қилиш. Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 50-жилд. - Т., 2016. - Б. 222 – 227.

64. Султанов М.Қ. Ландшафт компонентларини аниқлашда космик суратлар ва ГИС технологияларидан фойдаланиш ҳақида. // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 34-жилд. – Т., 2009. – Б. 39 – 41.

65. Ғафурова Л.А., Абдуллаев С.А., Намозов Х.К. Мелиоратив тупроқшунослик. –Т., 2003. – 190 б.

66. А.Р.Бобожонов, Қ.Р.Рахмонов ва А.Ж.Ғофиров. Ер кадастри //Ўқув қўлланма// 9-б., 2014 й. 204 б.

67. Волков С.Н. Основы землеустройства // Учебник. // Москва 2015 г. 270 с.

68. Н.Б.Раупова, Г.С.Содиқов/ Тупроқшунослик асослари //Ўқув қўлланма//49-б., 2016 йил, 375 б.

69. Буряк Ж.А., Лисецкий Ф.Н., Маринина О.А. Научный журнал «Геоинформатика-2016», Ж.А. Буряк, Ф.Н. Лисецкий, О.А. Маринина, использование ГИС-технологий геостатистики для дифференциации агрохозяйственных зон древнеземледельческих районов, 28-33 ст.

70. Охунов З.Д., Абдуллаев И.Ў., Рўзиёв А.С., Якубов Г.З. Маълумотларни олиш ва интеграциялаш //Ўқув қўлланма// 316 бет, 27-б., 2015.

71. Аvezбoев С., Аvezбoев О. Геомаълумотлар базаси ва архитектураси //Ўқув қўлланма// 190 бет, 36-б., 2015 йил

72. Ormsby, Napoleon, Burke, Groessi, Bowden. Getting to know ArcGIS desktop//ESRI Press,380 NewYork Street, Redlands, California 92373-8100. 2010 y.

73. Allen D.W. Getting to know ArcGIS modelbuilder//ESRI Press,380 NewYork Street, Redlands, California 92373-8100. 2011 y.

74. Wade T., Sommer Sh. A to Z GIS//ESRI Press,380 NewYork Street, Redlands, California 92373-8100. 2006 y.

75. Ormsby, Napoleon, Burke, Groessi, Bowden. GIS, spatial analysis and modeling//ESRI Press,380 NewYork Street, Redlands, California 92373-8100. 2010 y.

76. Zandbergen P.A. Python, scripting for ArcGIS//ESRI Press,380 NewYork Street, Redlands, California 92373-8100. 2013 y.

ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЛАРИ

77. <http://www.lex.uz>

78. <http://www.agro.uz>

79. <http://www.ygk.uz>

КИРИШ	3
1-БОБ. ГЕОАХБОРОТ ТИЗИМЛАРИГА КИРИШ	5
1.1. Геоинформатика – геоахборот тизимларини яратиш учун назарий асос.....	5
1.2. ГАТларнинг ривожланиш тарихи.....	8
1.3. Замонавий ГАТларнинг аждодлари.....	10
1.4. ГАТлар классификацияси.....	12
1.4.1. ГАТларнинг тузишнинг архитектуравий принципи бўйича классификацияси.....	12
1.4.2. ГАТларнинг аппарат платформаси бўйича классификацияси.....	13
1.4.3.ГАТларнинг ҳудудий қамров бўйича классификацияси.....	13
1.4.4. ГАТларнинг функционал имкониятлар бўйича классификацияси.....	14
1.4.5. ГАТларнинг маълумотларнинг қўлланиладиган модели бўйича классификацияси.....	15
1.4.6. ГАТлар классификациясининг бошқа турлари.....	16
1.5. ГАТларнинг амал қилиш схемаси.....	16
1.6. Универсал ГАТларнинг структураси.....	19
1.7. ГАТларнинг аппарат ва дастурий таъминоти.....	22
1.8. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар.....	25
2-БОБ. РАҚАМЛИ КАРТОГРАФИЯ АСОСЛАРИ	27
2.1. Ернинг шакли ва ўлчамлари, қўлланиладиган моделлар.....	27
2.1.1. <i>Карта тўғрисида тушунча</i>	27
2.1.2. Карталарнинг геодезик асоси.....	27
2.2. Геодезия ва картографияда қўлланиладиган координаталар тизимлари.....	30
2.2.1. Географик (астрономик) координаталар тизими.....	30
2.2.2. Геодезик координаталар тизими.....	31
2.2.3. Тўғри бурчакли координаталар тизими.....	33
2.2.4. Қутбий координаталар тизими.....	33
2.2.5. Зонал координаталар тизими.....	33
2.3. Картографик проекциялар. Карттографик проекциялардаги нотўғриликлар.....	35
2.3.1. Умумий тушунчалар.....	35
2.3.2. Карттографик проекциялардаги нотўғриликлар.....	37
2.4. Картографик проекциялар классификацияси.....	39
2.4.1. Проекцияларнинг нотўғриликларнинг характери бўйича классификацияси.....	39
2.4.2. Проекцияларнинг ёрдамчи сиртнинг тури бўйича классификацияси.....	40
2.4.3. Проекцияларнинг ориентировка бўйича классификацияси.....	41
2.4.4. Проекцияларнинг нормал картографик тўрнинг тури бўйича классификацияси.....	42
2.4.5. Проекцияларнинг олиш усули бўйича классификацияси.....	45
2.4.6. Проекцияларнинг фойдаланиш хусусиятлари бўйича классификацияси.....	45

2.5. Гаусс-Крюгер тенг бурчакли кўндаланг-цилиндр проекцияси	45
2.6. Топографик карталар ва планларни графалаш ва уларнинг номенклатураси	48
2.7. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар	52
3-БОБ. ФАЗОВИЙ МАЪЛУМОТЛАР МОДЕЛЛАРИ	53
3.1. ГАТларда фазовий объектларнинг типлари	53
3.2. Фазовий маълумотларнинг моделлари тўғрисида тушунча	55
3.3. Маълумотларнинг растрли моделлари	63
3.3.1. Умумий ҳолатлар	63
3.3.2. Растрли моделларнинг тавсифлари	66
3.3.3. Гуруҳли кодлаш услуги	69
3.4. Маълумотларни мунтазам-ячейкали ифодалаш	70
3.5. Маълумотларнинг квадротомик модели	72
3.5.1. Умумий ҳолатлар	72
3.5.2. Квадротомик дарахтлар	72
3.5.3. Растрли полигонлар ҳолати учун квадротомик дарахт тузиш	74
3.6. Маълумотларнинг вектори моделлари	76
3.6.1. Умумий ҳолатлар	76
3.6.2. Векторли нотопологик моделлар	78
3.6.3. Векторли топологик моделлар	81
3.6.3.1. Умумий ҳолатлар	81
3.6.3.2. ГАТ маълумотлари моделларидаги асосий топологик характеристикалар	87
3.6.3.3. Чизиқли-узелли топологик модел	90
3.7. “Вектор-растр” ва “растр-вектор” ўзгартиришлари	91
3.8. Сиртлар (геомайдонлар) моделлари	94
3.8.1. Умумий ҳолатлар	94
3.8.2. Геомайдонларнинг рақамли моделлари	95
3.8.2.1. Мунтазам тармоқ	96
3.8.2.2. Триангуляция тармоғи	100
3.8.2.3. Мунтазам ва триангуляцияон тармоқларни солиштириш	103
3.9. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар	106
4-БОБ. ФАЗОВИЙ МАЪЛУМОТЛАРНИ ВИЗУАЛЛАШТИРИШ	108
4.1. Фазовий маълумотларни визуаллаштиришнинг умумий принциплари	108
4.2. Векторли маълумотларни визуаллаштириш	110
4.2.1. Шартли белгилар	110
4.2.2. Нуқтали объектларни визуаллаштириш	111
4.2.3. Чизиқли объектларни визуаллаштириш	112
4.2.4. Майдонли объектларни визуаллаштириш	113
4.2.5. Матнли объектларни визуаллаштириш	114

4.3. Тематик карталар.....	115
4.3.1. Тематик ўзгарувчи тушунчаси.....	116
4.3.2. Диапазонлар услуги.....	116
4.3.3. Диаграммалар услуги	118
4.3.4. Ўлчам символлари услуги	120
4.3.5. Нуқталар зичлиги услуги	120
4.3.6. Индивидуал қийматлар услуги.....	121
4.4. Растрли маълумотларни визуаллаштириш.....	122
4.5. Генерализациялаш масаласи.....	123
4.6. Геомайдонларни визуаллаштириш.....	126
4.7. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар	129
5-БОБ. ГАТда МАЪЛУМОТЛАРНИ ФАЗОВИЙ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ.....	130
5.1. Ўлчаш операциялари.....	130
5.2. Фазовий объектлар муносабатларини таҳлил қилиш	132
5.3. Фазовий сўровлар	136
5.4. Оверлей операциялари	139
5.5. Кесиш ва қирқчиш операциялари.....	141
5.6. Объектлар атрибутларини агрегациялаш ва дисагрегациялаш	142
5.7. Буфер зоналари	143
5.8. Яқинлик зоналари	146
5.9. Муҳандислик тармоқларини таҳлил қилиш	146
5.10. Геомайдонларни таҳлил қилиш.....	148
5.10.1. Жой релефининг қиялиги ва экспозицияси тушунчаси	149
5.10.2. Жой релефининг қияликлари ва экспозицияларини ҳисоблаш	150
5.10.3. Кўринарлилик қизигини ҳисоблаш	151
5.10.4. Кўринарлилик зоналарини ҳисоблаш	152
5.10.5. Жой релефи бўйича масофани ва майдонни ҳисоблаш	155
5.10.6. Юзалар билан чегараланган жисмнинг ҳажмини ҳисоблаш.....	158
5.10.7. Геомайдонларни рақамли филтрациялаш.....	161
5.11. Геомайдонларни тиклаш	164
5.11.1. Геомайдонни нуқтали маълумотлар бўйича тиклаш.....	166
5.11.1.1. Тескари чамаланган масофалар услуги	169
5.11.2. Геомайдонни изолиниялар бўйича тиклаш	170
5.12. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар.....	173
6-БОБ. ВЕКТОРЛИ КАРТАЛАРНИ ЯРАТИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ.....	174
6.1. Рақамли карталарни бошланғич қоғоз карталар бўйича олиш.....	174
6.2. Карталарни Ерни масофадан зондлаш маълумотлари бўйича олиш	177

6.3. Карталарни ер усти ўлчовлари маълумотлари ва йўлдош тизимлари маълумотлари бўйича олиш	180
6.4. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар	181
7-БОБ. ГАТЛАРНИНГ ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ.....	182
7.1. Универсал векторли ГАТларнинг дастурий таъминоти	182
7.1.1. ArcGIS 10.8 дастурий маҳсулотлар оиласи	182
7.1.2. MapInfo Professional 8.5 ГАТининг дастурий воситалари.....	186
7.2. Универсал растрли ГАТларнинг дастурий таъминоти	188
7.2.1. ERDAS Imagine 8.7 ГАТи.....	188
7.2.2. ER Mapper 6.4 ГАТи	188
7.3. Интернет-ГАТ тизимлари.....	189
7.3.1. Google Maps ахборот-қидирув веб-сервиси	189
7.3.2. Google Earth ахборот-қидирув ГАТи.....	190
7.3.3. Бошқа ахборот-қидирув веб-сервислари.....	191
7.4. Картографик дастурий модуллар	192
7.5. ГАТ-иловалар.....	193
7.5.1. Умумий ҳолатлар	193
7.5.2. ГАТ-иловалар классификацияси.....	194
7.5.3. ГАТ-иловаларни яратиш услублари ва уларга ёндошувлар	195
7.5.4. ГАТ-иловаларни ишлаб чиқиш соҳасидаги тенденциялар	201
7.6. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар	204
8-БОБ. ГАТЛАРНИНГ ҚўЛЛАНИЛИШИ.....	206
8.1. Ишлаб чиқариш аҳамиятидаги ГАТлар	206
8.1.1. ГАТларнинг газ соҳасида қўлланилиши	206
8.1.2. ГАТларнинг геологияда ва ер ости бойликларидан фойдаланишда қўлланилиши	209
8.2. ГАТлар давлат ва муниципал бошқарув органларида.....	211
8.3. Ўзини ўзи текшириш учун саволлар ва вазифалар	213
АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ	214

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	5
1.1. Геоинформатика - теоретические основы создания геоинформационных систем.....	5
1.2. История развития ГИС.....	8
1.3. Предки современных ГИС.....	10
1.4. Классификация ГИС.....	12
1.4.1. Классификация ГИС по архитектурному принципу строительства.....	12
1.4.2. Классификация ГИС по аппаратной платформе	13
1.4.3. Классификация ГИС по территориальному охвату.....	13
1.4.4. Классификация ГИС по функциональным возможностям	14
1.4.5. Классификация ГИС в соответствии с применяемой моделью данных	15
1.4.6. Другие типы классификации ГИС.....	16
1.5. Схема реализации ГИС.....	16
1.6. Структура универсальных ГИС.....	19
1.7. Аппаратное и программное обеспечение ГИС	22
1.8. Вопросы и задания для самостоятельной проверки	25
ГЛАВА 2. ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ КАРТОГРАФИИ	27
2.1. Форма и размеры земли, использованные модели	27
2.1.1. Понимание карты	27
2.1.2. Геодезическая основа карт	27
2.2. Системы координат, используемые в геодезии и картографии	30
2.2.1. Географическая (астрономическая) система координат	30
2.2.2. Геодезическая система координат	31
2.2.3. Прямоугольная система координат.....	33
2.2.4. Полярная система координат.....	33
2.2.5. Зональная система координат	33
2.3. Картографические проекции. Ошибки в картографических проекциях	35
2.3.1. Общие понятия	35
2.3.2. Ошибки в картографических проекциях	37
2.4. Классификация картографических проекций	39
2.4.1. Классификация прогнозов по характеру ошибок.....	39
2.4.2. Классификация проекций по типу вспомогательной поверхности	40
2.4.3. Ориентационная классификация проекций	41
2.4.4. Классификация прогнозов по типу нормальной картографической сети.....	42
2.4.5. Классификация прогнозов по методике получения	45
2.4.6. Классификация прогнозов по эксплуатационным свойствам	45

2.5. Равносторонняя поперечная цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера.....	45
2.6. Графики топографических карт и планов и их номенклатура	48
2.7. Вопросы и задания для самостоятельной проверки	52
ГЛАВА 3. МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	53
3.1. Типы пространственных объектов в ГИС	53
3.2. Понимание пространственных моделей данных.....	55
3.3. Растровые модели данных.....	63
3.3.1. Общие обстоятельства.....	63
3.3.2. Описание растровых моделей	66
3.3.3. Метод группового кодирования	69
3.4. Представление данных в обычной ячейке	70
3.5. Квадратомная модель даннь	72
3.5.1. Общие случаи	72
3.5.2. Квадратомные деревья.....	72
3.5.3. Создание квадратомного дерева для условия растровых полигонов	74
3.6. Данные векторных моделей	76
3.6.1. Общие случаи.....	76
3.6.2. Векторные нетопологические модели.....	78
3.6.3. Векторные топологические модели	81
3.6.3.1. Общие положения.....	81
3.6.3.2. Основные топологические характеристики в моделях данных GAT	87
3.6.3.3. Линейно-узловая топологическая модель	90
3.7. Изменения вектора-растра и вектора-растра.....	91
3.8. Поверхностные (геопространственные) модели	94
3.8.1. Общие положения	94
3.8.2. Цифровые модели геопространственных.....	95
3.8.2.1. Обычная сеть	96
3.8.2.2. Триангуляционная сеть	100
3.8.2.3. Сравнение регулярных и треугольных сетей.....	103
3.9. Вопросы и задания для самостоятельной проверки	106
ГЛАВА 4. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	108
4.1. Общие принципы визуализации пространственных данных.....	108
4.2. Визуализация векторных данных	110
4.2.1. Символы.....	110
4.2.2. Визуализация пунктирных объектов	111
4.2.3. Визуализация линейных объектов	112
4.2.4. Визуализация полевых объектов.....	113
4.2.5. Визуализация текстовых объектов.....	114

4.3. Тематические карты.....	115
4.3.1. Концепция тематической переменной	116
4.3.2. Диапазон стиля	116
4.3.3. Метод диаграмм	118
4.3.4. Размер символа Стиль	120
4.3.5. Метод точечной плотности	120
4.3.6. Стиль индивидуальных ценностей	121
4.4. Визуализация растровых данных	122
4.5. Проблема обобщения.....	123
4.6. Визуализация геопространственных областей	126
4.7. Вопросы и задания для самопроверки.....	129
ГЛАВА 5 КОСМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В ГАТ	130
5.1. Операции измерения.....	130
5.2. Анализ пространственных отношений объекта	132
5.3. Пространственные запросы.....	136
5.4. Оверлейные операции.....	139
5.5. Операции отсечения и разрезания.....	141
5.6. Агрегирование и дезагрегация атрибутов объекта	142
5.7. Буферные зоны	143
5.8. Зоны близости.....	146
5.9. Анализ инженерных сетей	146
5.10. Анализ геополей.....	148
5.10.1. Концепция уклона и обнажения местности	149
5.10.2. Расчет уклона и экспозиций рельефа выпуска	150
5.10.3. Рассчитать линию видимости	151
5.10.4. Расчет зон видимости.....	152
5.10.5. Расчет расстояния и площади по местности.....	155
5.10.6. Рассчитать объем тела, ограниченного поверхностями.....	158
5.10.7. Цифровая фильтрация геопространственных областей	161
5.11. Восстановление геопространственных территорий	164
5.11.1. Реконструкция геопространственных по точечным данным.....	166
5.11.1.1. Обратный примерный стиль расстояния.....	169
5.11.2. Реконструкция геопространственной вдоль изолиний.....	170
5.12. Вопросы и задания для самопроверки	173
ГЛАВА 6. ВЕКТОР КАРТ ТЕХНОЛОГИИ.....	174
6.1. Получить цифровые карточки на первичных бумажных карточках	174
6.2. Получение карт на основе данных дистанционного зондирования Земли	177

6.3. Получение карт на основе данных наземных измерений и данных спутниковой системы	180
6.4. Вопросы и задания для самопроверки.....	181
ГЛАВА 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС	182
7.1. Программное обеспечение для универсальных векторных ГИС.....	182
7.1.1. Семейство программных продуктов ArcGIS 10.8.....	182
7.1.2. MapInfo Professional 8.5 ГИС.....	186
7.2. Программное обеспечение для универсальных растровых ГИС	188
7.2.1. ERDAS Представь себе 8,7 ГИС.....	188
7.2.2. ER Mapper 6.4 ГИС.....	188
7.3. Интернет-ГИС системы	189
7.3.1. Google Maps - это сервис веб-поиска	189
7.3.2. Поиск информации о Google Планета Земля ГИС	190
7.3.3. Другие информационно-поисковые веб-сервисы	191
7.4. Картографические программные модули.....	192
7.5. ГИС приложения	193
7.5.1. Общие случаи	193
7.5.2. Классификация ГИС-приложений.....	194
7.5.3. Методы создания ГИС-приложений и подходы к ним	195
7.5.4. Тенденции в разработке ГИС-приложений	201
7.6. Вопросы и задания для самопроверки.....	204
ГЛАВА 8. ПРИМЕНЕНИЕ ГИС	206
8.1. ГИС промышленного значения	206
8.1.1. Применение ГИС в газовой промышленности.....	206
8.1.2. Применение ГИС в геологии и недропользовании	209
8.2. ГИС находятся в государственных и муниципальных органах власти	211
8.3. Вопросы и задания для самопроверки.....	213
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	214

CHAPTER 1. INTRODUCTION TO GEOINFORMATION SYSTEMS	5
1.1. Geoinformatics is the theoretical basis for the creation of geoinformation systems.....	5
1.2. History of the development of GIS.....	8
1.3. Ancestors of modern GIS	10
1.4. Classification of GIS.....	12
1.4.1. Classification of GIS according to the architectural principle of construction	12
1.4.2. Classification of GIS by hardware platform.....	13
1.4.3. Classification of GIS by regional coverage	13
1.4.4. Classification of GIS by functional capabilities	14
1.4.5. Classification of GIS according to the applied data model.....	15
1.4.6. Other types of GIS classification.....	16
1.5. Scheme of implementation of GIS	16
1.6. The structure of universal GIS.....	19
1.7. GIS hardware and software	22
1.8. Questions and tasks for self-examination	25
CHAPTER 2. FUNDAMENTALS OF DIGITAL CARTOGRAPHY	27
2.1. The shape and dimensions of the land, the models used.....	27
2.1.1. <i>The concept of the card</i>	27
2.1.2. Geodetic basis of maps.....	27
2.2. Coordinate systems used in geodesy and cartography	30
2.2.1. Geographical (astronomical) coordinate system	30
2.2.2. Geodetic coordinate system.....	31
2.2.3. Rectangular coordinate system.....	33
2.2.4. Polar coordinate system.....	33
2.2.5. Zonal coordinate system	33
2.3. Cartographic projections. Errors in cartographic projections	35
2.3.1. General concepts.....	35
2.3.2. Errors in cartographic projections	37
2.4. Classification of cartographic projections	39
2.4.1. Classification of projections by the nature of the faults	39
2.4.2. Classification of projections by type of auxiliary surface.....	40
2.4.3. Orientation classification of projections	41
2.4.4. Classification of projections by type of normal cartographic grid.....	42
2.4.5. Classification of projections by the method of obtaining.....	45
2.4.6. Classification of projections by operational properties	45
2.5. Gauss-Kruger equilateral transverse-cylindrical projection.....	45

2.6. Graphics of topographic maps and plans and their nomenclature	48
2.7. Questions and tasks for self-examination	52
CHAPTER 3. SPACE DATA MODELS	53
3.1. Types of spatial objects in GIS	53
3.2. The concept of spatial data models	55
3.3. Raster models of data	63
3.3.1. General cases	63
3.3.2. Descriptions of raster models	66
3.3.3. Group coding method	69
3.4. Regular-cell representation of data	70
3.5. Quadrotomic model of data	72
3.5.1. General cases	72
3.5.2. Quadrotomic trees	72
3.5.3. Creating a quadrotomic tree for raster landfills	74
3.6. Data vector models	76
3.6.1. General cases	76
3.6.2. Vector nototopological models	78
3.6.3. Vector topological models	81
3.6.3.1. General cases	81
3.6.3.2. Basic topological characteristics in GIS data models	87
3.6.3.3. Linear-node topological model	90
3.7. Vector-raster and raster-vector changes	91
3.8. Surface (geospatial) models	94
3.8.1. General cases	94
3.8.2. Digital models of geospatial areas	95
3.8.2.1. Regular network	96
3.8.2.2. Triangulation network	100
3.8.2.3. Comparison of regular and triangular networks	103
3.9. Questions and tasks for self-examination	106
CHAPTER 4. SPACE DATA VISUALIZATION	108
4.1. General principles of spatial data visualization	108
4.2. Visualization of vector data	110
4.2.1. Symbols	110
4.2.2. Visualization of dotted objects	111
4.2.3. Visualization of linear objects	112
4.2.4. Visualization of field objects	113
4.2.5. Visualization of text objects	114
4.3. Thematic cards	115

4.3.1. The concept of thematic variables	116
4.3.2. Range style	116
4.3.3. Style of diagrams	118
4.3.4. Style symbols style	120
4.3.5. Point density method	120
4.3.6. The style of individual values	121
4.4. Raster data visualization	122
4.5. The problem of generalization	123
4.6. Visualization of geospatial areas	126
4.7. Questions and tasks for self-examination	129
CHAPTER 5. SPACE ANALYSIS OF DATA IN GIS	130
5.1. Measurement operations	130
5.2. Analysis of spatial object relationships	132
5.3. Spatial queries	136
5.4. Overlay operations	139
5.5. Cutting and shearing operations	141
5.6. Aggregation and disaggregation of object attributes	142
5.7. Buffer zones	143
5.8. Proximity zones	146
5.9. Analysis of engineering networks	146
5.10. Geodetic analysis	148
5.10.1. The concept of slope and exposure of the terrain	149
5.10.2. Calculation of slopes and exposures of the terrain	150
5.10.3. Calculate the visibility line	151
5.10.4. Calculation of visibility zones	152
5.10.5. Calculation of distance and area along the terrain	155
5.10.6. Calculate the volume of a body bounded by surfaces	158
5.10.7. Digital filtration of geospatial areas	161
5.11. Restoration of geospatial areas	164
5.11.1. Reconstruction of the geospatial on point data	166
5.11.1.1. Reverse approximate distance style	169
5.11.2. Reconstruction of the geospatial along the isolines	170
5.12. Questions and tasks for self-examination	173
CHAPTER 6. VECTOR CARD TECHNOLOGIES	174
6.1. Get digital cards on primary paper cards	174
6.2. Obtaining maps based on Earth remote sensing data	177
6.3. Obtaining maps based on ground measurement data and satellite system data	180
6.4. Questions and tasks for self-examination	181

CHAPTER 7. SOFTWARE OF GATHS	182
7.1. Software for universal vector GIS	182
7.1.1. ArcGIS 10.8 family of software products.....	182
7.1.2. MapInfo Professional 8.5 GAT software.....	186
7.2. Universal raster GIS software.....	188
7.2.1. ERDAS Imagine 8.7 GIS	188
7.2.2. ER Mapper 6.4 GIS.....	188
7.3. Internet-GAT systems	189
7.3.1. Google Maps is a web search service	189
7.3.2. Google Earth information retrieval GIS	190
7.3.3. Other information retrieval web services	191
7.4. Cartographic software modules.....	192
7.5. GIS applications	193
7.5.1. General cases.....	193
7.5.2. Classification of GIS applications.....	194
7.5.3. Methods of creating GIS-applications and approaches to them.....	195
7.5.4. Trends in the development of GIS applications	201
7.6. Questions and tasks for self-examination	204
CHAPTER 8. APPLICATION OF GATES.....	206
8.1. GIS of industrial importance	206
8.1.1. Application of GIS in the gas industry	206
8.1.2. Application of GIS in geology and subsoil use.....	209
8.2. GIS in state and municipal authorities.....	211
8.3. Questions and tasks for self-examination	213
REFERENCES	214

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ

ГЕОАХБОРОТ ТИЗИМ ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Муаллифлар:

Абдурахмонов Сарвар Нарзуллаевич

Мухторов Ўзбекхон Бурхоновчи

Абдисаматов Отабек Сайдаматович

Жўраев Абдулла Юсупович

Инамов Азиз Низамович

“Asian Book House” нашриёти

Тошкент 2020

Нашр лицензияси: АА № 0005, 27.03.2019 йил

Бичими 60x84 1/8. Офсет қоғозда нашр этилди. Босма табағи 14,5. Адади 200 нусха.
Буюртма рақами №15. Шартнома рақами № 2.

“Asian Book House” нашриёти, “print center” босмахонаси, Яшнобод тумани, Авиасозлар
кўчаси, 1 уй.

