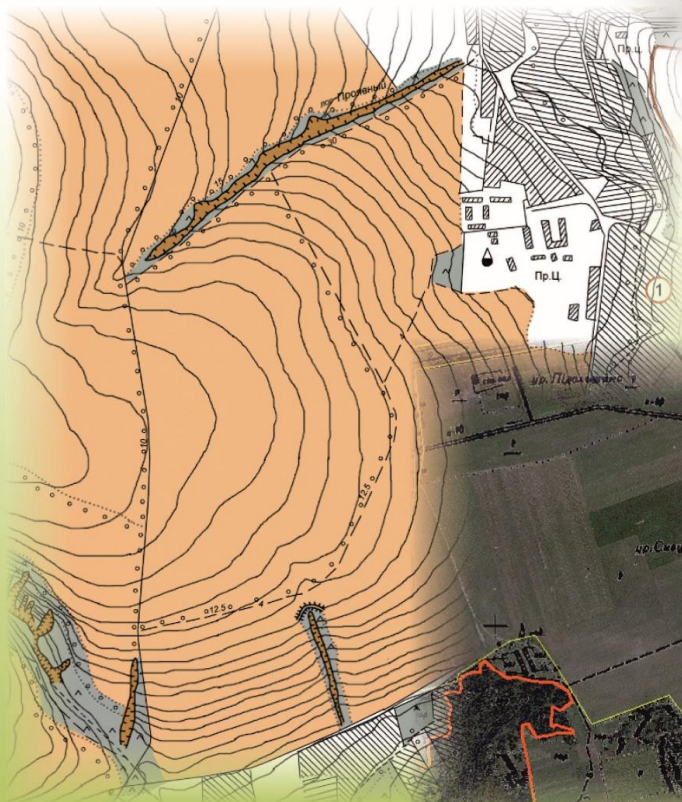




Богіра М.С., Стойко Н.Є., Ткачук Л.В.

Автоматизація землевпорядного проектування



Навчальний посібник



**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

М.С. Богіра, Н.Є. Стойко, Л.В. Ткачук

**АВТОМАТИЗАЦІЯ
ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО
ПРОЕКТУВАННЯ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Львів 2012

ББК 65.32-5Я73

Б-73

УДК 332.004.78(07)

Автори:

М. С. Богіра, Н. Є. Стойко, Л. В. Ткачук

Рецензенти:

М. Г. Ступень, д. е. н., професор,
завідувач кафедри земельного кадастру
(Львівський національний аграрний університет),

М. Д. Лесечко, д. е. н., професор
(Львівський регіональний інститут державного управління
Національної академії державного управління при
Президентіві України),

І. М. Лицур, д. е. н., провідний науковий співробітник
(Державна установа «Інститут економіки природокористування та
охорони навколишнього середовища Національної академії наук
України»)

*Рекомендовано до друку вченою радою
Львівського національного аграрного університету
(протокол №6 від 24 березня 2011 р.)*

Б-73 Богіра М. С. Автоматизація землевпорядного проектування : навч. посіб. / М. С. Богіра, Н. Є. Стойко, Л. В. Ткачук. – Львів : Український бестселер, 2012. – 296 с.

ISBN 978-966-2384-05-5

У посібнику висвітлено теоретичні, методологічні, методичні та прикладні положення створення систем автоматизованого проектування в галузі землеустрою. Досліджено застосування геоінформаційних та земельно-інформаційних систем у землевпорядному проектуванні. Розкрито прикладні аспекти побудови графічних зображень в автоматизованому режимі та формування цифрової моделі землекористування на базі системи AutoCAD.

Для фахівців у сфері землеустрою, представників управлінських органів, а також наукових працівників, викладачів вищих навчальних закладів, аспірантів та студентів, які навчаються за напрямом «Геодезія, картографія та землеустрій» та за спеціальністю «Землевпорядкування та кадастр», а також всіх зацікавлених у даному питанні осіб.

ББК 65.32-5Я73

ISBN 978-966-2384-05-5

© Богіра М.С., Стойко Н.Є., Ткачук Л.В., 2012

Список умовних скорочень.....	6
Передмова.....	10
ЧАСТИНА 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ПОЛОЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	12
Розділ 1. Місце і значення автоматизованого землевпорядного проектування в системі землеустрою.....	13
1.1. Поняття системи автоматизованого землевпорядного проектування (САЗПР).....	13
1.2. Призначення та функції САЗПР.....	19
1.3. Програмне забезпечення автоматизації землевпорядного проектування.....	23
Питання для самоконтролю.....	33
Розділ 2. Основні принципи створення, структура і забезпечення системи автоматизованого землевпорядного проектування.....	34
2.1. Функціональна структура САЗПР.....	34
2.2. Класифікація засобів забезпечення САЗПР.....	37
2.3. Концепція створення САЗПР.....	42
2.4. Структура та функції основних елементів САЗПР.....	55
Питання для самоконтролю.....	69
Розділ 3. Застосування геоінформаційних систем у процесі землевпорядного проектування.....	70
3.1. Загальні уявлення про географічні інформаційні системи і технології.....	70
3.2. Склад, класифікації та основні вимоги до сучасних ГІС.....	85
3.3. Впровадження ГІС та перехід до комп'ютерних технологій у землевпорядкуванні.....	95
<i>3.3.1. Принципи сучасного геоінформаційного землеустрою.....</i>	<i>96</i>
<i>3.3.2. Геоінформаційне моделювання в землевпорядному проектуванні.....</i>	<i>99</i>

3.4. Застосування програмних продуктів <i>Autodesk</i> у землевпорядкуванні.....	106
3.4.1. Основні функціональні системи <i>GIS</i>	106
3.4.2. Основні функціональні системи <i>CAD</i>	107
3.4.3. Технологічна лінія продуктів <i>Autodesk Geospatial</i> ..	110
3.5. Побудова цифрової моделі рельєфу.....	116
Питання для самоконтролю.....	123
РОЗДІЛ 4. Земельно-інформаційні системи в землеустрої.....	124
4.1. Використання земельно-інформаційних систем у проведенні землевпорядних робіт.....	125
4.2. Вхідні та вихідні дані земельно-інформаційних систем.....	133
Питання для самоконтролю.....	147
ЧАСТИНА 2. МЕТОДИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	148
РОЗДІЛ 5. Землевпорядне проектування в автоматизованому режимі.....	149
5.1. Загальна схема землевпорядного проектування в автоматизованому режимі.....	149
5.2. Форми для виведення вихідних і результативних даних.....	152
Питання для самоконтролю.....	153
РОЗДІЛ 6. Побудова графічних зображень.....	154
6.1. Графічний редактор як складова частина САЗПР.....	154
6.2. Графічні технології.....	157
6.3. Введення графічної інформації.....	163
6.3.1. Ручне введення графічної інформації. Апаратне та екранне дигітизування.....	164
6.3.2. Автоматизоване введення даних.....	170
6.3.3. Сканування графічних зображень.....	174
6.3.4. Формати графічних зображень.....	183
6.4. Векторизація.....	189
6.5. Виведення графічної інформації.....	200
Питання для самоконтролю.....	208

Розділ 7. Автоматизація землевпорядних розрахунків.....	210
7.1. Загальні принципи автоматизації землевпорядних розрахунків.....	210
7.2. Система автоматизованих землевпорядних розрахунків.....	212
7.3. Обчислення площ об'єктів.....	215
Питання для самоконтролю.....	217
Розділ 8. Формування цифрової моделі землекористування на базі системи AutoCAD.....	218
8.1. Загальні принципи створення елементарних графічних об'єктів.....	218
8.2. Створення шарів елементів землевпорядного проектування.....	233
8.3. Обчислення площ землекористувань (землеволодінь) та створення каталогу координат.....	238
Питання для самоконтролю.....	245
Розділ 9. Створення тематичних карт засобами AutoCAD.....	246
9.1. Підготовка планової основи. Програмні і технічні засоби візуалізації картографічної інформації.....	246
9.2. Створення тематичних карт.....	250
9.3. Автоматизоване картографування в системі середовища AutoCAD для цілей землевпорядкування.....	261
Питання для самоконтролю.....	264
Бібліографічний список.....	265
Предметний покажчик.....	271
Додатки.....	275

Список умовних скорочень

- АС – автоматизована система.
- АЗІС – автоматизована земельна інформаційна система.
- АРМ – автоматизоване робоче місце.
- АРМЗ – автоматизоване робоче місце землевпорядника.
- АСЗК – автоматизована система земельного кадастру.
- АСОАФГІ – автоматизована система обробки аерофотогеодезичної інформації.
- АСОКД – автоматизована система обробки картографічних даних.
- АСОТГІ – автоматизована система обробки топографо-геодезичної інформації.
- АСПЗР – автоматизована система планових землевпорядних розрахунків.
- БД – банк даних.
- ГІС – географічні інформаційні системи.
- ДДЗ – дані дистанційного зондування.
- ДЗЗ – дистанційне зондування Землі.
- ЕОМ – електронно-обчислювальна машина.
- ЕС – експертні системи.
- ЗІС – земельно-інформаційна система.
- ІС – інформаційна система.
- ІТ – інформаційні технології.
- КА – космічний апарат.
- КТ – комп'ютерна техніка.
- МАІС – муніципальні автоматизовані інформаційні системи.
- МГІС – муніципальні геоінформаційні системи.
- ПЗ – програмне забезпечення.
- ПК – персональний комп'ютер.
- ПМК – програмно-методичний комплекс.
- ПП – програмний продукт.
- ПТК – програмно-технічний комплекс.
- РПЗ – розв'язок проблемної задачі.
- САЗПР – система автоматизованого землевпорядного проектування.
- САПР – система автоматизованого проектування.

СКК – система координат користувача.
ССК – світова система координат.
СУБД – система управління базами даних.
УПЗ – управління проблемною задачею.
ФРО – фіксація результатів розв’язку і його оцінки.
ЦМР – цифрова модель рельєфу.

ASCII, або *ascii* (*American Standard Code for Information Interchange*) – американський стандартний семирозрядний код для обміну інформацією, що використовується в більшості обчислювальних систем, у тому числі і в ГІС.

CAD (*Computer-Aided Designing* – автоматизоване проектування) — технологія, що використовується в системах автоматизованого проектування (САПР).

CORINE (*Coordination on Information of the environment*) – проект створення геоінформаційної системи Європейського Співтовариства. Розробку проекту розпочато в червні 1985 р. відповідно до рішення Ради Міністрів Європейського Співтовариства. Створення системи в основному було виконане в 1985–1990 рр.

DEM (*Digital Elevation Model*) – див. «Цифрова модель рельєфу».

DIME (*Dual Independent Map Encoding* – подвійне незалежне кодування карт) – топологічна структура векторних даних, що базується на використанні, крім трьох первинних елементарних графічних об'єктів, також дуги (*arc*) або сегмента (*segment*). Розроблено наприкінці 60-х років ХХ ст. у США.

DTM (*Digital Terrain Model*, цифрова модель місцевості) – див. «Цифрова модель рельєфу».

ESRI (*Environmental System Research Institute Ltd.* – Інститут досліджень систем навколишнього середовища, м. Редландс (Redlands), Каліфорнія, США) – комерційна компанія, світовий лідер у розробці програмних засобів ГІС, заснована в 1969 р. Остання розробка (2004) – сімейство пакетів ArcGIS 9.0.

GPS (*Global Positioning System* – Глобальна система

супутникового визначення координат) – комплекс навігаційних супутників і наземних приймальних станцій, що дозволяють визначати координати точки стояння на поверхні Землі.

HTML (*Hypertext Markup Language*) – спеціальна гіпертекстова мова опису документів.

GRID (*Global Resorce Information Database* – Глобальна база даних природно-ресурсної інформації) – міжнародна програма створення і експлуатації інформаційної системи, яка виконується в рамках програми Глобальної системи моніторингу навколишнього середовища (*GEMS*) UNEP з 1988 року низкою країн-учасниць (Канада, США, Норвегія, Фінляндія та ін.) та міжнародних і національних організацій (НАСА, Інститут досліджень систем навколишнього середовища США; Женевський університет, Швейцарія та ін.).

MAP (*Map Analysis Package* – Пакет аналізу карт) – програмний пакет аналізу карт з використанням картографічної алгебри, розроблений С.Д. Томліном (1980 – 1983) у Іельському університеті, США.

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) – Національне управління з аеронавтики і дослідження космічного простору США (*НАСА*).

OGC (до 1 вересня 2004 р. – *Open GIS Consortium*, Консорціум відкритих ГІС, пізніше – *Open Geospatial Consortium*, Відкритий геопросторовий консорціум) – авторитетна міжнародна неурядова організація, що об'єднує 266 членів з 31 країни світу (на листопад 2004 р.), метою якої є розроблення стандартів створення програмних засобів ГІС і геопроектингу.

SPOT (*Systeme pour l'Observation de la Terre*) – назва французького штучного супутника Землі.

TIN (*Triangulated Irregular Network*) – див. «Трикутна нерегулярна мережа».

TIFF (*Tagged Image File Format*) – формат графічних файлів, призначений для обміну зображеннями високої якості. Розробляється фірмою Aldus Corporation.

WYSIWYG (*What You See Is What You Get* – що бачиш на екрані, те й одержиш на носії) – режим повної відповідності роздрукування зображенню на екрані.

WGS-84 (*World Geodetic System 1984*) – Всесвітня геодезична система 1984 р.

ПЕРЕДМОВА



XXI століття неможливо уявити без використання інформаційних технологій (ІТ), які все більше охоплюють різні сфери людської діяльності. Водночас ІТ базуються на автоматизованих системах (АС) та використанні комп'ютерної техніки (КТ). Одним із видів поєднання ІТ, АС і КТ є автоматизоване проектування, яке стало невід'ємною складовою земельпорядного виробничого процесу.

Переваги автоматизованого проектування – це швидкість і зручність побудови креслень в автоматизованому режимі, швидкість обміну даними між спеціалістами різних галузей.

Досвід розвинутих зарубіжних країн, а також вітчизняна практика свідчать про високу ефективність систем автоматизованого проектування на шляху підвищення продуктивності праці, скорочення часу на виконання виробничих процедур, розширення можливостей впровадження у виробництво технологічних процесів, підвищення якості виконуваних робіт та прийняття управлінських рішень тощо. Одночасно з метою удосконалення робіт, пов'язаних із автоматизованим проектуванням, виникає необхідність якомога повнішого застосування нових програмних засобів.

Основна мета автоматизованого земельпорядного проектування (АЗПР) полягає у вирішенні питань організації використання та охорони земель на якісно вищому рівні із застосуванням таких технологій отримання, обробки та оптимізації інформації, які дозволяють підвищити оперативність, поліпшити якість і знизити трудомісткість прийнятих рішень за рахунок автоматизації процесів проектування.

Об'єктом автоматизації є процеси земельпорядного проектування, збирання, накопичення та обробки даних, обґрунтування проектних рішень, формування проектної документації.

У навчальному посібнику «Автоматизація землевпорядного проектування» розкрито теоретичні, методологічні, методичні та прикладні положення створення систем автоматизованого проектування в галузі землеустрою. Дисципліна тісно пов'язана з такими навчальними дисциплінами, як «Землевпорядне проектування», «Управління земельними ресурсами», «Державний земельний кадастр», «Економіко-математичне моделювання».

Навчальний посібник укладено на підставі джерел, зазначених у бібліографічному списку, та з використанням матеріалів стажування і роботи у ДП «Волинський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою».

Для контролю засвоєння знань у кінці кожного розділу наведено список питань для самоперевірки.

Автори висловлюють подяку за позитивну оцінку посібника рецензентам: доктору економічних наук, професору, завідувачу кафедри органів місцевого самоврядування та управління Львівського регіонального інституту державного управління Національної академії державного управління при Президентові України М.Д. Лесечку, доктору економічних наук, провідному науковому співробітнику ДУ «Інститут природокористування та сталого розвитку НАН України» І.М. Лицуру і доктору економічних наук, професору, декану землевпорядного факультету Львівського національного аграрного університету М.Г. Ступеню. Будемо вдячні читачам за конструктивні зауваження і пропозиції щодо навчального посібника, які врахуємо у виданні навчально-методичної літератури з курсу «Автоматизація землевпорядного проектування».

Зауваження і пропозиції можна надсилати за адресою: кафедра землевпорядного проектування, Львівський НАУ, вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський р-н, Львівська обл., 80381.

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ
ПОЛОЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПРОЕКТУВАННЯ**

РОЗДІЛ 1

**Місце і значення автоматизованого
землевпорядного проектування в системі
землеустрою**

РОЗДІЛ 2

**Основні принципи створення, структура і
забезпечення системи автоматизованого
землевпорядного проектування**

РОЗДІЛ 3

**Застосування геоінформаційних систем у процесі
землевпорядного проектування**

РОЗДІЛ 4

Земельно-інформаційні системи в землеустрої

МІСЦЕ І ЗНАЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В СИСТЕМІ ЗЕМЛЕУСТРОЮ

1.1. Поняття системи автоматизованого землевпорядного проектування (САЗПР)

Землевпорядне проектування – найважливіша стадія землевпорядного процесу. Основна його ціль полягає в наведенні порядку у використанні землі, у забезпеченні надання і вилучення земель і в організації їхнього раціонального використання й охорони. Цього досягаються у процесі проведення таких видів землевпорядних робіт:

- попередні проектні розрахунки в схемах землевпорядкування районів;
- складання проектів міжгосподарського і внутрішньогосподарського землевпорядкування;
- розробка робочих проектів щодо здійснення землевпорядних заходів;
- перенесення проектів у натуру й авторський нагляд за їхнім освоєнням.

Перехід до різноманітних форм землеволодіння, землекористування і господарювання, перерозподіл земель, реорганізація сільськогосподарських підприємств, широке використання правового й економічного механізмів регулювання земельних відносин привезли до значного збільшення обсягів землевпорядних робіт, різкого підвищення інформаційної складової землевпорядкування й об'єктивної необхідності її якісного вдосконалення.

Значно збільшилися обсяги проектно-дослідницьких робіт із землевпорядкування, насамперед щодо складання проектів створення нових і впорядкування існуючих господарств, відведень земель сільськогосподарським підприємствам, громадянам; для потреб промисловості, транспорту, природоохоронних і рекреаційних цілей.

Землевпорядна служба країни, використовуючи традиційні методи і засоби, уже не може забезпечити зростаючих потреб управління земельними ресурсами, регулювання землекористування і землевпорядкування.

Ці потреби вимагають, з одного боку, різкого скорочення часу від моменту одержання планово-картографічної, земельно-кадастрової і нормативно-довідкової інформації, її обробки і використання у проектуванні до моменту відведення земель у натурі і видачі землевпорядних документів, що засвідчують право землеволодіння і землекористування. З іншого боку, істотно зростають вимоги до якості землевпорядних робіт, до пошуку оптимальних рішень щодо організації раціонального використання й охорони земель.

Розв'язання поставлених задач пов'язане з обробкою великого обсягу кількісних, якісних, цінкових і правових даних, відстеженням та аналізом їх динаміки, веденням земельного моніторингу, моделюванням економічних, екологічних та інших ситуацій. З цією метою застосовують найрізноманітніші методи: економіко-математичного моделювання, сіткового планування, математичного програмування, теорії ігор, теорії графів, методи вибору оптимальної стратегії тощо. Їх використання вимагає глибокого вивчення землевпорядних проблем, організації на науковій основі вихідної й нормативної інформації, нетрадиційного підходу до постановки задач землевпорядкування.

Як показує практика, домогтися росту продуктивності праці і підвищити якість проектно-дослідницьких робіт у землевпорядкуванні цілком можливо на основі нових інформаційних технологій, організації землевпорядних робіт з використанням комп'ютерної техніки і сучасного програмного забезпечення. Ці технології дозволяють, на відміну від традиційних методів, що базуються на інтуїції і досвіді проектувальника, й експертних оцінок, одержувати комплексне вирішення задач планування, обліку, аналізу і проектування на якісно новому рівні. Вони дозволяють скоротити терміни виконання проектних робіт, значно підвищити якість проектів і полегшити працю розробників,

звільнити їх від рутинної напівмеханічної роботи, дозволяючи зосередитися на творчій складовій проектування.

Крім того, сучасна комп'ютерна техніка сприяє не тільки більш якісному розв'язанню техніко-економічних задач, а й дозволяє вільно використовувати економіко-математичні методи і моделі в процесі прогнозування, планування і проектування заходів щодо організації ефективного використання й комплексної охорони земельних ресурсів.

Ці методи (розподільний, симплексний, імітаційний), реалізовані на комп'ютерах і входять до відповідних технологій проектування, орієнтовані на усунення суб'єктивізму під час встановлення складу й обсягів робіт, економію робочого часу і проведення різноманітних розрахунків.

Застосування засобів автоматизації і комп'ютерних технологій, використання різноманітних програмних продуктів стало сьогодні нормою в наукових дослідженнях і виробництві. Як показує багаторічний досвід роботи в цьому напрямі, автоматизовані системи землевпорядкування ефективні тільки тоді, коли задачі планування, обліку, аналізу, проектування і регулювання розв'язуються в єдиному комплексі, за умови охоплення всієї схеми руху інформації – від збору вихідних даних до видачі рішень. При цьому необхідно, щоб функціонування сільськогосподарського виробництва описувалося комплексною математичною моделлю і на її основі розроблялися приватні моделі, ставилися й розв'язувалися задачі землевпорядного проектування; це можливо лише в рамках системного підходу до обґрунтування проектних рішень.

Тому вирішення сучасних завдань, які ставляться перед землеустроєм, неможливе без автоматизації проектних робіт на базі широкого залучення досягнень науково-технічного прогресу, опанування фахівцями-землевпорядниками сучасних методів і прийомів обробки та представлення інформації з використанням персональних комп'ютерів (ПК). Такі автоматизовані технології приходять на заміну традиційним засобам проектування та набули значного

поширення в організаційному управлінні земельпорядними роботами під назвами *автоматизоване робоче місце* (АРМ) та *автоматизоване проектування* (САД) [44; 45; 53].

САД (*Computer-aided designing*) – використання комп'ютерних технологій у процесі проектування і розробки документації, тобто система автоматизованого проектування (САПР).

Літературні та науково-методичні дані свідчать, що система автоматизованого проектування дає змогу підвищити техніко-економічні показники виробів на 10-15 %, скоротити терміни проектування у 2-4 рази, підвищити продуктивність праці не менш як на 50 %, знизити енерго- та транспортні витрати на 10-15 %, заощадити матеріали у проектах на 5-10 %, змінити характер інженерної праці, збільшити можливість тиражування документації, сприяти поширенню передових методів проектування [18].

Зараз у земельпорядній літературі практично немає робіт, що висвітлюють порядок створення й використання систем автоматизованого земельпорядного проектування. Хоча виробничі і наукові організації впритул підійшли до необхідності створення цієї системи, поки що використовуються лише окремі її елементи, пов'язані з моделюванням, оптимізацією й автоматизацією розрахунків, формуванням банку земельпорядної інформації. У цьому виданні на основі наявного виробничого досвіду і проведених наукових досліджень наводимо основні теоретичні, методичні і практичні положення створення САЗПР, що охоплюють розробку мети і принципів цієї системи, визначення її об'єктів, структури і методів практичного використання в земельпорядкуванні. Усе це, на наш погляд, слугуватиме якомога швидшому розв'язанню цієї важливої задачі.

Виходячи з теорії побудови і функціонування складних систем і їхньої автоматизації, **САЗПР – це організаційно-технічна система, що складається з комплексу засобів автоматизованого проектування, яка взаємопов'язана з підрозділами проектною організацією і виконує проектування в автоматизованому режимі на ЕОМ.**

САЗПР призначена для скорочення термінів, зменшення трудомісткості, підвищення продуктивності і поліпшення якості проектно-дослідницьких робіт у землевпорядкуванні за рахунок автоматизації виробничих процесів, використання методів різноманітного проектування на основі моделювання, розв'язання оптимізаційних задач, типізації й уніфікації проектних рішень та засобів проектування.

У проектних землевпорядних організаціях САЗПР може реалізовуватися на базі ПК або їхніх локальних мереж і набору необхідних периферійних пристроїв (дигітайзерів, плотерів, сканерів тощо). Первинним елементом цієї системи є автоматизоване робоче місце (АРМ) проектувальника-землевпорядника. Таким чином, до складу САЗПР входять:

- комплекс технічних засобів на базі ЕОМ;
- комплекс методів проектування і програмних продуктів, об'єднаних у технології розв'язання конкретних проектних задач;
- банк даних (БД), що містить інформацію для розробки проектів і типізовану (уніфіковану) систему вихідної інформації (документації);
- система організації і послідовності виконання проектних робіт.

Основна *мета* САЗПР полягає у вирішенні питань організації раціонального використання й охорони земель на якісно вищому рівні, із застосуванням таких технологій одержання, обробки й оптимізації інформації, що дозволяють підвищити оперативність, поліпшити якість і знизити трудомісткість прийнятих рішень за рахунок автоматизації процесів проектування.

Об'єктом автоматизації є процеси землевпорядного проектування, збору, нагромадження та обробки даних, обґрунтування проектних рішень, формування проектної документації.

САЗПР призначена для забезпечення наукової організації праці в проектно-дослідницьких організаціях із землевпорядкування, для безпосередньої автоматизації попередніх проектних розрахунків, складання проектів територіального

землевпорядкування і робочих проектів, а також для здійснення авторського нагляду й контролю за освоєнням проектів, аналізу можливих наслідків прийнятих рішень.

На етапі розробки і практичного створення САЗПР важливо не допустити надмірної розпливчастості системи, переходу її в суміжні сфери, що не мають прямих зв'язків з раціональним використанням земель, тобто підміни об'єкта проектування. Становить небезпеку і не виправдане звуження її функцій, що може призвести до неповного обліку природних та економічних умов і факторів виробництва, а в остаточному підсумку – до помилкових рішень. Тому важливо правильно установити систему взаємин і показників, що характеризують взаємозв'язки в ланці земля–виробництво–розселення–екологія, а також врахувати всі зв'язки САЗПР із суміжними або функціонально пов'язаними автоматизованими системами більш високого порядку.

Як відомо, проекти землевпорядкування являють собою сукупність текстових і графічних документів, що регламентують постійно змінний процес територіальної організації виробництва, раціонального використання й охорони земель. Тому землевпорядне проектування є не одноразовою або періодичною дією, а безперервним процесом розробки, удосконалення і здійснення проектів. Отже, САЗПР повинна розроблятися як постійно діюча й автоматизована система, що розвивається, нерозривно пов'язана із загальною системою державного регулювання процесу організації землеволодіння і землекористування.

Процес землевпорядного проектування дуже складний, тут доводиться враховувати чимало альтернативних рішень, а також кількісних і якісних (не піддаються кількісній оцінці) взаємозв'язків. Тому САЗПР повинна будуватися за типом людино-машинних систем. Неформальна частина процесу підготовки інформації і прийняття рішень має здійснюватися безпосередньо кваліфікованими фахівцями, а формальна (збір, нагромадження, збереження, відновлення і передача інформації, розрахункові операції) – комп'ютерними програмами з використанням відповідних технічних засобів.

1.2. Призначення та функції САЗПР

Розробка проектів землепорядкування – лише одна з функцій землепорядної служби, до яких також належать:

- ведення державного земельного кадастру, моніторингу й оцінки земель як інформаційної основи для ухвалення рішення щодо управління земельними ресурсами;
- одержання й відновлення планово-картографічного матеріалу, проведення спеціальних обстежень і вишукувань для потреб землепорядкування і земельного кадастру;
- проведення топографо-геодезичних робіт для потреб землепорядкування і земельного кадастру;
- планування і прогнозування використання земель;
- розробка і здійснення державних (регіональних) програм щодо використання й охорони земель;
- організація раціонального використання й охорони земель на основі проектів землепорядкування;
- реалізація функцій правового й економічного механізмів регулювання земельних відносин;
- здійснення державного контролю за використанням і охороною земель.

Цілком очевидно, що ефективність роботи землепорядної служби країни і створення у її рамках автоматизованих систем буде тим вищою, чим тісніше вони будуть інтегровані для розв'язання перелічених вище задач.

Загальна логіка розвитку економічної реформи припускає відмову від централізованого планування виробництва і громадського життя. Проте й у нових умовах зберігається потреба у вивченні і прогнозуванні соціально-економічних процесів і явищ, а також у розробці на цій основі комплексних програм для досягнення тих або інших загальнодержавних цільових настанов. Повною мірою це стосується вивчення земельних ресурсів, земельного кадастру, планування, регулювання землекористувань і землепорядкування.

У зв'язку з виникненням великої кількості нових земельних власників і користувачів істотного значення

набуває така функція землевпорядної служби, як ведення державного земельного кадастру, насамперед здійснення реєстрації землевласників і землекористувачів, а також забезпечення їх доброякісним планово-картографічним матеріалом.

Через різке погіршення екологічної ситуації в землекористуванні необхідний також постійний контроль за якісним станом і використанням земель.

В умовах приватної власності на землю та ринкової економіки значно зростає значення правового й економічного механізмів регулювання земельних відносин. Тому перед землевпорядною службою країни виникає нова за змістом функція розробки конкретних пропозицій щодо використання економічних важелів і стимулів (нормативів оплати за землю, системи цін, податків, пільг), оцінки наслідків їх впровадження.

У зв'язку зі зміною економічної ситуації принциповим чином повинно перебудовуватися і землевпорядкування. Ці зміни пов'язані з розширенням обсягів і підвищенням вимог до землеустрою на державному, регіональному та місцевому рівнях.

У нових умовах проекти територіального землеустрою повинні трансформуватися в інструмент раціоналізації землеволодіння і землекористування і набути значно більшого екологічного, природоохоронного й ресурсощадного значення, а їхня реалізація в цій частині повинна одержати прямий зв'язок з економічними важелями і стимулами в рамках правового й економічного механізмів регулювання земельних відносин.

Істотне розширення функцій землевпорядної служби вимагає створення різних автоматизованих систем, взаємозалежних між собою (по горизонталі), що мають багаторівневу структуру (по вертикалі) і відкритих не тільки для внутрішніх користувачів, а й для зовнішніх стандартних і нестандартних запитів.

До них належать автоматизовані системи:

- одержання та обробки топографо-геодезичної інформації (АСОТГІ);

- одержання та обробки аерофотогеодезичної інформації (АСОАФГІ);
- обробки картографічних даних (АСОКД);
- земельного кадастру (АСЗК);
- планових землевпорядних розрахунків (АСПЗР);
- землевпорядного проектування (САЗПР).

Такий розподіл деякою мірою є умовним, тому що деякі системи (наприклад, АСОКД) можуть входити як підсистеми в інші структури (наприклад, АСЗК). Однак їх основне функціональне призначення, показане на рис. 1.1., робить їх досить автономними. Зокрема, АСТГІ та АСАФГІ призначені для одержання зведень аерофотогеодезичними і наземними методами з використанням електронних тахеометрів супутникових систем, дигітайзерів, сканерів, традиційних методів і засобів. На її базі в результаті одержання метричної і семантичної інформації про об'єкти створюється банк топографо-геодезичних даних.

АСКД використовується для цифрового перетворення картофотографічних матеріалів і створення цифрових моделей місцевості (ЦММ), використання створених або наявних в інших системах ЦММ для складання карт, їхнього тиражування і графічного редагування.

АСЗК акумулює зведення щодо кількісних і якісних характеристик земельних ділянок і призначена для ведення обліку земель, реєстрації землеволодінь і землекористувань, проведення бонітування ґрунтів, оцінки земель, контролю за використанням земель та інформаційного обслуговування державних органів з метою застосування методів правового регулювання земельних відносин, економічних важелів і стимулів раціонального використання земель.

АСПЗР призначена для розв'язання задач прогнозування і планування використання й охорони земель, розробки цільових державних і регіональних програм у сфері землеволодіння і землекористування, впровадження економічного механізму регулювання земельних відносин, забезпечення інформацією стандартних і нестандартних запитів.

Що стосується САЗПР, то це основна система розв'язання земельпорядних задач; вона використовується для проведення робіт з територіального землеустрою, робочого проектування, авторського нагляду за здійсненням проектів.

Аналіз інформаційно-логічних зв'язків між перерахованими підсистемами, а також зміст земельпорядних робіт в умовах нового господарського механізму дозволяє побудувати об'єктно-функціональну модель суперсистеми «Управління земельними ресурсами України» і визначити місце САЗПР у її структурі рис. 1.1. [7].



Рис. 1.1. САЗПР в об'єктно-функціональній структурі автоматизованих систем державного управління земельними ресурсами

З огляду на сучасний характер організації проектно-пошукових робіт із землеустрою і їхньої перспективи, створення САЗПР доцільно здійснювати на обласних рівнях – у відповідних проектних інститутах (філіях).

1.3. Програмне забезпечення автоматизації землевпорядного проектування

Програмним продуктом (ПП) прийнято називати функціонально закінчений програмний комплекс, що поставляється як промисловий виріб. Як показує аналіз сучасного стану ринку таких продуктів, придатних для використання в САЗПР, вони істотно відрізняються за призначенням, потужністю, сервісними функціями, надійністю, закладеними в них концептуальними рішеннями [7].

Програмні продукти, призначені для роботи з просторовими даними, становлять сьогодні досить різноманітний і такий, що постійно розширюється, сегмент комп'ютерного ринку програмного забезпечення, в якому можна виділити:

- векторизатори растрових зображень;
- пакети обробки даних інженерно-геодезичних розвідок та інженерного проектування;
- програмні засоби обробки даних дистанційного зондування;
- пакети просторового аналізу і моделювання;
- довідково-картографічні системи;
- ГІС-в'юери;
- інструментальні ГІС (ГІС-пакети).

Векторизатори растрових зображень – це програмні засоби для виконання растрово-векторного перетворення (векторизації) просторових даних. Цей клас продуктів пов'язаний зі створенням цифрових карт, у тому числі й для геоінформаційних систем, на основі відсканованих растрових зображень. Серед порівняно недорогих і досить ефективних

векторизаторів відзначимо пакети *Easy Trace* (*Easy Trace Group*, Росія) і *MapEdit* (АТ «Резидент», Росія), а також пакет *Digitals*, розроблений у державному науково-виробничому підприємстві «Геосистема» (м. Вінниця, Україна).

Пакети обробки даних інженерно-геодезичних розвідок та інженерного проектування призначені для автоматизації обробки даних інструментальної геодезичної зйомки місцевості і інженерного проектування в житловому, промисловому й транспортному будівництві та є специфічним напрямом у геоінформатиці, який називають геоінженерною інформатикою. Серед програмних пакетів цієї групи назвемо продукти фірми *Autodesk*, світового лідера в розробці систем автоматизованого проектування (САПР/*CAD*), програмні пакети *Autodesk Survey*, *Autodesk Land Desktop*, *Autodesk Civil Design*, створені на платформі пакета *AutoCAD*; також основані на програмній платформі *AutoCAD* програмні комплекси *GEO+CAD* і *GeoniCS*, розроблені в Україні (компанія «ГЕОКАД», АТ «Аркада» і НПП «Геоніка», м. Київ), програмні пакети *CREDO* (фірми «Кредо Діалог», Білорусь) та ін.

Програмні засоби обробки даних дистанційного зондування – це пакети обробки зображень, забезпечені залежно від ціни різним математичним апаратом, що дозволяє проводити операції зі сканованими або записаними в цифровій формі знімками поверхні Землі. Це досить широкий набір операцій, починаючи зі всіх видів корекції (оптичної, геометричної), через географічне прив'язування знімків аж до обробки стереопар з видачею результату у вигляді актуалізованого топоплану. Найвідоміші представники: *ERDAS Imagine* (США), *ER Mapper* (Австралія), серія продуктів *Intergraph* (США) і *TNT Mips* (США).

До групи *пакетів просторового аналізу і моделювання* можна зарахувати програмні пакети, призначені для реалізації певного, звичайно тематичного, набору процедур аналізу просторових даних. Це, передусім, пакети геостатистичного аналізу і моделювання – такі як *Surfer*

(США), *Gstat* (Нідерланди), *GST* (Росія) та ін., і пакети картографічної алгебри – такі як *Map Analysis Package*, *MAP* і його модифікації (США). Віднесення до цієї групи пакетів прикладних програм, що просторово реалізують гідрологічні, гідрогеологічні, екологічні та інші конкретні завдання, як це іноді робиться, є некоректним.

Довідково-картографічні системи – це закриті щодо формату й адаптації оболонки і бази даних програмно-інформаційні комплекси, які містять механізми запитів до картографічної і атрибутивної інформації і засоби її відображення. Користувач, як правило, позбавлений можливості зміни також і даних. До цього класу належать так звані електронні, або цифрові, карти великих міст, наприклад, Києва, Одеси, Харкова, Москви, окремих країн, а також цифрові атласи окремих країн або світу (*Цифровий атлас України*, *Digital Chart of the World, New Millennium* та ін.).

ГІС-в'юери (від англ. *viewer* – переглядач; пишеться також «в'ювер») – це порівняно недорогі пакети з обмеженою можливістю редагування даних, призначені в основному для візуалізації і виконання запитів до баз даних, у тому числі й графічних, підготовлених у середовищі інструментальних ГІС. Як правило, усі розробники повнофункціональних інструментальних ГІС пропонують і ГІС-в'юери: *ArcReader*, *ArcExplorer* (ESRI, США), *WinCAT* (Simens Nixdorf, Німеччина) та ін [38, с. 213].

Загалом основне прикладне програмне забезпечення можна подати у вигляді табл. 1.1.

Програмні продукти, що можуть застосовуватися для розв'язання задач землевпорядкування, умовно можна поділити на різні інструментальні пакети, що використовуються і не використовуються для розв'язання таких задач. Залежно від функціональних можливостей, а також повноти їхньої реалізації всі продукти, що належать до першої групи, можна поділити на кілька рівнів.

Таблиця 1.1

Прикладне програмне забезпечення

Назва	Призначення
<i>CREDO DAT</i>	автоматизована обробка даних геодезичних вимірювань
<i>CREDO Transform</i>	автоматизоване зшивання растрових частин зображень
<i>RGS</i>	автоматизована обробка геодезичних вимірювань
<i>AutoCad Map</i>	автоматизований програмний комплекс для роботи з векторними зображеннями
<i>Geonics</i>	автоматизований прикладний пакет <i>AutoCad</i> для створення цифрових карт, планування, проектування і розв'язування інженерних задач
<i>Digitals</i>	автоматизований програмний комплекс для створення цифрових карт місцевості та обробка аеро- та космічних знімків
<i>ArcGis</i>	автоматизований програмний комплекс для створення та проектування геоінформаційних систем
<i>MapInfo</i>	автоматизований програмний комплекс для створення та проектування цифрових карт і планів
<i>Zulu</i>	програмний комплекс для проектування та розв'язання інженерних задач на мережах різних типів і рівнів
«Земля»	автоматизований програмний комплекс для формування земельно-кадастрової звітності
ГІС «Геопроект»	система для опрацювання геодезичних вимірювань та оформлення технічної та інших типів документацій
ГІС «Карта 2000»	програмний комплекс для розв'язування геоінформаційних задач

Перший рівень складають ПП, основним призначенням яких є створення систем автоматизованого проектування. Найбільш розповсюдженими є *AutoCAD* фірми *AutoDesk*, *CAD+GEO*, *Credo*. У ранніх версіях *AutoCAD* під час написання складних програм на *AutoLISP*¹ доводилося зіштовхуватися з проблемами, зумовленими обмеженнями за швидкістю і ємністю оперативної пам'яті ПК.

В останніх версіях *AutoCAD* багато проблем знято, однак необхідно враховувати, що цей пакет призначений головним чином для розв'язання задач САПР, а не є базовим інструментальним засобом для формування автоматизованої технології землевпорядкування. Водночас з тим він може бути успішно використаний як один з елементів системи, введений у загальну технологічну схему землевпорядних робіт.

До *другого рівня* можна зарахувати програмні засоби, які крім основної функції САПР, мають додаткові можливості, наприклад, розв'язання рішення окремих картографо-землевпорядних задач і створення нескладних геоінформаційних систем. Продукти цього рівня містять у складі свого середовища систему управління базами даних (СУБД) і забезпечують встановлення взаємозв'язків між графічними образами і їх семантичними описами. До них можна зарахувати, зокрема, пакет *CADdy*, програмний комплекс *Кадастр Південь*, розроблений ФКЦ «Земля», *Object Land*, *Геополіс*.

На *третьому рівні* розташовуються програмні продукти, що надають розгорнуті засоби для створення повномасштабних геоінформаційних систем, мають необхідний вбудований математичний апарат для багатофункціональної обробки зображень і встановлення твердих взаємозв'язків між інформацією із семантичних і графічних баз даних. До цих продуктів належать *Arc/Info*, *ArcView* за версією 3.5, *MapInfo*, *GeoMedia Professional*.

¹ *AutoLISP* — вбудована в *AutoCAD* мова програмування. В *AutoCAD* 2000 також вбудовані мови програмування *Visual LISP* и *Visual Basic*.

Досить широко розповсюдженим засобом для створення геоінформаційних систем, розв'язання задач автоматизованого картографування і землевпорядного проектування є *Arc/Info* – програмний продукт, розроблений в американському Інституті досліджень систем навколишнього середовища (*ESRI*). На відміну від *CADDy*, ця система цілком орієнтована на розв'язання широкого кола задач, пов'язаних з географічними дослідженнями.

Серія інтегрованих модулів, що складають *Arc/Info*, забезпечує оцифрування карт, обмін даними в різних форматах, роботу з реляційною базою даних, накладення карт, їхній показ на екрані, топологічне структурування даних, створення таблиць сполучених характеристик, формування різноманітних запитів, інтерактивне графічне редагування, пошук об'єктів за їхніми адресами та аналіз лінійних мереж типу комунікаційних з розв'язанням оптимізаційних задач, виведення карт у вигляді твердих копій, наявність модулів топологічної обробки. До недоліків системи належать порівняно невисока швидкість графічної обробки і певна закритість для користувача.

Цікавим прикладом сполучення технологій САПР і ГІС є програмний продукт *ArcCAD*, який можна розглядати як систему *AutoCAD*, цілком інтегровану з *Arc/Info* і створеними в її форматі продуктами, що забезпечує наявність таких функціональних можливостей, як редагування растрових зображень, моделювання поверхонь, накладення полігонів, створення буферних зон тощо.

До четвертого рівня належать ПП, що характеризуються наявністю могутніх засобів як для створення ГІС і обробки картографічного матеріалу, так і для побудови цілком автоматизованої технологічної лінії – від обробки вихідного картографо-геодезичного матеріалу до підготовки оригіналу. До них належать продукти *MGE* фірми *Intergraph*, сучасні комплекси фірм *ESRI* і *Erdas-ArcInfo 8.0* і вище і *Erdas Imaging*.

Одним із найбільш відомих і могутніх програмно-технічних комплексів, призначених для роботи з геогра-

фічною інформацією та обробки картографічного зображення, є лінія *MGE* і програмних засобів обробки даних дистанційного зондування (ДДЗ) фірми *Intergraph*. Ця система має великий перелік функцій і можливостей для введення, збереження, обробки, аналізу, інтерпретації і моделювання різної просторово-локалізованої і атрибутивної інформації, що наведена на всіляких картах, космічних і аерофотознімках тощо.

У середовищі програмних продуктів *Intergraph* можна побудувати свою систему високого ступеня складності, що забезпечує різні прикладні функції для роботи з графічним зображенням, обробки й аналізу картографічного матеріалу (включаючи топологічний і логічний аналіз даних), введення і збереження інформації в базах даних, побудови тривимірних моделей, введення у свої технології готових або розроблених користувачами модулів тематичного моделювання, створення необхідних інтерфейсів.

Наведений поділ програмних продуктів на чотири рівні досить умовний, і різні фахівці одній і тій самій системі можуть дати різну оцінку. Головним є факт якісних розбіжностей між рівнями: програмні засоби першого рівня не мають ніяких спеціальних функцій ГІС; другого рівня – мають їхній мінімальний набір; третього – широкий набір, але з поруч обмеженнями з використання (наприклад, певна закритість системи); ПП четвертого рівня мають повний набір спеціальних функцій ГІС і є найбільш могутнім інструментальним засобом для створення ГІС різної орієнтації і побудови автоматизованих технологічних ліній обробки інформації.

Таким чином, програмні засоби першої групи не вирішують у повному обсязі задачі землевпорядкування, а ПП другої групи, маючи чітко виражену прикладну орієнтацію, менш вимогливі до апаратури і системного програмного забезпечення, простіші в освоєнні і використанні, ніж пакети третьої і четвертої груп. Здебільшого ПП першої групи розроблялися для розв'язання цілком конкретних задач з урахуванням специфіки предметної області.

Аналіз ПП другої групи також показує, що, незважаючи на їхнє широке застосування в науці і виробництві, здатність автоматизувати окремі задачі й етапи в землевпорядкуванні, поки неможливо створити таку автоматизовану систему, яка б забезпечила комплексне і взаємопов'язане розв'язання задач землевпорядкування, пов'язаних між собою на інформаційно-змістовому рівні.

Подібна система повинна бути орієнтована на інтегровану обробку багатоаспектної графічної інформації про землю і нерозривно пов'язаних з нею атрибутивних даних. Нині САЗПР, яка відповідає поставленим вимогам, у цілісному виді ще не створена, але існують різні за складністю і функціональним призначенням системи автоматизованої обробки й інтерпретації геодезичних, картографічних, ґрунтових, геоботанічних, оцінних та інших даних, необхідних для розв'язання землевпорядних задач. Ці системи побудовані на використанні певних математичних (економіко-математичних, оптимізаційних) моделей. Основу відповідних програмних комплексів (ПК), як правило, складає бібліотека програм, кожна з яких призначена для виконання конкретної функції, а безліч взаємозалежних за заданими правилами програм забезпечує комплексне розв'язання окремої задачі. Подібні ПК створюються як зі зворотним зв'язком, так і на основі застосування жорстко фіксованої схеми задачі.

Під час обробки й інтерпретації інформації, яку використовують для розв'язання землевпорядних задач, досі застосовують лише логіко-математичні процедури, побудовані на використанні детермінованих математичних моделей перетворення даних і фіксованої логіки, а це означає, що автоматизації підлягають тільки окремі етапи обробки, аналізу, інтерпретації або моделювання даних, що мають суто обчислювальний характер. Водночас необхідність в одержанні найбільш об'єктивної інформації в умовах її дефіциту й обмежень, властивих фіксованим алгоритмам, вимагає якісно інших рішень і програмних засобів.

Аналізуючи сучасні вітчизняні розробки, можна відзначити такі їхні характерні риси:

- велика частина вітчизняних програмних продуктів перебуває в стадії постійного удосконалення;
- нерідкі випадки, коли здійснюється адаптація програмних засобів, розроблених для цілей і задач, відмінних від землевпорядкування; у подібних продуктах відсутня низка функцій, необхідних для розв'язання землевпорядних задач (наприклад, обчислення площ позамасштабних лінійних і вкраплених контурів, логічне накладення окремих тематичних шарів і формування інтегрованого шару при роботі з електронними картами);
- програмні засоби повинні забезпечувати висновок відповідно до заданих форм вихідних документів; з часом вони можуть змінюватися, але, оскільки під час розробки ПП (наприклад, у модулі генератора звітів) це часто не враховують, будь-які коректування можливі тільки за допомогою розроблювача;
- частина інформації, що вводиться, визначається існуючими нормативними актами, класифікаторами тощо. Тому багато програмних продуктів для полегшення роботи користувача пропонують вводити такі дані з використанням системи довідників, які нерідко бувають жорстко зашиті в тіло програми, і тому всі зміни (введення нових даних, вилучення і редагування існуючих) знов-таки можливі тільки за участі розроблювача;
- деякі ПП є вузькоспеціалізованими (наприклад, призначені для векторизації растра), і розроблювачі далеко не завжди вказують програмні засоби, в яких можуть використовуватися отримані результати без необхідності проведення додаткових розробок;
- низка ПП має обмеження, що пов'язані з принциповими рішеннями розробників щодо форматів подання даних, з відмовою від концепції багат шарової організації інформації і пов'язаних з цим можливостей (зі створення топологічних оверлеїв і т.п.).

Таким чином, незважаючи на велику кількість програмно-технічних засобів (реалізованих як на базі використання різних інструментальних пакетів, ГІС-оболонок тощо, так і без їхньої участі), які використовуються у землевпорядкуванні, зараз відсутні приклади створення комплексних автоматизованих систем, що забезпечують взаємопов'язане розв'язання численних і різнопланових землевпорядних задач. На різних етапах обробки інформації, як правило, використовуються ПП різного походження, що створює масу незручностей і здорожчує систему. Виняток становлять рідкі випадки, коли як базовий засіб використовують могутні інструментальні системи типу *Arc/Info*.

Розробка конкретного варіанта САЗПР тісно пов'язана зі складом задач, які передбачається розв'язувати з її допомогою. Вимоги й обмеження існуючих автоматизованих технологій багато в чому диктують вибір конфігурації програмно-технічних засобів (інструментальних пакетів для обробки графічних зображень, систем управління базами даних, інтелектуальних систем тощо). Кожен із таких засобів є лише одним із локальних елементів необхідної системи автоматизованого проектування з обмеженими можливостями і специфічними особливостями, які використовуються для програмних оболонок. Для забезпечення взаємодії між усіма цими елементами доводиться розробляти спеціальні механізми, умови, інтерфейси взаємодії однієї задачі з іншими, враховувати можливості подальшого збільшення функціональних можливостей і потужності програмного забезпечення, яке створюється.

З цього випливає, що побудова системи автоматизованого землевпорядного проектування вимагає вирішення таких завдань:

- розробка мети, визначення об'єктів, структури і функцій САЗПР;
- розробка концепції САЗПР як теоретичної основи її створення;
- визначення вимог до проектування елементів САЗПР, що впливають з її концептуальних положень;

- уточнення складу, призначення, функціональних особливостей елементів САЗПР на основі теоретичних положень і з урахуванням особливостей сільськогосподарського виробництва;
- формування узагальненої блок-схеми САЗПР;
- практична реалізація САЗПР у рамках діючої землевпорядної служби.

Питання для самоконтролю

1. Що таке система автоматизованого землевпорядного проектування (САЗПР)?
2. Які причини впровадження засобів автоматизації в практику землевпорядкування?
3. У чому полягає актуальність створення САЗПР?
4. Що є об'єктом автоматизації в землевпорядкуванні?
5. Для яких цілей призначена САЗПР?
6. Які виробничі задачі у сфері землевпорядкування дозволить розв'язати впровадження САЗПР?
7. Які функції САЗПР?
10. Визначити місце САЗПР у загальній об'єктно-функціональній структурі автоматизованих систем управління земельними ресурсами.
11. Що таке програмний продукт автоматизації землевпорядного проектування (АЗПР)?
12. Назвати програмні засоби, призначені для роботи з просторовими даними.
13. Які програмні продукти можуть використовуватись для розв'язання землевпорядних задач?
14. Назвати проблемні аспекти використання програмно-технічних засобів при автоматизації землевпорядного проектування.

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ, СТРУКТУРА І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

2.1. Функціональна структура САЗПР

У процесі обґрунтування створення і побудови САЗПР виникає необхідність розподілу її на складові частини, що мають відносну самостійність і відіграють різну роль у вирішенні поставлених перед нею завдань, тобто визначення її структури. Така система повинна мати розгалужену структуру і містити технологічні комплекси, що переробляють великі обсяги інформації. Для неї також характерне безперервне ускладнення, розвиток технологічних процесів, які використовуються.

Відповідно до теорії систем розподіл САЗПР на складові частини (підсистеми) дозволяє відповідним чином організувати і роботи з її створення, тобто диференціювати процес розробки системи і впровадження окремих її елементів як за часом, так і за розробниками. Найважливішою вимогою при цьому є забезпечення системного підходу до розв'язання загальної задачі.

Відповідно до методології системного аналізу будь-яка складна система може розглядатися, структуруватися і моделюватися на декількох рівнях – елементів, структур, функцій і результатів. Під час створення САЗПР необхідно враховувати можливість виділення різноманітних структур на всіх цих рівнях. На першому етапі її створення найважливіше виділення функціональної і забезпечувальної частин системи, з розподілом кожної з них на підсистеми нижнього рівня.

Під **функціональною структурою САЗПР** варто розуміти сукупність взаємозалежних підсистем, блоків і комплексів задач, які виділяються відповідно до функцій, які виконує система та її окремі елементи.

На першому етапі функціонального структурування САЗПР в основу виділення підсистем доцільно покласти об'єктно-функціональний принцип, які дозволяє розділити систему на відносно відокремлені складові частини, які поєднують у собі різні види землевпорядного проектування, що мають свої специфічні об'єкти, терміни і стадійність проектування, характер вихідних проектних документів або проектних робіт, що забезпечують планування і контроль за здійсненням проектів.

Архітектура САЗПР – це загальна логічна організація автоматизованих землевпорядних систем, що визначає процес обробки й інтерпретації даних (включаючи засіб їхнього кодування, збереження, актуалізації і візуалізації), а також склад, призначення, принципи взаємодії технічних засобів і програмного забезпечення.

Такий підхід можна представити у вигляді генералізованої інформаційно-логічної моделі (рис. 2.1), відповідно до якої автоматизація планування й організації землевпорядних робіт повинна передувати автоматизації проектних робіт із землевпорядкування.

До функцій підсистеми планування й організації землевпорядних робіт входять:

- ведення бази нормативних даних (розцінок на проектні і пошукові роботи тощо) з планування землевпорядних дій;
- збір відомостей про наявність матеріалів різних обстежень і вишукувань за районами, землевласниками і землекористувачами;
- реєстрація даних у потребі проектних і дослідницьких робіт на основі комплексних програм раціонального використання земель і заявок зацікавлених підприємств;
- складання оптимальних планів і графіків землевпорядних робіт;
- виконання автоматизованих розрахунків з планування кількості, фонду зарплати й матеріального

забезпечення проектних інститутів, їхніх філій і відділів [7].



Рис. 2.1. Генералізована інформаційно-логічна модель функціональної структури САЗПП

2.2. Класифікація засобів забезпечення САЗПР

Для забезпечення комплексності, збалансованості й ефективності прийнятих рішень у процесі розробки проектів і схем землевпорядкування, їхнього здійснення й авторського нагляду САЗПР повинна мати засоби методичного, інформаційного, математичного, технічного й організаційного забезпечення (рис. 2.2).

Апаратне забезпечення САЗПР (апаратні засоби, апаратура, технічні засоби) – це технічне устаткування автоматизованої системи землевпорядного проектування, тобто власне комп'ютер та інші механічні, магнітні, електричні, електронні й оптичні периферійні пристрої або аналогічні прилади, які працюють під керуванням ЕОМ або автономно, а також будь-які пристрої, необхідні для функціонування САЗПР.

Загальна організація взаємозв'язку елементів апаратного забезпечення називається **архітектурою**, сукупність функціональних частин – **конфігурацією** системи. У плануванні архітектури САЗПР і виборі конфігурації апаратного забезпечення слід орієнтуватися на характер виконуваних завдань, вимоги програмного забезпечення, методи обробки й обсяги даних, що циркулюють у системі даних.

Апаратно-програмне забезпечення САЗПР (програмно-апаратне забезпечення) – це сукупність апаратного забезпечення і програмного забезпечення систем автоматизованого землевпорядного проектування. Серед засобів забезпечення САЗПР можна виділити відповідні бази даних, засоби введення-виведення інформації, програмні засоби підготовки текстової і графічної інформації, текстові і графічні редактори, пакети прикладних програм для розв'язання окремих землевпорядних задач. Крім того, окремі масиви інформації, які містяться в базі даних, самі по собі вимагають застосування відповідних економіко-статистичних і економіко-математичних методів планування, програмування й оцінки показників, що передбачає наявність відповідного програмного забезпечення.

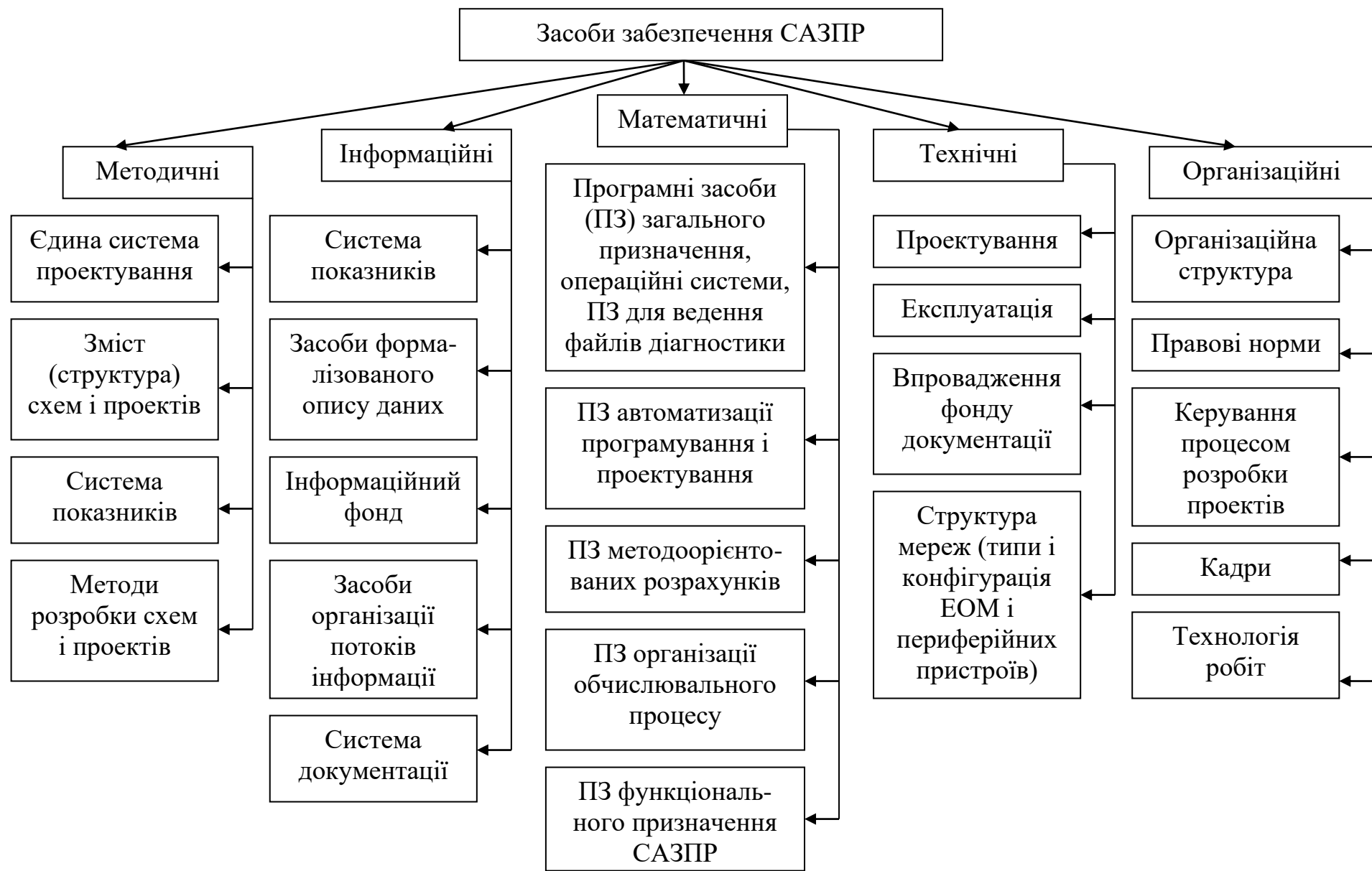


Рис. 2.2. Класифікація засобів забезпечення САЗПР

Засоби забезпечення розробляють для системи в цілому, її функціональних підсистем, блоків і комплексів задач, а також для окремих задач.

До складу документації повинні входити також інструкції й методики для роботи із секретними матеріалами.

Для впровадження засобів забезпечення САЗПР повинні бути розроблені технології (методи) одержання проектних рішень з охорони і раціонального використання земельних ресурсів на основі тісної методологічної, інформаційної й організаційної ув'язки комплексів задач, які розв'язуються на ПК і традиційними способами. На цій базі своєю чергою, повинні бути створені технологічні схеми проведення розрахунків на ПК.

Засоби забезпечення САЗПР повинні відповідати таким вимогам:

- оперативність, варіантність, дотримання встановлених термінів, надійність і точність розв'язання поставлених задач;
- удосконалення технології обробки інформації, узгодженість забезпечувальних засобів різних підсистем;
- економічне використання ресурсів і забезпечувальних засобів системи.

Система автоматизованого землевпорядного проектування реалізується через АРМ землевпорядника-проектувальника, які створюються на базі персональних комп'ютерів з периферійними пристроями або локальними мережами ПК. На практиці під автоматизованим робочим місцем землевпорядника звичайно розуміють набір апаратних засобів, що разом з геоінформаційними системами, автоматизованими інформаційними системами, програмно-методичними комплексами (ПМК) забезпечують автоматизоване розв'язання задач одного або декількох взаємозалежних технологічних процесів [7].

Автоматизоване робоче місце землевпорядника (АРМЗ) – це індивідуальний комплекс апаратних і програмних засобів, до якого входять: персональний комп'ютер або робоча станція, сканер, графопобудовник та

інші периферійні пристрої, засоби програмної обробки даних, базове програмне забезпечення машинної графіки, набір пакетів прикладних програм відповідної орієнтації, призначений для автоматизації професійної праці фахівця-землевпорядника при веденні державного земельного кадастру, моніторингу земель і землевпорядкування, що функціонує в складі локальної або територіальної мережі або в автономному режимі.

В основу конструювання АРМ покладено такі основні принципи:

- максимальна орієнтація на користувача, що досягається створенням інструментальних засобів адаптації АРМ до рівня підготовки користувача, можливостей його навчання і самонавчання;
- проблемна орієнтація АРМ на виконання певного класу завдань, об'єднаних загальною технологією обробки інформації, єдністю режимів роботи й експлуатації;
- формалізація професійних знань, тобто можливість за допомогою АРМ самостійно автоматизувати нові функції і виконувати нові завдання в процесі нагромадження досвіду роботи із системою;
- модульна побудова, що забезпечує сполучення АРМ з іншими елементами системи обробки інформації, а також модифікацію і нарощування можливостей АРМ без переривання його функціонування;
- ергономічність, тобто створення для користувача комфортних умов праці і дружнього інтерфейсу спілкування із системою.

Структурно АРМ охоплює *функціональну* і *забезпечувальну* частини.

Функціональна частина визначає зміст конкретного АРМ і включає опис сукупності взаємопов'язаних завдань, що відображають особливості автоматизованих функцій діяльності користувача. В основі розробки функціонального забезпечення є вимоги користувача до АРМ і його функціональна специфікація, що містить опис: ввідної і вихідної інформації, засобів і методів досягнення інформації,

достовірності і якості інформації, застосовуваних носіїв, інтерфейсів зв'язку. Сюди ж належать описи засобів захисту від несанкціонованого доступу, відновлення системи в збійних ситуаціях, управління в нестандартних ситуаціях.

Забезпечувальна частина передбачає традиційні види забезпечення: інформаційне, програмне, технічне, технологічне, лінгвістичне тощо. Інформаційне забезпечення описує організацію інформаційної бази, регламентує інформаційні зв'язки, зумовлює склад і зміст усієї системи інформаційного відображення.

Програмне забезпечення (ПЗ) АРМ підрозділяється на загальне і функціональне. Загальне ПЗ поставляється в комплекті з персональним комп'ютером (ПК) і охоплює операційні системи, прикладні програми, що розширюють можливості операційних систем, програмні засоби діалогу тощо. Загальне ПЗ призначене для управління роботою процесора, організації доступу до пам'яті, периферійних пристроїв, запуску й управління процесором, виконання прикладних програм, забезпечення виконання програм на мовах високого рівня.

Функціональне ПЗ призначене для автоматизації вирішення функціональних завдань, містить універсальні програми і функціональні пакети. У проектуванні цих програмних засобів необхідно дотримуватись принципів орієнтації розробки на конкретного користувача.

Технічне забезпечення АРМ є комплексом технічних засобів обробки інформації на базі ПК, що призначений для автоматизації функцій фахівця у сфері його професійних інтересів.

Технологічне забезпечення АРМ призначене для організації технологічного процесу використання АРМ стосовно комплексу виконуваних завдань, що відповідають функціям фахівця.

Технологічний процес є сукупністю функціональних робіт, що охоплюють забезпечення введення, контролю, редагування і маніпулювання даними, нагромадження, зберігання, пошуку, захисту, отримання вихідних документів.

У зв'язку з тим, що користувач, як правило, належить до певного колективу і виконує в ньому певну роботу, необхідно передбачити технологічну взаємодію виконавців під час виконання завдань, забезпечити умови спільної роботи фахівців. Ці положення повинні відображатися у кваліфікаційних вимогах і посадових інструкціях користувачів АРМ [41].

2.3. Концепція створення САЗПР

Концепція системи автоматизованого землевпорядного проектування є теоретичною основою її створення та передбачає як загальні положення, характерні для будь-яких аналогічних напрямків діяльності, так і часткові, специфічні для даної сукупності задач.

До загальних положень можна зарахувати наступні:

- система та її елементи – предмети наукового дослідження, що існують об'єктивно, незалежно від нашої свідомості і ставлення до них;
- будь-яка система – елемент системи вищого порядку;
- весь процес проектування може бути представлений як послідовність етапів, пов'язаних з розв'язанням конкретної задачі; кожен етап реалізується в окремому елементі системи;
- теорія і методи розв'язання прикладних задач, доведені до рівня математичних алгоритмів і формалізованих правил (однозначно описують послідовність, логічні зв'язки і способи розв'язання, взаємодії різних технологічних процесів та інформаційних потоків тощо), реалізуються в комплексах програмно-технічних засобів у відповідних конфігураціях, поєднаних у мережі різного рівня складності;
- розроблювана система ієрархічна в тому сенсі, що проектувальник виконує в ній функціональні, інтуїтивні й інтелектуальні перетворення на верхніх

рівнях, а ЕОМ розв'язує задачі проектування на нижніх рівнях;

- систему варто проектувати з обліком комунікативних і кібернетичних функцій, виконуваних безпосередньо людиною і машиною в процесі розв'язання задач проектування;
- теорія і методи САЗПР є розвитком і продовженням теорії і методів розв'язання землепорядних задач традиційними методами.

Досвід створення систем автоматизованого проектування свідчить про те, що вони відрізняються достатньою складністю, повинні перебувати в постійному розвитку і бути відкритими (тобто передбачати можливість постійного використання інформації, її обміну між користувачами), а також орієнтованими на одержання оптимальних управлінських рішень.

Зазначені положення конкретизуються в низці концепцій (вимог) стосовно побудови системи автоматизованого землепорядного проектування.

Концепція комплексності рішення. Розглядаючи проблему створення системи автоматизованого землепорядного проектування із системних позицій, ми виходимо з того, що всі задачі землепорядкування взаємозалежні, тому вони повинні бути об'єднані в технологічний процес з жорстко формалізованими зв'язками і відносинами.

Принцип системності полягає в комплексному аналізі об'єктів проектування, на основі якого повинна бути проведена повна структуризація процесу проектування з єдиних позицій, що дозволяє організувати наскрізний цикл проектування, знаходити раціональний розподіл функцій між підрозділами, а також вирішувати питання, що регламентують режим підготовки, оформлення, проходження і випуску технічної документації в умовах землепорядного виробництва. В основі цієї концепції лежить дослідження системи автоматизованого проектування, спрямоване на пошук механізмів цілісності всієї системи, виділення складових елементів і виявлення зв'язків між ними.

Системний підхід дозволяє провести загальну оптимізацію проектування, розробку й експлуатацію автоматизованої системи, а також забезпечує програмне розв'язання проблемної задачі проектування (як у кожній частині, так і з урахуванням цілого).

Відомі принципи системного підходу, що застосовуються до проектування і створення САЗПР, можна сформулювати в такий спосіб:

- САЗПР є системою ієрархічного типу, тобто кожна підсистема або елемент можуть розглядатися як самостійна система із заздальгідь визначеною послідовністю функціонування і способами передачі та збереження даних;
- ця система має структурність, тобто може бути описана за допомогою комунікаційних зв'язків між елементами;
- загальний опис системи може бути складений на основі результатів математичного моделювання;
- формалізація властивостей системи здійснюється на основі аналізу і знання її частин;
- система, що складається з оптимально спроектованих окремих частин, не є в загальному випадку оптимальною; її необхідно оптимізувати як єдиний об'єкт того або іншого цільового призначення;
- кожен елемент системи повинний оптимізуватися за критерієм, що відображає ціль оптимізації (наприклад, одержання оптимального варіанта проекту);
- САЗПР оптимізується в умовах кількісно визначених обмежень на оптимізовані параметри.

Використання системного підходу дозволяє враховувати чинники, які впливають на процес створення САЗПР, взаємозв'язок цих чинників, вибрати вид, способи визначення, кількість, рівень складності, форми представлення математичних моделей тощо.

Принцип удосконалювання і безперервного розвитку передбачає модернізацію сформованих методів і прийомів землевпорядного проектування відповідно до нових можливостей і підходів. При розробці САЗПР повинна

забезпечуватися сумісність ручного й автоматизованого режимів проектування.

Дотримання цього принципу передбачає також необхідність організації системи у вигляді послідовності взаємозалежних етапів розробки і впровадження окремих її елементів шляхом нарощування її функціональних можливостей. САЗПР – це відкрита система, що розвивається, у якій досвід розробника поступово формалізується і трансформується в алгоритми, реалізовані на ЕОМ.

Принцип єдності інформаційної бази вимагає нагромадження інформації, що одноманітно характеризує об'єкти проектування. В усіх компонентах САЗПР повинні використовуватися терміни, символи, умовні позначення і способи подання інформації відповідно до нормативних документів. Цей принцип диктує також безумовну погодженість інформаційних потоків, які адресуються в САЗПР, у рамках усіх наявних у країні інформаційно-обчислювальних та інформаційно-довідкових систем, що стосуються земельних ресурсів, тісну координацію розвитку за вдосконалення суміжних функціональних систем і їхніх підсистем.

Концепція інваріантності полягає в тому, що кожен елемент системи повинен мати змогу функціонувати як у рамках системи, так і поза нею, забезпечуючи ефективні рішення в різних умовах його використання. Під час розробки елементів повинні бути враховані всі зв'язки й умови, що накладаються системою на її частини для успішного функціонування, а також можливість самостійного застосування окремих елементів у різних сполученнях. Такий підхід дозволяє істотно підвищити гнучкість системи й розширити сферу її застосування.

Принцип інваріантності забезпечує організаційне ув'язування задач, розв'язуваних на різних етапах розробки проектних пропозицій, а також відповідних пакетів прикладних програм.

Компоненти САЗПР повинні бути за можливості універсальними і типовими, тобто інваріантними стосовно об'єктів проектування.

Принцип погодженості пропускних здібностей передбачає використання всіх ресурсів системи з урахуванням об'ємно-тимчасових характеристик програмних і технічних засобів і продуктивності праці персоналу, а також погодженість у роботі технічних засобів САЗПР та інших систем.

Принцип оперативності взаємодії вимагає обліку людино-машинного характеру системи, можливості колективного доступу до неї, створення контрольованої системи, її захисту від несанкціонованого доступу.

Концепція розбивки і локальної оптимізації. Система автоматизованого землевпорядного проектування структурно являє собою сукупність підсистем, що забезпечують автоматизацію процесів:

- підготовки, введення і збереження вихідної інформації;
- обміну інформацією між задачами;
- моделювання;
- розв'язання проектної задачі і поєднаних з нею задач;
- визначення вартісних і нормативних характеристик;
- інтерпретації отриманих результатів;
- графічного відображення вхідних і вихідних даних;
- оцінки отриманого варіанта проекту тощо.

Кожна підсистема САЗПР призначена для розв'язання досить складних задач. Застосування концепції розбивки дозволяє звести їх до розв'язання більш простіших задач з урахуванням взаємозв'язків між ними. Принцип локальної оптимізації дає змогу поліпшувати параметри рішення в рамках кожної простої задачі й у підсумку всієї задачі загалом.

Концепція абстрагування. У створенні САЗПР велике значення має діапазон конкретних вимог і зовнішніх умов, у межах якого вона може працювати, тобто її універсальність і незалежність від особливостей та обмежень вихідної інформації, конфігурації технічних засобів, жорстко визначених вхідних і вихідних форм. Одним із засобів досягнення цієї мети є застосування принципу абстрагування; суть його в тому, що для кожної розв'язуваної задачі розробляються формальні математичні моделі, що відображають усі значущі зв'язки, відносини й основні

обмеження, і спеціальний математичний апарат, також оснований на фіксованій логіці і який дозволяє користувачу абстрагуватися від конкретних вимог.

Одним із засобів абстрагування є генералізація досліджуваних об'єктів і явищ – відкидання несуттєвих факторів, узагальнення кількісних і якісних характеристик об'єктів, їхня інтеграція й одержання значущих оцінок за основними напрямками ведення сільськогосподарського виробництва.

Для реалізації концепції абстрагування використовують конвертори вихідних даних, генератори звітів, систему ведення відкритих довідників, адаптацію програмного забезпечення до ПЕОМ різної конфігурації тощо.

Концепція модульності. Будь-який елемент САЗПР можна подати як сукупність блоків, що мають завершений характер і забезпечують виконання окремо взятої функції системи. Усі блоки є незалежними з погляду їхньої програмної реалізації, але об'єднані між собою послідовністю функціонування і способами обміну інформацією. Кожний із них може бути представлений сукупністю модулів, пов'язаних керуючою програмою й орієнтованих як на рішення примітивів, які часто зустрічаються, так і на логічно завершені підзадачі (які недоцільно представляти декількома модулями).

Графічну інтерпретацію концепції подано у вигляді графа (рис. 2.3). Вершинами $S_0, E_n, P_{lm}, P_{2k}, P_{nr}, B_{lmi}, B_{2kr}, B_{nrb}$ є керуючі програми системи (S_0), її елементів (E_n), підсистеми (P_{nr}) і блоків (B_{nrb}), які входять у підсистему n елемента p блоку b), які забезпечують послідовність функціонування й обмін інформацією. Вершина M являє собою керуючу програму, що формує необхідну комбінацію модулів (вершини M_z) для кожного блоку. Ребрами графа є інтерфейси системи.

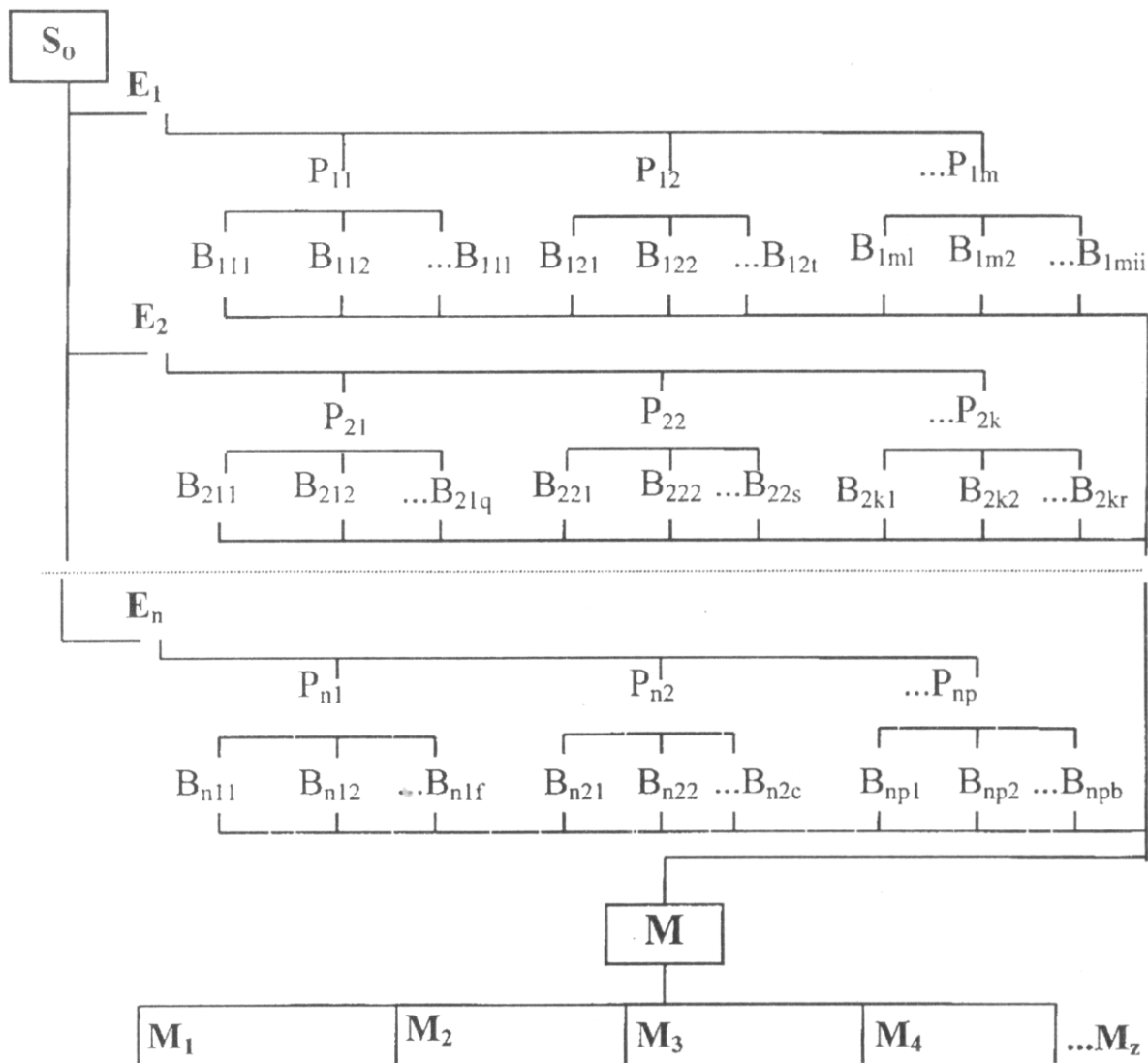


Рис. 2.3. Граф модульного представлення САЗПР

Концепція повторюваності. Сутність її полягає в можливості багаторазового використання тих самих даних у роботі різних елементів системи в різний час і у використанні накопиченого досвіду проектування, нормування й оцінки.

Практична реалізація цієї концепції зводиться до розробки елементів системи, що дозволяють:

- зберігати протягом заданого проміжку часу вихідну інформацію, варіанти рішення проектів і їхніх частин;
- знаходити в зовнішній пам'яті системи різні типові рішення;
- формулювати критерії оптимального рішення та вибирати за ними найкращий варіант;

- коректувати його відповідно до вихідних умов;
- виконувати економічну оцінку і нормування.

Особливу увагу в реалізації концепції варто звертати на формати даних, які використовують, що дозволить здійснювати обмін інформацією між елементами системи.

Концепція стандартів, що розвиваються. У проектуванні використовують різні обмеження й допуски, регламентовані численними нормативними актами і документами; деякі з них змінюються в заданому діапазоні і залежно від різних зовнішніх умов. Під час створення системи автоматизованого проектування нормативну базу варто розглядати не як щось постійне і незмінне, а як динамічно мінливу залежно від реальних умов. Такий підхід сприяє створенню елементів системи, що забезпечують:

- збереження нормативної бази і статистичної інформації;
- динамічну зміну існуючих норм на основі статистичних даних і реальних умов проектування;
- у разі зміни нормативів – прогнозування можливих подій, оцінку ймовірності їхніх наслідків; визначення доцільності зміни норм.

Концепція оцінки варіантів. Елемент системи E_n призначений для керування, розв'язання й аналізу результатів розв'язку задачі землевпорядкування. На рис. 2.4. подано узагальнену структурну схему елемента САЗПР «Оцінка варіантів».

Кожен елемент системи є замкнутим і складається з трьох підсистем, які забезпечують на рівні підзадач оптимізацію задачі, яка розв'язується відповідно до концепції розбивки і локальної оптимізації.

Припустимо, що $P(t) = \{P_1(t), P_2(t), P_3(t), \dots, P_n(t)\}$ – n -мірний вектор параметрів, який визначає бажаний результат розв'язання проблемної задачі. Оскільки $P_n(t)$ відомий не для всіх підзадач, то вектор $P(t)$ можна сформулювати на підставі наявних даних. При цьому він буде містити значення параметрів для деякого початкового розв'язку кожної підзадачі і визначати вплив, який задає $P(t)$. Тоді підсистема

управління проблемною задачею (УПЗ) сформує вектор параметрів $U(t)$ керуючого впливу:

$$U(t) = \{U_1(t), U_2(t), U_3(t), \dots, U_n(t)\}. \quad (1)$$

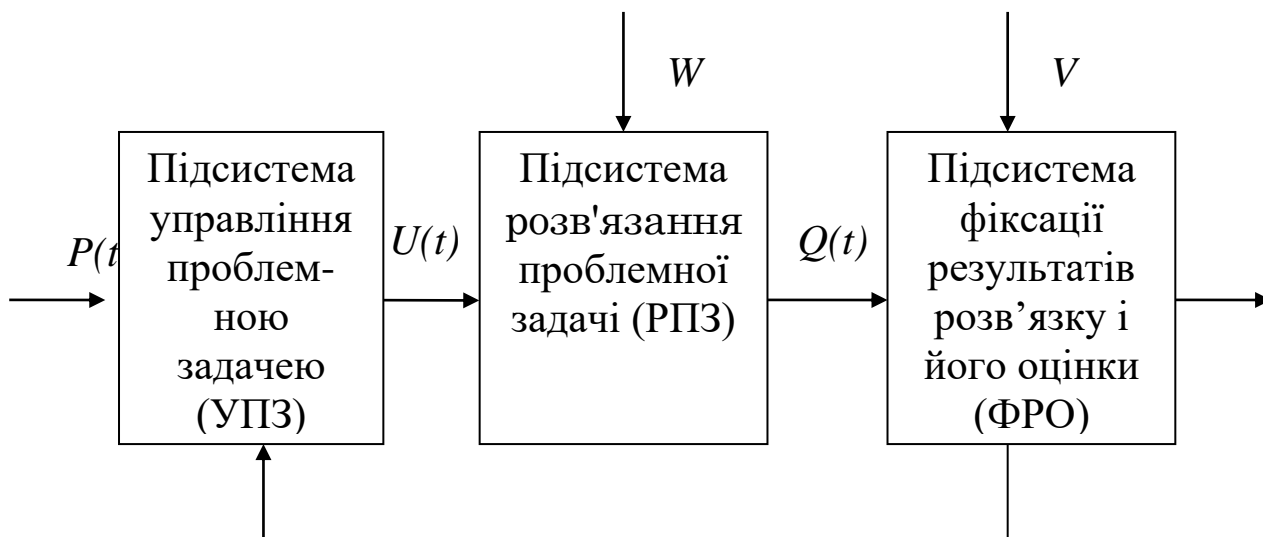


Рис. 2.4. Узагальнена структурна схема елемента автоматизованої підсистеми «Оцінка варіантів»

Він дозволить локально оптимізувати кожну підзадачу і вибрати найкращий розв'язок проблемної задачі (РПЗ).

На РПЗ крім $U(t)$ надходить також матриця W вихідної інформації, елементи якої не можуть бути змінені в процесі розв'язання задачі. У підсумку роботи РПЗ формується вектор $Q(t)$:

$$Q(t) = \{Q_1(t), Q_2(t), Q_3(t), \dots, Q_n(t)\}, \quad (2)$$

який містить параметри, що характеризують отриманий розв'язок щодо кожної з підзадач.

Функціями ФРО будуть фіксація отриманого в ході рішення результату й оцінка його на підставі вектора $Q(t)$ і матриці V , елементи якої містять необхідні нормативні й оцінні параметри, а також усі критерії локальної оптимізації. На виході цієї підсистеми формується вектор $Z(t)$, аналіз якого передає керування або наступний елемент, або повертає УПЗ,

де на основі отриманої інформації користувач скоригує вплив $P(t)$.

Таким чином, у ФРО за допомогою критеріїв і норм, зафіксованих у матриці V , оцінюється кожен варіант розв'язку проблемної задачі; автоматично змінюючи в УПЗ вхідні параметри, одержують необхідні варіанти розв'язку.

Концепція інтерактивності. Її сутність полягає в раціональному розподілі функцій між персоналом і системою автоматизованого проектування, в організації найбільш ефективного діалогу між ними. Одержання варіанта проекту, що відповідає заданим умовам, є творчим процесом, цю задачу неможливо цілком перекласти на ЕОМ. Тому виникає необхідність в організації оптимальної взаємодії людини і машини. Автоматизована система, яка розробляється, повинна бути пристосована до проектувальника, що виконує функції її користувача, забезпечувати йому гнучкий і оперативний зв'язок з ЕОМ і дозволяти вчасно впливати на процес розв'язання задачі.

Концепція реалізується в розробці діалогових підсистем, що дозволяють:

- оперативно перебудовувати стратегію розв'язку на основі отриманих результатів;
- вибирати альтернативний варіант розв'язку з безлічі можливих, реалізованих у системі;
- у будь-який час повертатися в деякі контрольні точки, переключатися на роботу з іншою підсистемою і т. д.;
- здійснювати пошук потрібної інформації і працювати з нею (редагувати, перетворювати, виводити тощо).

Концепція евристичності. Будь-яка інтерактивна система тим краща, чим простіший у ній діалог між користувачем і ЕОМ. Цього досягають за допомогою спеціально розробленого елемента системи, який пов'язаний з усіма розрахунковими елементами за допомогою інтерфейсів, що входять до складу діалогової підсистеми, і забезпечує моделювання окремих творчих функцій. Узагальнена схема цього елемента зображена на рис. 2.5.

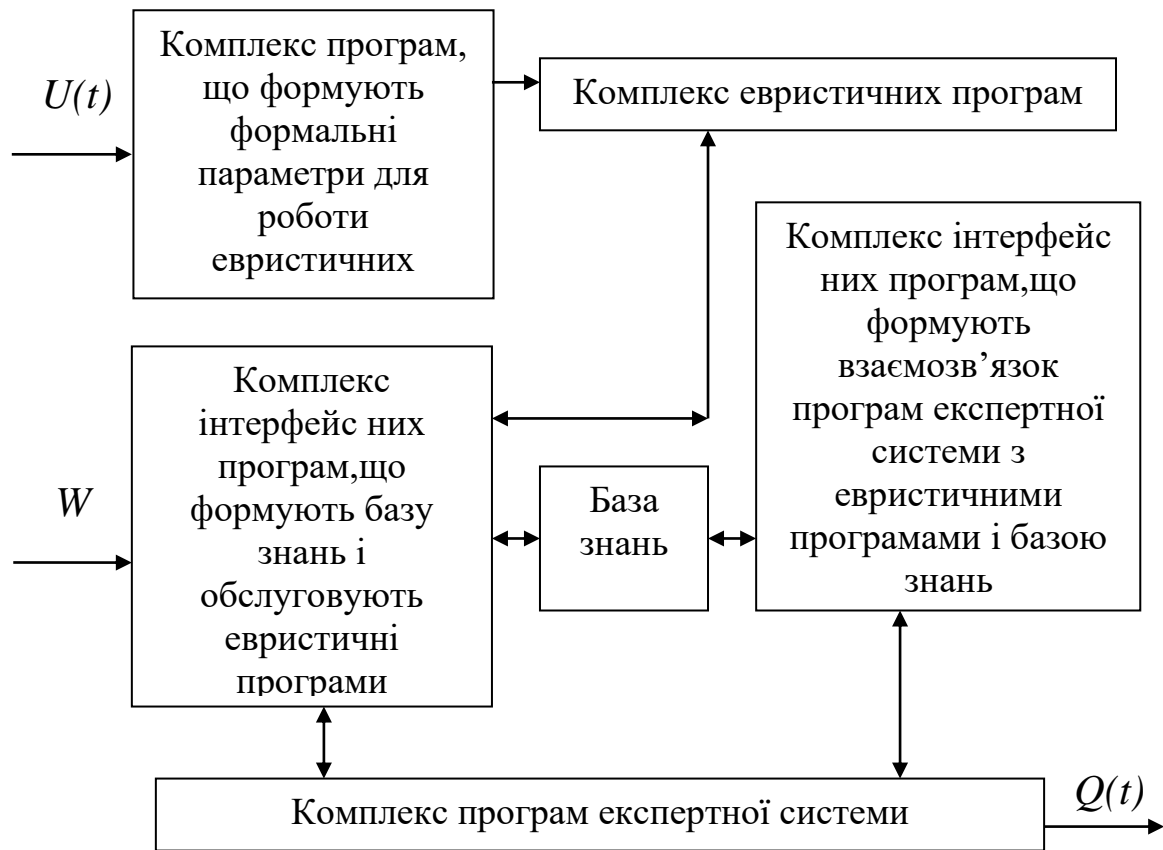


Рис. 2.5. Узагальнена схема елемента, що забезпечує інтелектуальні функції

Концепція евристичності реалізується у разі виникнення ситуації, коли необхідно прийняти рішення, яке раніше не було формалізоване і введене в програмні блоки системи. Вона зводиться до того, що програма розрахункового елемента системи передає керування елементам, який розглядається, і намагається змоделювати необхідне рішення. За проєктувальником залишається право погодитися на запропоноване рішення, відкоригувати його, забракувати (у цьому випадку система передає вектор $Z(t)$ з виходу підсистеми ФРО на вхід підсистеми УПЗ, після чого підсистема РПЗ виробляє новий варіант рішення) або змінити хід розв'язання задачі, вибравши альтернативний ланцюжок керування. Використання так званого штучного інтелекту в автоматизованих системах, призначених для цілей

землевпорядкування, ґрунтується на базі знань і комплексах різних програм.

База знань створюється з урахуванням досвіду землевпорядника-проектувальника. У ній накопичуються інформація, знання про предмет і діяльність проектувальника, формуються правила, висновки і знання про організацію даних у системі та правила маніпулювання ними.

Комплекс евристичних програм моделює одну з творчих функцій, ґрунтуючись на досвіді землевпорядника-проектувальника й евристичних прийомах. Евристичний підхід не вимагає точного, однозначного і повного математичного опису. Для розв'язання задачі залучаються практичні прийоми і правила, якими керується проектувальник, і вони задаються лише приблизно. У розробці евристичних програм відпадає необхідність диференціації процесу автоматизації на елементарні логічні операції. Досвідчений проектувальник, використовуючи спеціальний формальний апарат евристичного характеру, оцінює ситуацію і враховує складні кореляційні зв'язки між об'єктами проектування.

Комплекс програм експертної системи дозволяє вибрати з декількох можливих евристичних рішень одне. Такі програми ґрунтуються на даних, що утримуються в базі знань і евристичних правил, що відповідають умовам задачі, яка розв'язується.

Комплекс інтерфейсних програм забезпечує обробку інформації з бази знань, використання її в евристичних і експертних програмах.

Концепція психофізіологічних особливостей користувача. Робота землевпорядника-проектувальника з автоматизованою системою землевпорядного проектування полягає в низці послідовних наближень, при яких безупинно перевіряється відповідність отриманих результатів поставленим вимогам. Процес проектування при цьому являє собою структуру із зворотним зв'язком.

Мета концепції – опис діяльності користувача в системі людина – машина, виявлення обмежень, що накладаються комплектом електронно-обчислювальних засобів і системним програмним забезпеченням на діяльність людини, а також встановлення вимог до вибору параметрів апаратури.

У проектуванні САЗПР необхідно враховувати антропометричні характеристики користувача, що визначають робочий простір і зони досяжності, показники сприйняття й обробки інформації людиною, показники моторних дій, рівень навченості, фізіологічні і психологічні потреби, індивідуальні якості. Усі ці характеристики впливають на ефективність системи і продуктивність праці персоналу. У теоретичному плані концепція базується на розробці критеріїв ефективності створюваної системи і математичних моделей діяльності людини, які враховують її психофізіологічні параметри, що призначені для створення єдиної схеми функціонування САЗПР.

Концепція відкритості полягає в тому, що будь-який елемент у процесі функціонування системи можна додавати, змінювати або знімати, і ці операції не повинні позначатися на стані системи в цілому або вимагати її перепроєктування.

Концепція надійності. Одним з основних показників роботи автоматизованої системи є надійність; її параметри закладаються в процесі концептуального відпрацювання і фізичної реалізації системи. Для цього потрібно вирішити питання, пов'язані з нормуванням надійності кожного елемента; забезпечити необхідний рівень надійності контрольною апробацією (тестуванням) системи в різних режимах її функціонування.

Щоб забезпечити необхідний рівень надійності САЗПР, необхідно провести:

- якісний і кількісний аналізи способів її досягнення;
- вибрати найефективніші методи й засоби для досягнення надійності всіх елементів системи;
- порівняти альтернативні варіанти і вибрати найкраще проектне рішення.

Визначити дійсні можливості і надійність автоматизованої системи, яка розробляється, можна тільки в ході експериментальної апробації і дослідно-виробничої експлуатації, після чого необхідно усунути всі виявлені недоліки.

Концепція клієнт-сервер. Архітектура клієнт-сервер дозволяє оптимально розподіляти обчислювальні ресурси мережі, щоб усі групи користувачів могли використовувати їх спільно. Основу технології клієнт-сервер складають:

- робочі станції (клієнти), через які користувачі звертаються до системи;
- загальні ресурси (сервери), що виконують спеціальні завдання за запитами пристроїв, яким потрібне обслуговування;
- мережі, що поєднують клієнтів і сервери;
- програмне забезпечення, що пов'язує три перераховані вище компоненти в єдину логічну архітектуру.

Запропонована загальна концепція створення САЗПР, що охоплює різні приватні концепції (принципи, вимоги), дозволяє розглядати її як єдину кібернетичну систему, що складається з організованої безлічі взаємодіючих і взаємозалежних елементів, об'єднаних у єдину логіко-математичну систему, призначену для розв'язання землевпорядних задач [7].

2.4. Структура та функції основних елементів САЗПР

Відповідно до основних принципів формування САЗПР і задач землевпорядного проектування її узагальнену блок-схему можна представити так (табл. 2.1 рис. 2.6).

Далі розглянемо призначення й функції окремих елементів системи.

Основні елементи САЗПР

Позначення	Найменування
<i>EA</i>	Діалогова система керування
<i>EM</i>	Система методологічної підтримки проектувальника
<i>EG</i>	Система введення і попередньої обробки вихідного планово-картографічного матеріалу
<i>ET</i>	Система введення атрибутивної інформації
<i>EP</i>	Система перетворення графічної й атрибутивної інформації
<i>EC</i>	Проектувальні системи (сукупність підсистем, що забезпечують розв'язання окремих проблемних задач землевпорядкування)
<i>EK</i>	Система автоматичної обробки й інтерпретації даних
<i>EH</i>	Система оцінки землі; система обліку й обробки кадастрових показників
<i>EO</i>	Система оцінки варіанта рішення
<i>ES</i>	Система нормативної оцінки
<i>EBG</i>	Автоматизований банк графічних даних
<i>EBT</i>	Автоматизований банк атрибутивних даних
<i>EBX</i>	Автоматизований банк даних типових рішень
<i>ER</i>	Система аналітичної обробки графіки і пов'язаних з нею параметрів
<i>EM</i>	Система тематичного картографування
<i>EZ</i>	Система запитально-довідкової служби
<i>EE</i>	Система моделювання окремих творчих функцій

Основною метою *діалогової системи* (елемент *EA*) є керування роботою САЗПР і спільне розв'язання слабоформалізованих задач проектування. При цьому виділяють інформаційну й операційну складову процесу взаємодії проектувальника і системи. У першому випадку програмами діалогу забезпечується розв'язання задач

інформаційного обміну, у другому – керування послідовністю обробки задач (ходом обчислювального процесу), підтримка методології проектування, закладеної в концепції функціонування САЗПР, та ін.

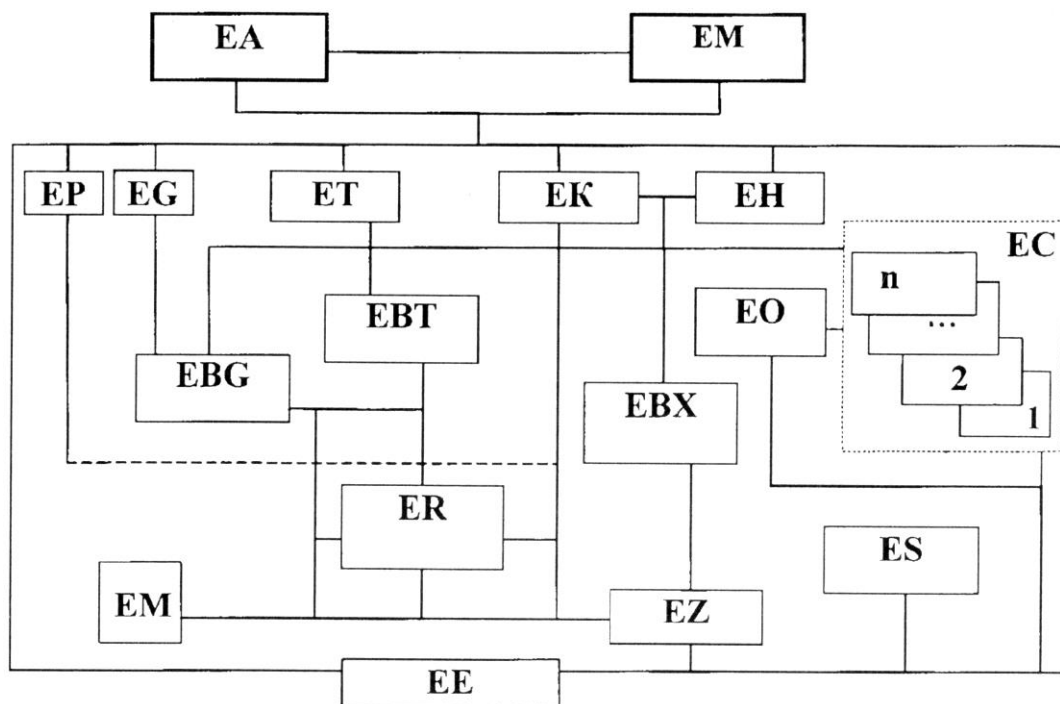


Рис. 2.6. Узагальнена блок-схема САЗПР

Інтерактивним (діалоговим) режимом роботи комп'ютерної програми називається її виконання, що передбачає постійну взаємодію людини й ЕОМ, обмін між ними серією запитів і відповідей. Тим самим забезпечується гнучке керування обчислювальним процесом. У цьому сенсі говорять також про *діалогову обробку* даних на ЕОМ.

Система методологічної підтримки (елемент *ЕМ*) являє собою сукупність компонентів програмного, інформаційного і методичного забезпечення, необхідних для виконання уніфікованих процедур обробки інформації і надання проектувальникові методологічної допомоги на всіх рівнях роботи із системою. Далі під методологічною допомогою ми будемо розуміти надання проектувальникові (через діалогову систему) такої інформації:

- типові рішення;
- статистичні дані про вагову значущість різних критеріїв і факторів, використовуваних у процесі проектування;

- методичні рекомендації у вигляді заздалегідь підготовлених запитань і підготовлених на них відповідей;
- наявний досвід розв'язання аналогічних проектних задач.

Розширену схему системи введення і попередньої обробки вихідного планово-картографічного матеріалу (елемент *EG*) подано на рис. 2.7.

Дані дистанційного зондування – це дані про поверхню Землі, об'єкти, розташовані на ній або в її надрах, отримані в процесі зйомок дистанційними (неконтактними) методами.

Система введення атрибутивної інформації (елемент *ET*), як випливає з її назви, покликана забезпечувати як пакетне, так і діалогове введення будь-яких параметричних даних, необхідних для розрахунку по одній або декількох програмах системи проектування (*ES_n*), а також введення семантичних описів, що завантажуються з графічних об'єктів або їхніх частин. Цей елемент являє собою бібліотеку програм, об'єднаних єдиним інтерфейсом, що забезпечує доступ до них як в інтерактивному режимі, так і на основі команд, що виробляються іншими програмами.

Функції *системи перетворення графічної й атрибутивної інформації* (елемент *EP*) полягають у тому, щоб забезпечити можливість введення даних, які підготовлені з використанням інших автоматизованих систем, у САЗПР для подальшої роботи з ними. Особливістю цієї системи на сучасному етапі є відсутність єдиного міжнародного формату обміну даними. Поки що існують угоди щодо вимог до передачі даних і їх синтаксису, існує декілька міжнародних стандартів для обміну графічною інформацією і досить широко описані формати найвідоміших СУБД. Таким чином, проблема вирішується на основі роздільного конвертування графічних і параметричних даних, внаслідок чого після передачі інформації може виникнути необхідність у повторному виконанні низки операцій. Розробляючи систему, необхідно прагнути до мінімізації всіх робіт, пов'язаних із

встановленням взаємно однозначних зв'язків між графічними елементами і відповідною атрибутивною інформацією.

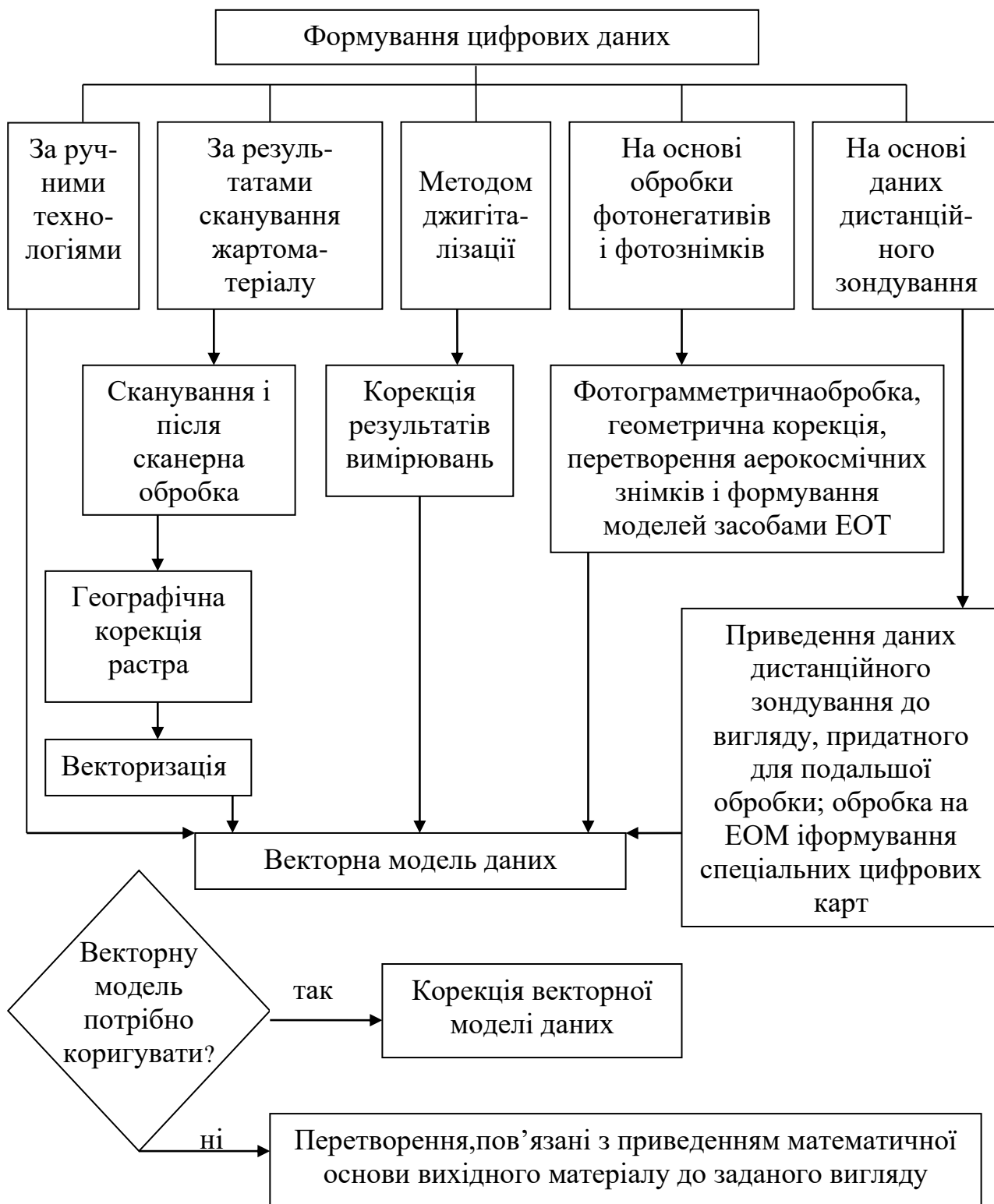


Рис. 2.7. Розширена схема системи введення і попередньої обробки вихідного планово-картографічного матеріалу

Проектувальні системи (елемент *ЕС*) – це сукупність підсистем, що забезпечують розв’язання окремих допроектних задач, задач територіального землеустрою, робочого проектування, обслуговування нестандартних запитів. Вони охоплюють:

- комплекси задач з проведення допроектних аналітичних розрахунків у діалоговому режимі (типу «що буде, якщо?»);
- конкретні проектні задачі, пов'язані з утворенням землеволодінь і землекористувань (визначення оптимальних розмірів господарств, розрахунки щодо обґрунтування кормової бази, балансу праці, землі, розміщення об'єктів виробничої і соціальної інфраструктури, обчислення й ув'язування площ); задачі землеустрою на місцевому рівні (розміщення виробничих підрозділів, господарських центрів, угідь і сівозмін, полів, робочих ділянок, доріг, лісосмуг тощо з розрахунковим інженерно-економічним і графічним проектуванням);
- задачі, що забезпечують розробку самостійних робочих проектів з окремих видів землевпорядних заходів (освоєння земель, докорінне поліпшення кормових угідь, меліорація, закладання багаторічних насаджень тощо).

До функцій усіх цих підсистем може не входити автоматизація підготовки того або іншого документа в повному його обсязі. Але кожна з підсистем за рахунок автоматизації окремих стадій і операцій проектування повинна забезпечувати підвищення якості й точності проектних рішень, ріст продуктивності праці проектувальників.

Специфічні функції в САЗПР виконує підсистема авторського нагляду за здійсненням проектів землевпорядкування. Вона є архівом усіх вихідних матеріалів щодо проектів різних видів і водночас використовується для надання допомоги землевласникам і землекористувачам в освоєнні проектів землевпорядкування (завдяки коректуванню окремих проектних рішень, проведенню різних

додаткових розрахунків та обґрунтувань). До її функцій можуть входити також передача даних і підтримка зв'язку з підсистемою контролю за станом і використанням земель, що входить в інформаційно-довідкову систему адміністративного району.

Система обліку й обробки кадастрових показників (елемент *ЕН*) містить просторово-локалізовану інформацію про стан земельних ресурсів на конкретних ділянках.

Система оцінки землі (входить в елемент *ЕН*) призначена для вирішення комплексу питань, що пов'язані з оцінкою землі з урахуванням її природних властивостей, наслідків антропогенного впливу, наявності елементів інфраструктури, попиту та пропозиції на ринку землі тощо.

Система оцінки варіантів рішення (елемент *ЕО*) виробляється на основі інформації з нормативної бази даних, бази даних типових рішень і аналізу досвіду проектувальника відповідно до концепцій стандартів, що розвиваються, та евристичності.

Система нормативної оцінки (елемент *ЕС*) є реалізацією концепції стандартів, що розвиваються, і орієнтована головним чином на роботу з іншими елементами системи (*ЕС*, *ЕО*, *ЕЕ* та ін.) при одержанні й оцінці варіанта проекту.

Системи автоматизованої обробки й інтерпретації даних (елемент *ЕК*), що застосовуються зараз у землевпорядкуванні, реалізують широкий набір процедур логіко-математичного перетворення геодезичних, картографічних, ґрунтових, геоботанічних, земельно-кадастрових, землевпорядних, оцінних та інших даних, що використовуються у розв'язанні землевпорядних задач. Усі вони побудовані на математичних моделях перетворення даних і формальній логіці. Відповідні алгоритми ґрунтуються на виборі графа обробки даних (визначеної послідовності програм з низки можливих альтернатив) і на підборі параметрів (для кожної програми в графі), що визначають конкретний варіант обчислювального процесу (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Схема процесу автоматизованої обробки й інтерпретації даних

У технології автоматизованої інтерпретації, що застосовується нині, автоматизації піддається лише визначений етап обробки. Усі інші процедури реалізуються фахівцями вручну. Кардинальне вирішення цієї проблеми пов'язане з розробкою систем, що функціонують на принципах штучного інтелекту (інтелектуальних пакетів обробних програм і експертних систем). Справа в тому, що процедури поглибленої обробки й інтерпретації даних, а також формування висновків, незіставні з обчислювальними операціями за жорстко заданою логікою. Вони є евристичними й успішно реалізуються тільки досвідченими,

висококваліфікованими фахівцями; тут нерідко потрібно знайти оптимальне рішення в умовах об'єктивного дефіциту інформації і знань про досліджуваний об'єкт, обмежених можливостей будь-якого програмного комплексу.

Зміст пакетів прикладних програм системи залежить від набору конкретних земельпорядних задач, розв'язуваних нею.

Автоматизовані банки даних графічної й атрибутивної інформації, типових рішень (елементи *ЕВГ*, *ЕВТ* і *ЕВХ*) являють собою систему математичних, програмних, інформаційних і лінгвістичних засобів, що забезпечують розв'язання задач нагромадження, збереження, обробки і надання інформації про графічні об'єкти і пов'язані з ними семантичні характеристики, параметри розрахунку, реалізацію окремих проектних рішень. У них накопичується інформація про фактичну результативність і ефективність найбільш типових земельпорядних заходів з метою наступного використання в конструктивних підсистемах САЗПР для планування, проектування й обґрунтування земельпорядних заходів у перспективі.

Інформація, збережена в автоматизованих банках, складається з баз даних, керованих відповідними СУБД, і містить довідкові дані, системи документації, класифікатори й кодифікатори, прогнози і плани, типові проектні рішення.

Кожна така база даних містить відомості про просторові об'єкти, включаючи їх позиційну і непозиційну (атрибутивну) складові, організовані за визначеними правилами, що стосуються їх опису, збереження і перетворення. При цьому позиційна частина даних звичайно організується і керується власними програмними засобами САЗПР, а атрибутивна – тією або іншою комерційною СУБД.

Під час формування баз даних реалізуються наступні принципи:

- інформаційної єдності, що передбачає використання єдиної системи класифікації, умовних позначень і символів, термінології і розмірності даних, проблемно-орієнтованих мов, способів представлення і кодування

- однорідної інформації, забезпечення унікальної ідентифікації об'єктів;
- надійності збереження інформації, що означає можливість її поновлення у разі руйнування і забезпечення адекватних реакцій на помилковий запит;
 - надмірності (контроль за обсягом збереженої інформації, повнотою вихідних даних, недопущення повторного введення інформації);
 - комплексності (регламентування інформаційних зв'язків між усіма задачами, що розв'язуються при обґрунтуванні проектів внутрішньогосподарського землевпорядкування, уніфікація форм і методів звертання до інформації);
 - динамічності і вірогідності використовуваних показників, допустимої точності їхнього визначення;
 - однорідності інформації (забезпечення унікальної ідентифікації даних);
 - прогресивності (забезпечення можливості розширення інформаційних масивів з урахуванням перспектив розвитку САЗПР);
 - переносимості (можливість зміни фізичної реалізації бази даних на конкретних машинах і носіях без зміни її логічної організації).

Особливе значення в рамках функціональної структури САЗПР має *автоматизований банк атрибутивних даних (підсистема спеціального інформаційно-нормативного забезпечення)*. По суті кажучи, цю підсистему варто розглядати швидше як забезпечувальну, тому що її головна функція – акумулювання, створення і ведення бази спеціальної інформації і нормативів, що не втримуються в стандартних компонентах інформаційного забезпечення, але необхідних для автоматизації проектування в головних функціональних підсистемах САЗПР і призначених в основному для внутрішнього використання.

Проте та обставина, що дана підсистема призначена для створення самостійного інформаційного продукту, що може

поставлятися і зовнішнім споживачам, робить доцільним її зарахування до числа функціональних підсистем САЗПР. Це дозволяє більш чітко вибудувати зв'язки всіх інших функціональних підсистем і уникнути помилок у визначенні їхніх функцій.

Обслуговування бази даних полягає в постійному її поповненні і коригуванні інформації. Періодичність цих операцій залежить від ступеня консервативності інформації, що міститься в ній.

Функції системи аналітичної обробки графіки і пов'язаних з нею параметрів (елемент *ER*) досить складні й різноманітні. Умовно їх можна звести до двох великих груп.

1. Розв'язання заздалегідь детермінованих задач, таких, як:

- визначення місця розташування об'єктів у географічних або прямокутних координатах;
- обчислення геометричних параметрів лінійних, площинних і позамасштабних об'єктів (величина кутів, довжини прямих і кривих об'єктів, периметри, площі тощо);
- обчислення обсягів різного роду (кількість опадів, що випадають на визначену територію, наявність запасів корисних копалин, об'єми льодовиків, котловин, озер, окремих підвищень і т. п.);
- одержання навігаційних даних (обчислення й відображення на екрані лінії положення ортодромії, локсодромії, курсу і т. д.);
- одержання нових характеристик за даними аналізу карти (густота річкової мережі, густота населення, середня довжина рік, кількість об'єктів заданої тематичної групи тощо);
- оцінка якості й точності введеної карти (контроль заданого масштабу, визначення помилок у положенні планових контурів, похибок у визначенні висот і т.д.);
- побудова похідних карт (карти ухилів, крутості схилів, експозицій тощо) на основі цифрових моделей рельєфу та ін.

2. Розв'язання просторових задач, що ґрунтується на обробці інтегрованої інформації, яку одержують у процесі логічного накладення шарів. Класичним прикладом задач цієї групи є обчислення площ сільськогосподарських угідь у розрізі землекористування (у разі віднесення кадастрової інформації і даних про земельні угіддя до різних шарів) з наступним складанням усього пакета необхідних документів. Зазначимо, що, як показує практика, саме таке роздільне збереження інформації є найбільш доцільним, тому що зміни, внесені в один шар, при цьому ніяк не торкаються іншого. Водночас логічне накладення шарів завжди дозволяє одержати об'єктивну картину розподілу угідь між землевласниками.

Система тематичного картографування (елемент *EM*) покликана забезпечити виведення на зовнішні пристрої графічних зображень, необхідних для інтерпретації виконаних розрахунків, а також одержання карт, землевпорядних схем, графіків, сформованих при одержанні варіанта проектного рішення і службових додатків до нього.

Система запитально-довідкової служби (елемент *EZ*) призначена для того, щоб з використанням можливостей обраних СУБД, а також відповідних інтерфейсних програм забезпечити можливість одержання інформації на основі:

- заздалегідь визначених запитів з використанням спеціальних меню;
- застосування генераторів звітів (для формування нових звітних таблиць);
- використання спеціальних мовних засобів (*SQL*-запити).

Підсистема автоматизації **нестандартних землевпорядних запитів** охоплює комплекс задач, пов'язаних з упровадженням нового правового й економічного механізму регулювання земельних відносин, прийняттям управлінських рішень, здійсненням природоохоронних заходів, а також з різними землевпорядними діями: перерозподілом земель, реорганізацією підприємств, формуванням цільових земельних фондів. До них належать,

зокрема, задачі з визначення цін на землю, диференціації земельного податку й орендної плати, економічного стимулювання раціонального землекористування тощо.

У системі моделювання творчих функцій (елемент *EE*) цілком реалізується концепція евристичності. Цей елемент використовується під час роботи з будь-якими елементами системи, коли шукане рішення лежить за межами формалізованих алгоритмів для даної задачі.

Експертні системи (ЕС) – це програми, що забезпечують переробку не тільки даних, але й знань. Основні блоки ЕС – база знань, механізм логічних рішень, банк даних та інтерфейси «Людина – ЕОМ». Знання можуть накопичуватися в базі знань у різних формах. Найбільше поширення має форма правил у вигляді відносин «Якщо-то». Інші форми представлення знань – семантичні мережі, фрейми, списки, предикатна логіка. Кожен запис у базі знань являє собою приватні зведення, отримані від експертів, з підручників, настанов для користувача й інших джерел.

Банк даних містить інформацію про поточний стан проблеми, що розв'язується. Він включає вихідні факти, знову похідні факти, що одержуються, дедуктивні ланцюги.

Механізм логічних рішень являє собою ланку, що поєднує базу знань і банк даних у процесі розв'язання поставленої задачі. Він охоплює процедуру інтерпретації правил, контрольні стратегії, план дій. У процесі розв'язання задачі відомості з бази знань порівнюються з фактами, що містяться в банку даних, причому порівняння виконується багаторазово з використанням проміжних результатів.

Велике значення в експертних системах надається двом принципам:

- рішення приймає людина, коли її знання і досвід перевершують можливості, закладені в програму;
- діалог між системою і користувачем повинен бути побудований таким чином, щоб користувач не тільки відповідав на питання системи, але й задавав їй

питання типу «чому?», «як?», «чому немає?», «що, якщо?..».

У проектуванні ЕС немає необхідності розробляти її цілком самостійно з усіма необхідними компонентами (пристроями логічного виведення, базою знань, компонентами придбання знань, пояснення і діалогу). Можна використовувати як «порожні» ЕС базові системи, такі як *All-TX*, *Expert*, *Emycin*, *Exsys*, *Guru*, *Zoops*, *Mycin* та ін.

Реалізація *технології автоматизованої інтерпретації*, що імітує діяльність висококваліфікованих фахівців, здійснюється у вигляді узагальненої розрахунково-логічної системи або системи розподіленого штучного інтелекту. Програмне забезпечення такої системи охоплює два компоненти:

- сукупність інтелектуальних комплексів обробних програм, призначених для розв'язання різних задач автоматизованої інтерпретації;
- набір експертних систем.

Інтелектуальні комплекси створюються на принципах функціонального програмування. Процедури обробки даних створюють у них базу знань, що реалізується у вигляді функціональної семантичної мережі, що представляє собою неорієнтований граф, налагоджений на обробку конкретних даних у момент реалізації обчислювального процесу. Це означає, що обробка даних під час розв'язання конкретних задач виконується не за твердими (як звичайно), а за самоналагоджувальними графами, що формуються автоматично, а в особливо складних випадках з участю фахівця, виходячи із заданих вимог, складу вихідних даних і низки умов, що перевіряються, та обмежень.

Експертні системи реалізують принципи поглибленої автоматизованої обробки даних і формування рішень на основі використання бази знань із застосуванням як теоретично обґрунтованих математичних процедур, так і формалізованих спеціальних знань з аналізу, узагальнення і формулювання висновків, які наявні у фахівців-експертів.

Відповідно до викладених підходів можна інтегрувати роботу САЗПР з усіма логічно пов'язаними з нею функціональними системами, здійснювати концептуальне й фізичне проектування окремих її елементів, будувати раціональні й уніфіковані моделі автоматизації окремих складових землевпорядкування і за рахунок цього домогтися усунення надмірності інформації не тільки в окремій підсистемі, а й у рамках усїєї системи, що дозволить радикально підвищити продуктивність праці проєктувальників і якість проєктів, які розробляються [7].

Таким чином буде зроблений реальний крок до створення єдиного інформаційного простору для всіх видів землевпорядних робіт, закладений фундамент для здійснення поетапного переходу на автоматизоване землевпорядне проектування, картографування і ведення державного земельного кадастру.

Питання для самоконтролю

1. Що таке функціональна структура системи автоматизованого землевпорядного проектування?
2. Назвати функції підсистеми планування й організації.
3. Що таке апаратне забезпечення системи автоматизованого землевпорядного проектування?
4. Яким вимогам повинні відповідати засоби забезпечення системи автоматизованого землевпорядного проектування?
5. Що включає в себе автоматизоване робоче місце?
6. Назвати принципи концепції комплексності рішення та концепції інваріантності.
7. Назвати основні елементи системи автоматизованого землевпорядного проектування.
8. Що таке автоматизовані банки даних?

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПРОЦЕСІ ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

3.1. Загальні уявлення про географічні інформаційні системи і технології

Створення автоматизованих систем у землевпорядкуванні неможливе без широкого використання географічних інформаційних систем (ГІС) – спеціалізованих комп'ютерних систем, що охоплюють набір технічних засобів, програмного забезпечення і визначених процедур, призначених для збору, збереження, обробки і відтворення великого обсягу графічних і текстових даних, що мають просторову прив'язку.

Запровадження такої форми організації, використання, перетворення й надання інформації, як ГІС є головною умовою раціонального використання і охорони землі, функціонування цивілізованого ринку землі, захисту прав власників і землекористувачів тощо.

Через застосування ГІС у землекористуванні відбуваються такі позитивні процеси: зростання ролі географічного знання, що дає змогу більш обґрунтовано приймати управлінські рішення за рахунок використання знань про просторову організацію різноманітних явищ. Але сьогодні ГІС застосовують лише окремі сільськогосподарські підприємства [24, с. 48].

У найбільш загальному розумінні, **географічні інформаційні системи**, або **геоінформаційні системи**, чи **ГІС**, – це інструменти для обробки просторової інформації. Ця інформація в основному прив'язана до відповідної частини земної поверхні і використовується для управління нею [17, с.8].

У найбільш загальному вигляді ГІС – це інформаційна система для збору, накопичення, аналізу і відображення різноманітних даних, які мають просторову складову.

ГІС вміщує дані про просторові об'єкти у формі їх цифрових уявлень (векторних, растрових та ін.), передбачає відповідний задачам набір функціональних операцій геоінформаційних технологій, підтримується програмним, апаратним, інформаційним, нормативно-правовим, кадровим і організаційним забезпеченням.

Будь-яка географічна інформаційна система складається з *апаратного комплексу, програмного комплексу і інформаційного блоку*. Водночас будь-яка геоінформаційна система забезпечує функції підтримки аналізу просторових даних. Процедури просторового аналізу і моделювання в ГІС реалізовані програмними засобами, тобто їх виконання є однією з функцій програмного комплексу ГІС. Однак з огляду на надзвичайно важливу роль аналітичних можливостей ГІС у виконанні ними їх функцій, а також широкий, але досить чітко окреслений арсенал цих можливостей, доцільним є виділення, принаймні у вивченні основ ГІС-технології, *блоку аналізу* як четвертого обов'язкового компонента геоінформаційних систем. Цілком виправданим є зарахування до складу компонентів ГІС і людей – розробників і користувачів, без яких неможливе існування решти компонентів як системи. У цьому випадку ГІС є вже п'ятикомпонентними системами [Світличний. ГІС].

ГІС-технології у світі дозволяють сьогодні розв'язувати різні задачі у всіх сферах діяльності людини, забезпечують прийняття *оптимальних* управлінських рішень на основі моделювання і картографування нашого світу, можуть працювати інтегровальний елемент корпоративних інформаційних систем.

Таким чином, **геоінформаційні системи** – це сучасні інформаційні технології для аналізу і картографування об'єктів реального світу та прийняття оптимальних управлінських рішень у галузях науки, освіти, техніки і економіки, які пов'язані із Землею (**ГЕО** – від грецької *gē* – Земля, частина складних слів, які означають: який стосується до Землі, до її вивчення; наприклад – **геодезія, геологія, гідрогеологія, геохімія** тощо).

Геоінформаційні технології є необхідною складовою всіх сучасних інформаційних систем, в яких є просторові дані. А все землекористування, сільське господарство, інформаційні системи агрокомплексу пов'язані із землею та просторовими даними. Тому використання **ГІС-технологій** у землевпорядкуванні, землекористуванні, сільському і водному господарстві, землеробстві, екології та охороні навколишнього природного середовища, службі охорони родючості ґрунтів і якості продукції, економіці природокористування на початку ХХІ століття вже одержало широкий та інтенсивний розвиток [30, с. 9].

Основа ГІС становлять електронні карти (плани) місцевості, які базуються на цифрових моделях рельєфу (ЦМР), що характеризують тривимірне розташування об'єктів у просторі. Зазначимо, що просторові дані використовуються в багатьох програмних продуктах, наприклад у системах автоматизованого проектування (*AutoCAD*, програма *Surfer*). Але тільки ГІС мають широкий спектр можливостей для забезпечення різноманітних управлінських рішень. Зокрема, вони дозволяють збирати нову інформацію та оновлювати вже наявні дані, маніпулювати накопиченою інформацією, робити просторовий і часовий її аналіз, моделювати і розміщувати різні об'єкти в просторі, а також видавати отримані результати як у комп'ютерному, так і в традиційному вигляді (у формі карт, таблиць, графіків).

Початок розвитку ГІС припадає на кінець 60-х років ХХ ст., але тільки в 90-ті роки ці системи набули значного поширення, що було зумовлено стрімким розвитком засобів обчислювальної техніки і зниженням її вартості, а також появою могутніх периферійних пристроїв введення, виведення та обробки інформації.

Типові компоненти ГІС наведено на рис. 3.1.

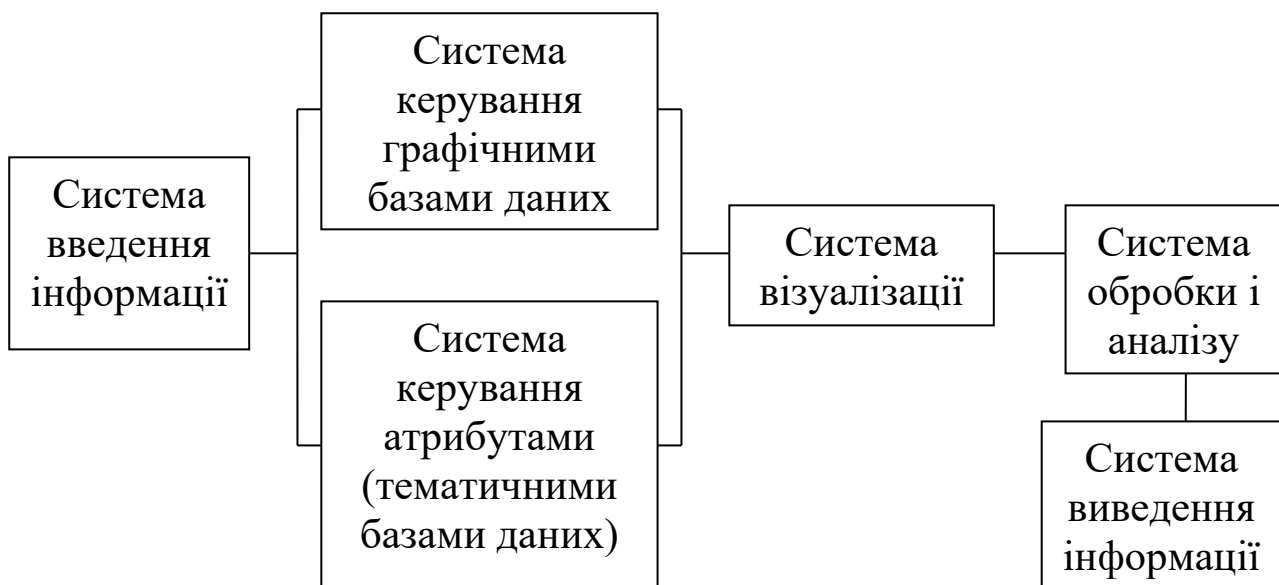


Рис. 3.1. Складові частини ГІС

Система введення даних містить у собі програмний блок, відповідальний за одержання інформації, і відповідні технічні засоби: дигітайзери (оцифровувачі); сканери, що зчитують зображення у вигляді растрової картинки; електронні геодезичні прилади (тахеометри, теодоліти, нівеліри); зовнішні комп'ютерні системи; користувальницькі засоби введення (клавіатура, миша, сенсорні екрани).

Будь-яка ГІС працює з двома типами баз даних – графічними й атрибутивними (тематичними).

У *графічній базі даних* зберігається графічна, або метрична, основа системи в оцифрованому вигляді – електронні карти. *Атрибутивна база даних* містить визначене навантаження карти і додаткові зведення, які належать до просторових даних, але не можуть бути прямо нанесені на карту (опис території або інформація, що містяться у звітах і довідниках). Обидва типи баз даних являють собою комп'ютерні файли особливого формату, для роботи з якими застосовують спеціальні програми – системи управління базами даних (СУБД). Вони дозволяють робити пошук, сортування, додавання і виправлення інформації, що утримується на машинних носіях.

Система візуалізації даних призначена для виведення на екран монітора карт, таблиць, схем та інших даних.

Система обробки й аналізу дозволяє відповідним чином групувати інформацію, робити її оцінку й аналізувати масиви даних.

Система виведення призначена для представлення різних даних у зручній для користувача формі. Технічні засоби цієї системи включають плотери (графопобудовники), принтери, мультимедіапроектори й інші пристрої, за допомогою яких можна виготовити текстові й графічні документи, а також наочно продемонструвати результати проведеної роботи.

Споконвічно ГІС були орієнтовані на прийняття управлінських рішень, пов'язаних з різними територіальними проблемами. Тому в країнах Європейського Союзу, США, Канаді ними оснащували насамперед муніципальну владу. В основному виконувалися завдання:

- картування місцевості;
- обліку нерухомості, складання реєстрів нерухомості (земельних ділянок, будинків, споруд) і її прив'язки до території з визначенням місця розташування;
- перспективного й оперативного планування розвитку міст і районів, окремих територіальних комплексів на основі розробки генеральних планів використання й охорони земель;
- вивчення стану природних ресурсів, екологічного стану території й еколого-економічної оцінки навколишнього природного середовища;
- одержання достовірної інформації про місце розташування й експлуатації доріг, інженерних мереж, комунального господарства, про природні запаси корисних копалин тощо;
- розміщення об'єктів виробничої і соціальної інфраструктури, проведення поточного ремонту будинків і споруд, розробки маршрутів і розкладу руху суспільного транспорту, оподатковування, планування інвестицій, розробки планів евакуації в надзвичайних ситуаціях;

- контролю за станом муніципального господарства, здійснення моніторингу земель, контролю систем енерго-, тепло-, водопостачання тощо.

Таким чином, ГІС не тільки відкривала доступ до даних адміністративного характеру (розподіл власності, відомості про податки і збори, наявність комунальних мереж), а й дозволяла сформувати єдину систему просторово погодженої інформації.

Сучасні ГІС можна розділити на три групи.

До першої групи належать особливо могутні системи відкритого типу, призначені для мережевого використання, які мають численні додатки. Відкритість системи забезпечує користувачеві можливість досить легко її пристосувати для розв'язання будь-яких додаткових задач, адаптувати до нових форматів даних, а також забезпечує зв'язок між різними додатками. У цій групі особливо виділяються ГІС фірми *Intergraph* і система *Frc/Info*. Вони містять блоки оцифрування картографічного матеріалу в різних режимах, підтримують велику кількість зовнішніх пристроїв, працюють у багатоканальному режимі, допускають настроювання меню, мають вбудовані мови програмування різного рівня складності, дозволяють писати користувальницькі додатки на мовах високого рівня, таких як *C++* і *Pascal*.

Другу групу складають також переважно відкриті системи, орієнтовані на великомасштабні додатки найчастіше в галузі геодезії; на її основі здійснюються різні виміри й обчислення, що забезпечують просторову прив'язку об'єктів до місцевості. Ці системи слабші в плані інтерфейсу користувача, можливостей введення інформації, але дешевші й ефективніші у розв'язанні конкретних задач. До них належать програми *ProCart*, *FinGis*, *Gradis*, *Grical/Grivis*, *System-9* та ін., які встановлюють на могутніх робочих станціях, оснащених необхідними периферійними пристроями.

До третьої групи входять ще менш потужні ГІС настільного типу на базі звичайних персональних комп'ютерів. Мережева підтримка в них відсутня або недостатня, бази даних обмежені за обсягом і швидкістю операцій. До ГІС цієї групи належать системи *MapInfo*, *WinGis*, *ArcView*, *AtlasGis*,

GeoGrafvi та ін. Вони призначені в основному для наукових, навчальних і довідково-інформаційних цілей, а також для підготовки даних для більших ГІС.

Розвиток систем автоматизованого земельного кадастру, різноманітних зйомок для обліку й оцінки землі і пов'язаної з нею нерухомості, систем автоматизованого керування й автоматизованого картографування (АК) призвів до появи спеціальних земельно-інформаційних систем (ЗІС, англ. *LIS*), що знаходять дуже широке застосування у проведенні землевпорядних робіт.

Організація використання ріллі як основного продуктивного земельного угіддя повинна будуватися на еколого-ландшафтній основі, використанні даних моніторингу і кадастру земель. Вирішення цих питань у сучасних умовах можливе за допомогою **економіко математичного моделювання** і **ЕОМ**, застосування технологій САПР, геоінформаційних і експертних систем. При цьому різко зростають значущість і обсяги вихідної й нормативної інформації, що дозволяє використовувати новітні комп'ютерні технології.

У світлі нових вимог особливо актуальне теоретичне і методичне забезпечення організації і впорядкування території сівозмін із застосуванням комп'ютерних технологій на базі графічного землевпорядного проектування.

Для землевпорядних досліджень ГІС має значення як система збору, передачі, збереження, аналізу, відображення і виведення інформації про території. Зокрема, технології САПР і ГІС дозволяють накопичувати і використовувати просторово скоординовану інформацію, пов'язану з конкретною територією, з метою землевпорядного проектування.

Необхідно зазначити, що розвиток сільського господарства ставить нові завдання у сфері організації використання земель. Так, у проектах землевпорядкування не вирішуються в повному обсязі питання використання матеріалів внутрішньогосподарської оцінки ріллі, відсутня методика створення й використання інформаційного забезпечення для САПР у землевпорядкуванні, недостатньо опрацьовані

принципи і методи формування земельпорядної САПР, не вдосконалені методичні основи виділення первинних територіальних ділянок на ріллі, відсутня методика визначення структури посівних площ на основі внутрішньогосподарської оцінки земель із застосуванням елементів САПР, немає методичних положень з розрахунку економічної ефективності застосування елементів САПР для організації використання ріллі і впорядкування її території.

Введення нового законодавства про землю, розмаїття форм володіння і користування землею, реорганізація сільськогосподарських підприємств вимагають розв'язання великого обсягу задач з організації території. У зв'язку з цим зросла потреба в удосконаленні теорії і методів земельпорядкування з використанням нових комп'ютерних технологій. Це одне з пріоритетних завдань земельпорядної науки й удосконалення технології земельпорядних робіт.

Найбільшою мірою названі цілі задовольняє концепція географічної інформаційної системи, що одержала назву «Глобальна база даних про природні ресурси Землі» (*DRID*).

Геоінформаційні системи поєднують у собі добре відпрацьовані технології реляційних СУБД і комп'ютерну графіку високого класу з метою керування інформацією, що описує земну поверхню. ГІС дозволяють обробляти різноманітні типи даних про об'єкти або характеристики земної поверхні – координати, форми, прив'язки (просторова інформація), описові дані і цифри (непросторова інформація). Усе розмаїття даних інтегрується в єдину логічну модель. Після цього інтерактивні інструменти забезпечують керування даними, їхнє коригування, створення запитів, аналіз і виведення результатів, тобто все необхідне для ведення і розуміння географічної і пов'язаної з нею інформації.

На підставі викладеного можна дати наступне визначення.

ГІС – це апаратно-програмні комплекси, що забезпечують збір, збереження, обробку, відображення і поширення просторово скоординованих даних та інших

відомостей, що стосуються до конкретної території, для ефективного використання у розв'язанні наукових і практичних задач, пов'язаних з інвентаризацією, аналізом, моделюванням, прогнозуванням і керуванням навколишнім середовищем, а також для пізнавальних цілей в галузі освіти.

У рамках програми Організації Об'єднаних Націй щодо навколишнього природного середовища (*UNEP*) було прийнято рішення про розвиток методу, що дозволяє звести всі розрізнені екологічні дані в єдину скоординовану систему, всередині якої можна встановити зв'язок між різними її компонентами, необхідними для проведення всебічної оцінки навколишнього середовища і прийняття науково обґрунтованих рішень. Нам необхідно використовувати досвід таких лідерів у цій сфері, як Канада, Норвегія, Великобританія, США і Швеція.

Сфера застосування ГІС дуже широка – керування природними ресурсами, сільське господарство, ландшафтне планування, системи інформації про землю (кадастри), навколишнє середовище і землекористування, екологія, аналіз надзвичайних ситуацій, використання неміських територій, статистика і моделювання, лісове господарство, бізнес, транспорт, індустрія туризму, міське планування, геологія, освіта, охорона здоров'я та ін.

Незалежно від моделюючого типу просторової інформації або кінцевої прикладної задачі, технологія ГІС дає такі переваги:

- єдина інтегрована модель даних полегшує управління різноманітною інформацією і звільняє від зайвої роботи, що забезпечує зменшення кількості помилок і зростання продуктивності праці;
- можливість вводити запити і проводити аналіз за різними типами просторових і непросторових даних для розв'язання як простих, так і найскладніших задач, прогнозувати результати, тестувати варіанти (за використання традиційних методів це не завжди економічно доцільно).

Основні вимоги до ГІС зазвичай наступні:

- введення картографічної інформації за допомогою дигітайзера, сканера, цифрової фотокамери, мишки, імпорту файлів з інших систем (у тому числі з конвертуванням формату даних), напівавтоматична інтерактивна векторизація растрових зображень; керування картографічними і фактографічними базами даних (формування їхньої архітектури, забезпечення зв'язку між картографічними й іншими об'єктами, відновлення даних, пошук, добір); підтримка різних типів векторних і растрових інформаційних шарів, шарів поверхонь і тривимірних об'єктів;
- наявність внутрішньої системної мови програмування, що дозволяє користувачеві створювати в рамках системи розрахункові програми й інші користувальницькі додатки, нові типи інформаційних шарів, забезпечувати прозорий доступ до інших баз даних і ГІС, змінювати й доповнювати інтерфейс користувача системи;
- інтерактивне і пакетне перетворення систем координат і трансформація картографічних проєкцій на еліпсоїді і кулі, корекція зображень по опорних точках;
- проведення вимірів (обчислення довжин, площ, периметрів, характеристик форми об'єкта);
- побудова полігонів, що задовольняють визначені умови далекості, пошук найближчих полігонів-сусідів;
- здійснення операцій над множинами картографічних об'єктів (перетинання, об'єднання, вилучення);
- операції на графах (мережах): вибір оптимальних маршрутів тощо;
- побудова поверхонь на регулярній і нерегулярній сітці опорних точок і їх аналіз;
- робота з картографічними даними в режимі віртуального приєднання, що забезпечує можливість одночасної погодженої роботи в єдиному координатному просторі з безліччю територій (кожна з яких може мати своє внутрішнє координатне представлення) без дублювання інформації і порушення цілісності даних щодо кожної окремої території;

- побудова архітектур геореляційних баз даних з багаторазовою вкладеністю територій одна в одну, що дозволяє переходити від картографічного об'єкта до нової території, що є його великомасштабним представленням;
- цифрова фотограмметрія і синтез стереозображень на ПК (сполучення стереопари знімків з наступним створенням стереозображення й усуненням геометричних спотворень, що виникають при первинній зйомці; для конкретних фотограмметричних задач – створення в автоматичному режимі цифрових моделей рельєфу у відносних або абсолютних системах координат і проведення лінійних вимірів; синтез на основі створеної цифрової моделі тривимірних напівтонових зображень рельєфу і ліній рівня; візуалізація на персональному комп'ютері ахроматичних або кольорових моно- і стереозображень, використовуючи для створення стереоефекту анагліфічний метод; масштабування у всіх режимах роботи з моно- і стереоскопічними зображеннями);
- генерація звітних форм, включаючи створення монохромних і кольорових карт, за рамкового оформлення, монтаж урізань інших масштабів і вікон, що містять пояснювальні тексти, графічні елементи тощо;
- виведення графічної і текстової інформації на матричні, струменеві, лазерні принтери, плотери, у файли, експорт в інші системи (у тому числі з конвертуванням форматів даних).

Інформація, якою оперують геоінформаційні системи, складається з картографічної основи і відповідної їй бази даних. Графічна частина вводиться в комп'ютер різними методами з різних джерел. Для оцифрування карт або планів використовують дигітайзерне введення – «сколювання координат» кожного об'єкта карти. Це трудомісткий, кропіткий процес, при якому можливі помилки, що вимагає акуратності оператора. Проте відома технологія автоматизації цього процесу: 1) сканування картографічної основи (у результаті карта зберігається в растровому вигляді, тобто у формі матриці,

де кожен елемент описує одну точку); 2) оцифрування растра на екрані.

Залежно від рівня автоматизації програми, що використовують зображення на екрані, поділяються на векторизатори й екранні редактори. Векторизатор здійснює оцифрування автоматично. Екранний редактор дозволяє замінити дигітайзер і є доступним (за ціною) для використання в землепорядних організаціях.

Усі потужні ГІС (*GeoDraw, Microstation, MapEdit, EasyTrace, SpotLight, AcrInfo, Intergraph, Caddy* та ін.) передбачають спеціальні моделі підтримки автоматизованого введення. Однак це дорогі системи, що вимагають високопродуктивного устаткування, і тому багато користувачів пристосовують для своїх потреб інші програми (наприклад, *AutoCAD*). Такий підхід дозволяє звести до мінімуму витрати на розробку систем автоматизованого оцифрування і додатків до них.

Для цілей землепорядкування дуже важливо правильно сформулювати принципи формування банку даних об'єкта землепорядного проектування і врахувати повною мірою особливості інформації, яка використовується в ньому, характер якої безпосередньо пов'язаний із природними й антропогенними умовами на даній території [7].

Нові геоінформаційні технології ґрунтуються на базах цифрових картографічних даних та на сучасних цифрових методах топографо-геодезичних і GPS-вимірювань, дистанційного зондування Землі, цифрової фотограмметрії тощо. Це сприяло виникненню й розвитку геоінформаційного картографування, середовищем функціонування та результатом якого є бази цифрових географічних даних. Такі бази стають новим видом геоінформаційної продукції, яка використовується, зокрема, і для автоматизованого проектування в задачах землеустрою. Геодані в цифрових форматах розглядаються не як електронні копії карт і планів, а як самостійний інформаційний ресурс у вигляді баз даних та баз знань про просторові та атрибутивні характеристики об'єктів і явищ усієї геосистеми. Завдяки розширенню сфери

застосування ГІС у різноманітних геоінформаційних проектах бази геоданих стають основним видом геопросторового забезпечення.

Формування національної інфраструктури просторових даних (НІПД) стало розділом програми розвитку топографо-геодезичної діяльності та національного картографування в Україні на 2002 – 2010 рр., розроблення якої передбачено Указом Президента України від 1 серпня 2001 року № 575/2001 "Про поліпшення картографічного забезпечення державних та інших потреб в Україні". В Указі до найважливіших програмних завдань віднесено, зокрема, "створення із залученням провідних наукових та виробничих центрів національної та спеціальних геоінформаційних систем, а також інформаційних банків і баз геопросторових даних для потреб управління та інших потреб на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях, забезпечення доступу до них відповідно до законодавства заінтересованих підприємств, установ та організацій, вчених та інших громадян". Отже, поставлене завдання повністю відповідає національним і міжнародним ініціативам, спрямованим на формування інфраструктури просторових даних сільськогосподарських територій, тому без створення такої системи воно не може бути виконане.

Формування базового набору просторових даних НІПД в Україні необхідно вести залежно від рівня органів державного управління, оскільки саме вони на перших етапах роботи будуть основними замовниками і споживачами таких даних. Органи державної влади є також основними акумуляторами статистичних даних та даних про стан ресурсів і довкілля, а тому їм украї потрібні інформаційні системи для прийняття управлінських рішень на основі методів ГІС-моделювання.

На Заході ГІС розроблялись близько 40 років тому, а перша реальна ГІС Канади (*CGIS*) з'явилася на початку 60-х років. У колишньому Радянському Союзі наукові розробки з геоінформаційного моделювання з'явилися на 20 років пізніше. Перші монографії були видані в середині 80-х років.

Окремі питання, пов'язані з цією проблемою, досліджені в роботах М.Б. Афанасьєва, О.А. Білятинського, О.Л. Дорожинського, Ю.О. Карпінського, А.А. Ляценка, С.Г. Могильного, В.Я. Цветкова, О.О. Світличного та інших.

У працях зарубіжних авторів ГІС – це інформаційна система (ІС), спроектована для роботи з даними, просторовими чи географічними координатами. ІС – це ланцюг операцій, який веде від планування спостережень і збору, накопичення та аналізу даних з метою використання отриманої інформації в деяких процесах прийняття рішень.

У наш час, за висловлюванням О.М. Берлянта, відбувається становлення нової геоінформаційної концепції, в якій формується наука про системне геоінформаційне моделювання й пізнання геосистем. Ядром будь-якої бази даних є її модель. Розрізняють такі три основні підходи до вибору моделей даних: ієрархічний, мережевий і реляційний.

До основних недоліків ієрархічної моделі належать її складність і важка реалізація взаємозв'язків муніципального та локального рівнів експлуатації.

Основний недолік мережевої структури – це ускладнена орієнтація. Однак моделі даного виду детально і наочно передають взаємозв'язки локального рівня експлуатації ІС.

Щодо реляційної моделі, то вона ефективно реалізується на будь-яких ЕОМ завдяки тому, що дані подаються в матричній формі, а також у вигляді двовимірних таблиць. Структура даних у цій моделі уточнюється через кінцеві відношення, задані в множині первинних даних.

Математичний інструментарій, заснований на *теорії Грід*, знаходить все більше застосування для моделювання просторових геопроектів сільськогосподарських територій. Необхідно вказати, що деякі автори використовують поняття Грід і поверхня як синоніми. Грід найчастіше описується за допомогою матричних представлень. Найбільш широко теорія Грід знайшла застосування в моделюванні неперервних процесів.

Грід – технологія сумісного використання обчислювальних потужностей та сховищ даних, універсальна

програмно-апаратна інфраструктура, що об'єднує розрізнені комп'ютери у єдину територіально-розподілену інформаційно-обчислювальну систему.

Грід-мережі (англ. *Grid computing*) – нова модель обчислень, яка пропонує можливості виконувати складніші обчислення шляхом використання багатьох комп'ютерів під'єднаних до мережі які моделюють архітектуру віртуального комп'ютера, здатного розподіляти задачі виконання процесу в паралельній інфраструктурі. Грід використовує ресурси багатьох окремих комп'ютерів з'єднаних комп'ютерною мережею (як правило, Інтернет), для розв'язання обчислювальних проблем великого масштабу. Грід надають можливість виконувати обчислення з великими об'ємами даних, шляхом їх розділення на менші частини, або можливості виконувати набагато більше паралельних обчислень, ніж це можливо на окремому комп'ютері шляхом розділення задач між процесами. На сьогоднішній день, розміщення ресурсів в Грід виконується відповідно до *SLA* (угод на рівні послуг) [13].

Простий алгоритм інтеграції муніципальних і локальних ГІС відповідає чіткій ієрархії відповідальності. Не існує іншого методу об'єднати на «верхньому» рівні різноманітну інформацію, як «покласти» цю інформацію на загальну геоідкладку, якою є план сільської ради з відповідними класифікаторами (найменувань, кадастрового зонування, інженерних комунікацій тощо). З іншого боку, ніхто, окрім сільськогосподарських організацій, не зможе вірогідно наповнити предметну технологічну базу даних „своїх" шарів ГІС.

Крім цього, інструментальні засоби реалізації локальних інформаційних систем можуть бути різними. Наступним важливим завданням є вироблення і погодження принципів побудови обмінних форматів для графічних та атрибутивних даних.

ГІС-технології розробників далекого зарубіжжя досить дорогі, коштують сотні тисяч умовних одиниць, математична постановка обмежена у застосуванні через організаційно-

технологічні відмінності влаштування та експлуатації. У багатьох випадках математична постановка дорожча, ніж базовий продукт.

У Постанові Кабінету Міністрів України від 16.01.2003 р. №37 "Про затвердження Державної науково-технічної програми розвитку топографо-геодезичної діяльності та національного картографування на 2003–2010 роки" зазначається, що у розробках геоінформаційних систем використовуються в основному інструментальні програмні засоби іноземного виробництва. Тому необхідно створити національну інфраструктуру геопросторових даних, що забезпечувала б можливість взаємовигідного використання відповідних відомостей аналогічних інфраструктур країн ЄС та інших зарубіжних країн. Можна навести приклади використання ГІС-технологій країн СНД.

Жодна конкретна ГІС, поодинокі, всіх проблем не вирішить. Необхідно орієнтуватися на комплекс суміжних між собою програмних ГІС-технологій. Для значних за масштабами комунікацій обов'язково повинні бути присутні серйозні комерційні системи управління базами даних і сервери просторових баз даних [48, с. 63].

3.2. Склад, класифікації та основні вимоги до сучасних ГІС

Звичайно геоінформаційні системи класифікують за такими ознаками:

- за призначенням – залежно від цільового використання;
- за проблемно-тематичною орієнтацією – залежно від сфери застосування;
- за територіальним охопленням – залежно від розміру території і масштабного ряду цифрових картографічних даних, що складають базу даних ГІС (рис. 3.2).

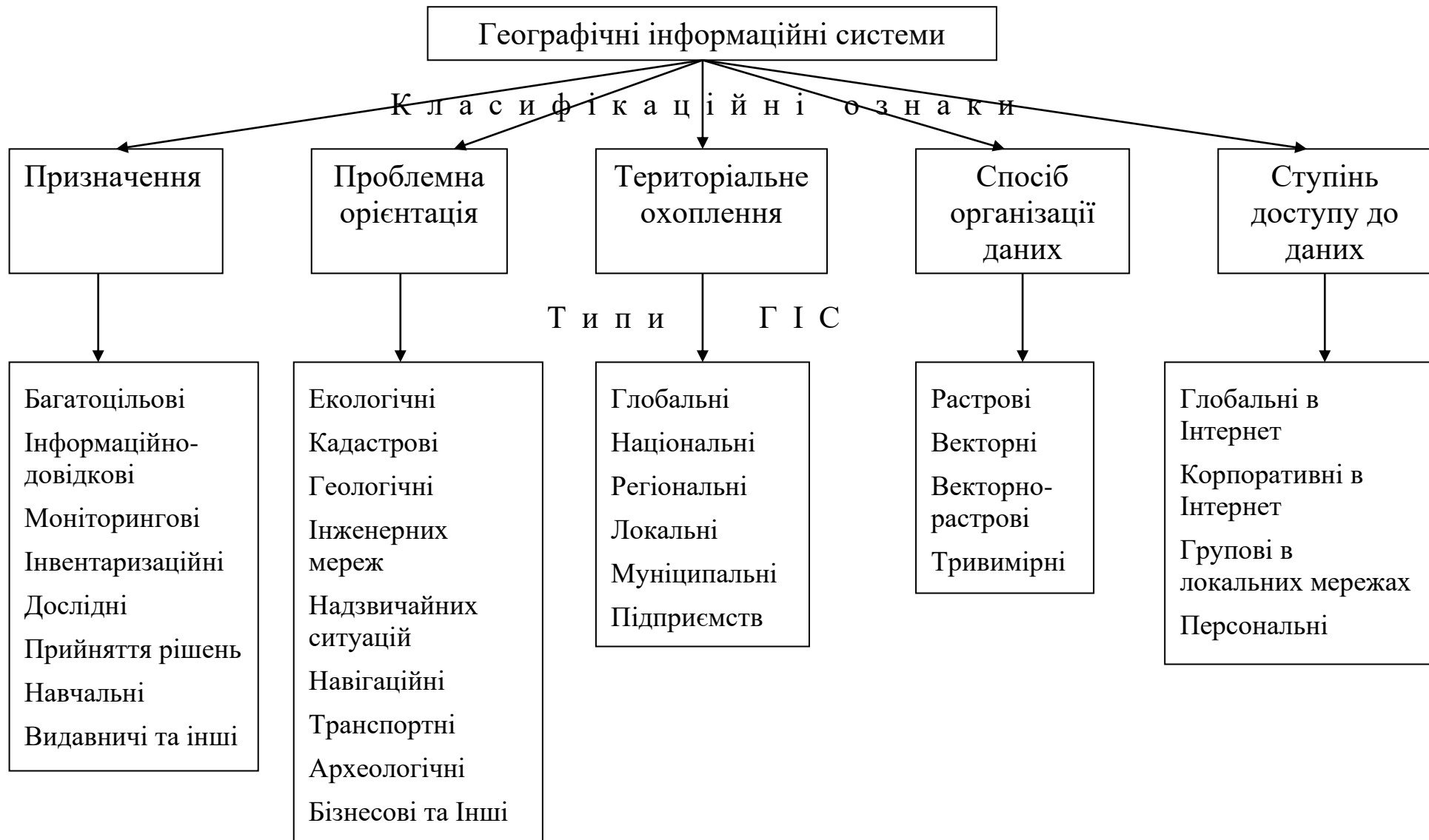


Рис. 3.2. Типи ГІС за класифікаційними ознаками

За призначенням геоінформаційні системи поділяють на *багатоцільові* та *спеціалізовані*. Багатоцільовими системами, як правило, є регіональні ГІС, призначені для розв'язання широкого спектра завдань, пов'язаних з регіональним управлінням. Спеціалізовані ГІС забезпечують виконання однієї або кількох близьких функцій. До них, як правило, належить геоінформаційні системи:

- інформаційно-довідкові;
- моніторингові;
- інвентаризаційні;
- прийняття рішень;
- дослідницькі;
- навчальні.

Інформаційно-довідкові слугують для створення і ведення банків просторово координованої інформації, у тому числі:

- створення цифрових (електронних) атласів. Перший комерційний проект розробки цифрових атласів – Цифровий атлас світу – був випущений у 1986 р. фірмою *Delorme Mapping Systems* (США). Можна також відзначити Цифровий атлас Великобританії на оптичних дисках у результаті виконання британського *Domesday Project* (1987), Цифрову карту світу (*Digital Chart of the World*) масштабу 1: 1 000 000, розроблену Картографічним агентством Міністерства оборони США у 1992 р. і, нарешті, – електронну версію Національного атласу України, розроблену Інститутом географії НАН України і фірмою «Інтелектуальні Системи, Гео» (Київ, 2000);
- створення і ведення банків даних систем моніторингу. Як приклади можна назвати Глобальний ресурсний інформаційний банк даних (*Global Resources Information Database, GRID*), створений під егідою *UNESCO* у 1987 –

1990 рр., і Геоінформаційну систему країн Європейського Співтовариства *CORINE*, розроблену в 1985 – 1990 рр.;

- створення й експлуатація кадастрових систем, насамперед автоматизованих земельних інформаційних систем (АЗІС), або *Land Information Systems (LIS)*, і муніципальних (або міських) автоматизованих інформаційних систем (МАІС), а також просторово-розподілених автоматизованих інформаційних систем водного і лісового кадастрів, кадастрів нерухомості тощо. Програмне забезпечення роботи з просторовими даними в кадастрових системах складають програмні ГІС-пакети *ARC/INFO*, *Arc View GIS*, *MGE Intergraph*, *MapInfo* (США), *SICAD* (Німеччина), *ILWIS* (Нідерланди) та ін.

ГІС прийняття рішень використовують у плануванні, проектуванні та управлінні. Найактуальніше цей напрям в Україні розвивається в містобудівному плануванні і проектуванні. Певні успіхи є в галузі геоінформаційного забезпечення надзвичайних ситуацій. Діапазон прикладів тут може бути досить широким, якщо гнучко підходити до визначення змісту поняття «система підтримки прийняття рішень» (СППР), яка повинна передбачати:

- програмно-організовані банки просторової й атрибутивної інформації;
- базу знань, що складається з блоку аналізу і моделювання, який містить набір моделей просторового аналізу і просторово-часового моделювання, а також довідково-інформаційного блоку, який містить формалізовану довідково-нормативну базу з розглянутої проблеми;
- блок технологій штучного інтелекту, який забезпечує механізм формально-логічного висновку й ухвалення рішення на основі інформації, наявної в базі даних, довідково-

інформаційному блоці і результатах просторово-часового аналізу та моделювання;

➤ інтерфейс користувача.

Дослідницькі ГІС створюються для забезпечення розв'язання будь-якої наукової проблеми або сукупності наукових проблем із застосуванням методів просторово-часового аналізу й моделювання. Прикладом може бути геоінформаційна система басейну річки Бутеня (Київська область, Богуславська польова експериментальна гідрометеорологічна база УкрНДГМІ), створена для вирішення проблеми прогнозу просторового перерозподілу радіонуклідів у басейні малої річки в рамках виконання міжнародного проекту *SPARTACUS* (*SPARTACUS*, 2000). База просторових даних геоінформаційної системи р. Бутені складається із понад тридцяти шарів даних, що характеризують рельєф (цифрова модель рельєфу і похідні від неї карти ухилів, експозицій, поздовжньої і поперечної кривизни схилів та ін.), гідрографічну мережу (карти місцевих ліній течії, водозборів, «вищерозміщених елементів», ухилів, гідравлічної жорсткості тощо), ґрунтовий покрив (карти генетичних типів ґрунтів, ґрунтотворних порід, еродованості, а також параметрів, що характеризують водно-фізичні і протиерозійні властивості ґрунтів та їх радіоактивне забруднення), природну і культурну рослинність (карти лісів, сільськогосподарських угідь, сівозмін і параметрів, що їх характеризують) і землекористування (карти типів землекористування, дорожньої мережі тощо).

Навчальні ГІС розробляються для забезпечення навчального процесу, як правило, у вищих навчальних закладах. Як об'єкт у таких геоінформаційних системах найчастіше розглядаються території польових стаціонарів – баз навчальних польових практик студентів. Прикладами навчальних ГІС є ГІС «Сатіно», розроблена на географічному факультеті Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова (Лур'є, 1998) і ГІС

Навчального географічного стаціонару «Кринички» (північ Одеської області), яка розробляється на геолого-географічному факультеті Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова. Остання складається з банку просторової (картографічної) інформації і пов'язаних з нею атрибутивних даних для території польового стаціонару загальною площею близько 100 км² та бібліотеки прикладних модулів, що реалізують навчальні, наукові і прикладні задачі на основі банку даних і можливостей геоінформаційних технологій.

За проблемно-тематичною орієнтацією звичайно виділяють типи геоінформаційних систем, що відповідають «основним сферам застосування ГІС», тобто:

- земельно-кадастрові;
- екологічні і природокористувальницькі;
- інженерних комунікацій і міського господарства;
- надзвичайних ситуацій;
- навігаційні;
- соціально-економічні;
- геологічні;
- транспортні;
- торгово-маркетингові;
- археологічні;
- військові;
- інші.

У категорії «інші» в цій класифікації може бути ще достатньо велика, причому така, що продовжує збільшуватися, кількість типів ГІС, оскільки сфера застосування ГІС не обмежена переліком зазначених вище сфер, а розширюється далі.

За територіальним охопленням найбільш логічним є поділ геоінформаційних систем на:

- глобальні;
- загальнонаціональні;
- регіональні;
- локальні.

Глобальні геоінформаційні системи охоплюють або всю земну кулю, наприклад, як Глобальний банк природно-ресурсної інформації (*GRID*), або якусь її значну частину – як геоінформаційна система Європейського Співтовариства *CORINE*, характеристика яких наведена в наступному пункті. Загальнонаціональні ГІС, як це впливає з назви, охоплюють територію всієї країни, регіональні – якусь її частину, таку, як економічний район, адміністративна область чи група суміжних областей, басейн великої річки тощо. До категорії «локальні ГІС» належать геоінформаційні системи меншого територіального охоплення, але рекомендації щодо територіальних обмежень локальних ГІС відсутні. До цієї категорії, як правило, належать і муніципальні геоінформаційні системи (МГІС) – специфічна категорія геоінформаційних систем, що розробляються для території міста або його частини [38, с. 268].

За предметною областю інформаційного моделювання ГІС поділяють на **міські**, або **муніципальні**, ГІС (*urban GIS*), **природоохоронні** ГІС (*environmental GIS*) тощо. Широке розповсюдження одержали **земельні інформаційні системи**.

Проблемна орієнтація ГІС визначається задачами, які вона розв'язує (науковими і прикладними), серед них інвентаризація ресурсів (у тому числі земельний кадастр, житловий фонд тощо), аналіз, оцінка, моніторинг, управління і планування, підтримка прийняття управлінських рішень. Можна тільки пофантазувати, якщо б упродовж минулого століття в нашій Батьківщині управлінські рішення спиралися б на наукові обґрунтування, у тому числі й ГІС, скількох неоптимальних управлінських рішень і широкомасштабних "експериментів" "державних мужів" можливо було запобігти – від суцільного виснаження природних ресурсів, поголовної колективізації, розорювання всієї цілини до розповсюдження кукурудзи в

північних районах і широкомасштабної боротьби з виноградниками.

Інтегровані ГІС, ІГІС (*integrated GIS, IGIS*) поєднують функціональні можливості ГІС і системи цифрової обробки зображень (**дані дистанційного зондування**) у єдиному інтегрованому середовищі.

Просторово-часові ГІС (*spatio-temporal GIS*) оперують просторово-часовими даними (наприклад, процеси підтоплення зрошуваних ландшафтів характерні розповсюдженням підйому рівня під ґрунтових вод у просторі і в часі) [30, с. 12].

За Данжермоном ГІС поділяють на:

- інформаційні системи топографічного картографування;
- інформаційні системи управління земельною власністю;
- інформаційні системи тематичного і статистичного картографування;
- документальні інформаційно-пошукові системи для географічних публікацій у мережі Інтернет;
- системи географічних файлів даних, що пов'язані з мережею транспортних сполучень та іншими топографічними об'єктами;
- системи опрацювання аерокосмічних зображень.

Виділяють **підсистеми ГІС** [17]:

1) підсистема збору даних, яка відповідає за збір попереднього опрацювання даних з різноманітних джерел (табл. 3.1);

2) підсистема зберігання і вибірки даних, яка слугує для певної організації даних, а також забезпечує можливість їх відбору (табл. 3.2).

3) підсистема маніпуляції даних і аналізу, яка виконує різноманітні завдання на основі існуючих даних, групує їх певним чином і розподіляє, а також виконує моделюючі функції (табл. 3.3). Аналіз – «серце» ГІС.

4) підсистема виведення, яка призначена для відображення всієї інформації або її частини в

табличному або картографічному вигляді, а також для побудови відповідних графіків та діаграм (табл. 3.4).

Таблиця 3.1

Традиційна картографія і ГІС: порівняння функцій
підсистеми введення

Карта	ГІС
Введення – запис на папері: точки, лінії, області	Введення – запис (кодування) у пам'ять комп'ютера: точки, лінії, області
Джерела: – аерофотознімання; – цифрове дистанційне зондування; – геодезичні роботи; – статистичні дані.	Джерела (ті ж, що й для карти), крім них: – готові цифрові карти; – цифрові моделі рельєфу; – цифрові ортофотознімки; – цифрові бази даних.

Таблиця 3.2

Традиційна картографія і ГІС: порівняння функцій
підсистеми зберігання і вибірки даних

Карта	ГІС
Точки, лінії і області на ділянці паперу за допомогою символів.	Точки, лінії і області, збережені як растри, або координати в пам'яті комп'ютера. Таблиці атрибутів пов'язані з координатами.
Вибірка – це просто читання карти.	Вибірки вимагають ефективних методів комп'ютерного пошуку.

Таблиця 3.3

Традиційна картографія і ГІС: порівняння функцій
підсистеми аналізу

Карта	ГІС
Необхідна лінійка, планіметр, транспорир та ін.	Використовуються можливості комп'ютера для вимірювання, порівняння й опису інформації в БД.
Можливості обмежені даними, згрупованими і представленими на паперовій карті.	Забезпечує швидкий доступ до вихідних даних, дозволяє групувати і перекласифікувати дані для подальшого аналізу.

Таблиця 3.4

Традиційна картографія і ГІС: порівняння функцій
підсистеми виведення

Карта	ГІС
Тільки графіки представлення.	Карта – лише один із видів виведення в ГІС.
Модифікації можуть включати картограми та їх елементи.	Включають також таблиці, діаграми, графіки, фотографії.

Сучасні повнофункціональні ГІС повинні забезпечувати:

- 1) динамічний зв'язок між картографічними об'єктами і записами табличної бази даних (що це? де це знаходиться?);
- 2) у правління візуалізацією об'єктів (що і як виводити на екран);
- 3) роботу з точковими, лінійними і площинними об'єктами;
- 4) введення карт з дигітайзера та їх редагування;
- 5) підтримку топологічних взаємозв'язків між об'єктами та перевірку за їх допомогою геометричної

коректності карти (замкненість площинних об'єктів, зв'язність, прилягання);

- 6) підтримку декількох картографічних проєкцій;
- 7) геометричні виміри на карті (довжина, периметр, площа);
- 8) побудову буферних зон навколо об'єктів;
- 9) оверлейні операції, у тому числі з накладанням різноманітних площинних об'єктів;
- 10) створення власної символіки (нових типів маркерних знаків, типів ліній, штрихувань);
- 11) створення додаткових елементів оформлення карти (підписи, рамки, легенди);
- 12) виведення високоякісних твердих копій;
- 13) розв'язання транспортних задач (найкоротший шлях на графі);
- 14) роботу з топографічною поверхнею.

3.3. Впровадження ГІС та перехід до комп'ютерних технологій у землевпорядкуванні

Впровадження комп'ютерних технологій у практику землевпорядних робіт передбачає автоматизацію одержання, нагромадження й обробки інформації про земельні ресурси і процес організації використання земель, розробку нових теоретичних положень у сфері землевпорядкування, а також перебудову технології робіт на основі використання інформації, що відображає просторові аспекти землекористування.

Комп'ютерні технології – це сполучення програмних засобів, що реалізують функції збереження, обробки і візуалізації даних у визначеній організаційній структурі з використанням обраного комплексу технічних засобів.

Сучасні методичні, програмні і технічні засоби дозволяють відмовитися від багатьох рутинних процесів, поліпшити якість вихідних документів, ліквідувати

багато проміжних ланок традиційних технологій, полегшити процес використання графічних матеріалів за рахунок переведення в цифрову форму в процесі автоматизованого проектування.

3.3.1. Принципи сучасного геоінформаційного землеустрою

Під час розроблення проектів землеустрою в геоінформаційному середовищі, як і в будь-якій іншій сфері наукової і практичної діяльності, керуються певними засадами – вихідними положеннями, що визначають спрямованість, зміст і ефективність цієї діяльності. Оскільки досліджуваний предмет є однією зі сфер проектно-кошторисної справи, його принципи, з одного боку, відображають специфіку землеустрою, а з іншого, – належать до будь-якого виду проектування.

ГІС-землеустрій вивчає закономірності організації території і засобів виробництва, нерозривно пов'язаних із землею, тому його принципи мають узгоджуватися з принципами звичайного землеустрою і не суперечити їм. Водночас слід ураховувати деякі інші обставини.

Насамперед, будь-який проект землеустрою має максимально спиратися на досягнення науково-технічного прогресу і практики у сфері техніки і технології організації землевпорядних робіт. Потрібно, з одного боку, використовувати найсучасніші обчислювальні й вимірювальні засоби, програмне забезпечення, автоматизовані технології землевпорядних робіт, а з іншого, – розробляти форми земельно-господарського устрою, які забезпечують упровадження прогресивних систем землеробства, кормовиробництва, ефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур, раціональних способів захисту земель від ерозії тощо.

Землевпорядне проектування досить тісно пов'язане з іншими видами проектно-кошторисної справи в Україні.

Воно має визначений нормативними актами порядок складання та обґрунтування проектів. Тому низка важливих принципів і вимог, що викладені в них, безпосередньо або опосередковано стосуються будь-якого виду проектування, у тому числі землевпорядного. До таких принципів належать: мінімум капіталовкладень і швидка їх окупність; відповідність запланованого виходу продукції державному або іншому замовленню; використання в розрахунках прогресивних нормативів і технологій; використання матеріалів довго- або короткотермінових прогнозів як передпроектної документації; використання якісних матеріалів обстежень і вишукувань тощо.

Завдання ГС землеустрою впливають із загальних завдань землеустрою, що сформульовані в Земельному кодексі України. Йдеться про організацію найбільш повного, науково обґрунтованого, раціонального й ефективного використання земель та їх охорони, забезпечення гарантій прав на землю. Тому принципи землевпорядного проектування впливають із принципів, на яких ґрунтується земельне законодавство, а саме:

- поєднання особливостей використання землі як територіального базису, природного ресурсу і основного засобу виробництва;
- забезпечення рівності права власності на землю громадян, юридичних осіб, територіальних громад та держави;
- забезпечення раціонального використання та охорони земель;
- забезпечення гарантій прав на землю;
- забезпечення пріоритету вимог екологічної безпеки.

Ураховуючи наведені принципи, на яких ґрунтується земельне законодавство, а отже, і землеустрій, у проектуванні дотримуються таких основних обов'язкових вимог:

1) забезпечення дотримання права власності на землю і права користування відповідно до Земельного кодексу та інших законодавчих актів України;

2) забезпечення пріоритету земель природоохоронного та сільськогосподарського призначення, недопущення необґрунтованого відведення земель для несільськогосподарських потреб;

3) детальний облік природних, економічних, соціальних і екологічних вимог об'єктів землеустрою, просторових властивостей землі і зонування у вирішенні землевпорядних завдань;

4) узгодження економічного, екологічного і технологічного підходів до організації землеволодінь і землекористувань та організаційно-господарського устрою території;

5) забезпечення взаємного узгодження рішень проектних завдань у загальному комплексі з іншими інженерними рішеннями (з меліорації земель, рекультивації і землювання, консервації малопродуктивних і деградованих угідь, будівництва доріг тощо), які стосуються раціонального використання та охорони земель.

Враховуючи загальні принципи землеустрою та обов'язкові вимоги до процесу проектування, можна сформулювати принципи землевпорядного проектування.

Перший принцип полягає в урахуванні сучасних земельних правовідносин, вважаючи землі об'єктами ринкового механізму.

Другий принцип – це висока економічна, екологічна і соціальна ефективність проектних пропозицій. Кожне проектне рішення має бути детально економічно обґрунтоване. Таким обґрунтуванням є розрахунок очікуваного ефекту у вигляді додаткового доходу чи збільшення вартості землі в результаті запропонованих землевпорядних заходів.

Третій принцип полягає в охороні землі від безгосподарного використання, нераціональної

господарської діяльності та несприятливих явищ природи. Кожне проектне рішення повинно мати правове й екологічне обґрунтування. Пропозиції щодо подальшого використання кожної ділянки землі мають ґрунтуватися на певних нормативних актах, які запобігають недбайливому витрачання землі і спрямовані на збереження і збільшення родючості ґрунтів та поліпшення природних ландшафтів.

Четвертий принцип – це комплексність у вирішенні проектних завдань. Потрібно тісне узгодження складових частин і елементів проекту між собою та з іншими прогнозованими, плановими і проектними рішеннями з використання і поліпшення землі, а також з організації засобів виробництва, які тісно пов'язані з нею.

П'ятий принцип – це зональність, тобто детальне врахування при проектуванні природно-сільськогосподарського районування земельного фонду країни, природних умов і просторових властивостей землі як об'єкта землеустрою. Для цієї мети використовують дані Земельного кадастру України, матеріали різних обстежень і вишукувань та класифікацій придатності земель.

Основні вимоги і принципи покладені в основу розроблення загальних методичних положень, окремих методик складання і обґрунтування землевпорядних проектів різних видів у цифровій формі [48, с. 72-73].

3.3.2. Геоінформаційне моделювання в землевпорядному проектуванні

Після впровадження в землевпорядне проектування ЕОМ великої потужності з периферійними пристроями (дигітайзерами, графопобудовниками, плотерами) комплексна технологія була доповнена вирішенням окремих графічних завдань (пов'язаних із кресленням по координатах окружних меж землеволодінь при видачі державних актів на право власності на землю).

Автоматизована технологія – процес одержання цілком завершених землепорядних рішень за задалегідь заданими програмами, який здійснюється з використанням автоматизованого робочого місця землепорядника-проектувальника. Для цього потрібно спеціальне технічне, програмне й інформаційне забезпечення.

Технічне забезпечення передбачає комп'ютер з великою ємністю оперативної пам'яті, набір периферійних пристроїв. До такого набору обов'язково повинні входити дигітайзер (пристрій, який дає змогу одержувати координати будь-якого зображення і вводити їх в оперативну пам'ять комп'ютера), а також плотер, графопобудовник чи принтер, здатні виводити на папір графічне зображення в потрібному масштабі, із заданою точністю й у кольорі.

Попереднє зображення можна виводити на екран монітора. Він повинен забезпечувати якісне зображення і мати достатні розміри. Доцільно також використовувати планшетний сканер для перенесення графічної інформації з креслення в пам'ять комп'ютера.

Програмне забезпечення складається з пакета (набору) стандартних і прикладних програм, за допомогою яких виконують досить складні операції з числами і зображенням. Наприклад, можна графічно розділити ділянку на кілька частин і автоматично обчислити їх площу, координати поворотних пунктів. Можна також розмістити сівозміни на ділянках різної ґрунтової родючості, визначивши при цьому в автоматизованому режимі (без участі проектувальника) структуру посівних площ, урожайність сільськогосподарських культур, обсяги виробництва продукції рільництва, виробничі витрати тощо.

Інформаційне забезпечення дає змогу ввести в землепорядне завдання конкретні дані і нормативи. Вони містять вихідну і планову інформацію про об'єкт у вигляді цифрових моделей місцевості (які характеризують

топографічну ситуацію, родючість ґрунтів, культуртехнічний стан земель, ступінь еродованості і зволоження), кількісних характеристик сучасного стану й результативності виробництва, контрольних показників розвитку.

Крім того, є спеціальний інформаційний банк даних, що містить землевпорядні норми і правила, вимоги, показники і нормативи, якими потрібно керуватися в процесі землевпорядного проектування.

Фахівець, який використовує автоматизовану технологію, повинен добре знати землеустрій і його традиційні методи, вільно володіти технічними засобами, програмним забезпеченням і інформаційною базою даних. Робота на комп'ютері ведеться, як правило, в інтерактивному (діалоговому) режимі за принципом «що буде, якщо ...».

Наприклад, по-різному встановлюючи ширину робочої ділянки на схилі, проектувальник може одержати від машини відповідь на запитання, чи допускається на цій ділянці змив ґрунту, чи варто додатково проектувати лісосмугу або вал-канаву вздовж межі ділянки для запобігання ерозії тощо.

У табл. 3.5 проведено порівняльний аналіз моделей природних ландшафтних характеристик, розроблених на паперових носіях та з використанням ГІС-технологій.

Таблиця 3.5

Порівняння традиційних вихідних даних та розроблених моделей природних ландшафтних характеристик, що використовуються у землевпорядкуванні [48, с. 74-78]

№	Модель	Традиційна модель	Новітня модель з використанням ГІС-технологій
1	2	3	4
1.	Модель рельєфу	Існує і використовується у вигляді паперових топографічних планів,	Цифрова модель рельєфу. Одночасно може існувати в різних представленнях, наприклад у наступних формах: TIN-модель, grid-

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
		<p>аероортофотопланів , інженерних планово-графічних матеріалів, матеріалів топографо-геодезичних вишукувань тощо. Рельєф зображується у вигляді ізоліній (горизонталей) різного перерізу.</p>	<p>модель, регулярної сітки висот, ізоліній тощо. Підтримує сучасні технології одержання ЦМР: лазерне сканування, цифрові фотограмметричні методи, GNSS-знімання, є найбільш достовірною та точною.</p>
2.	<p>Модель крутості схилів</p>	<p>Картограми, як правило, будуються на паперових носіях (кальках горизонталей) у вигляді площинних об'єктів, є похідними від моделей рельєфу.</p>	<p>Цифрова модель крутості схилів. Одночасно може існувати у двох формах: TIN-модель, grid- модель. Дозволяє відобразити значення крутості як неперервну просторову поверхню. Відображає дискретне значення в кожній точці поверхні. Є похідною від поверхні рельєфу, модель повністю залежить від точності ЦМР. Підтримує сучасні технології обробки та методи GNSS-навігації.</p>
3.	<p>Модель експозиції схилів</p>	<p>Картограми будуються на паперових носіях (кальках горизонталей) у вигляді площинних об'єктів, є похідними від моделей рельєфу.</p>	<p>Цифрова модель експозиції схилів. Одночасно може існувати в двох формах: TIN-модель, grid-модель. Дозволяє відобразити значення експозиції як неперервну просторову поверхню. Дозволяє отримувати дискретне значення в кожній точці поверхні. Є похідною від поверхні рельєфу, тому ця</p>

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
			<p>модель повністю залежить від точності ЦМР. Підтримує сучасні інформаційні технології обробки.</p>
4.	<p>Модель розподілу сонячної енергії по поверхні території. Терморезим території</p>	<p>Не використовується.</p>	<p>Цифрова модель розподілу сонячної енергії по поверхні території. Існує у формі grid-моделі. Дозволяє відображати значення сонячної енергії, отриманої в певний момент часу (чи період часу) як неперервну просторову поверхню. Дозволяє отримувати дискретне значення в кожній точці поверхні. Є функцією від просторових координат точки земної поверхні, координат сонця та часу. Похідною від неї є модель терморезиму території. Підтримує сучасні інформаційні технології обробки.</p>
5.	<p>Модель агрови-робничих груп ґрунтів</p>	<p>Картограми, здебільшого, існують на паперових носіях (кальках). Агровиробничі групи ґрунтів відображають у вигляді площинних полігональних об'єктів.</p>	<p>Цифрова модель агрови-робничих груп ґрунтів. Одночасно може існувати в двох формах: векторна полігональна модель, grid-модель. Дозволяє відображати значення ґрунтових характеристик як семантичні значення бази даних. Дозволяє отримувати дискретне число в кожній точці. Підтримує сучасні технології обробки, та методи GNSS-навігації.</p>

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
6.	<p>Модель глибин залягання ґрунтових вод</p>	<p>Картограми, переважно більшості, існують на паперових носіях (кальках). Глибини залягання ґрунтових вод зображають у вигляді площинних об'єктів або ізоліній.</p>	<p>Цифрова модель глибин залягання ґрунтових вод. Одночасно може існувати в наступних форматах: grid-модель, модель ізоліній, векторна полігональна модель, TIN. Дозволяє відображати значення глибин залягання ґрунтових вод як неперервну просторову поверхню. Дозволяє отримувати дискретне значення в кожній точці досліджуваної території. Може бути виражена в абсолютних та відносних показниках (балах). Підтримує сучасні інформаційні технології обробки.</p>
7.	<p>Агрохімічна модель території</p>	<p>Не використовується.</p>	<p>Цифрова агрохімічна модель території (вміст хімічних елементів – N, P, K, вміст гумусу, кислотність, рН ґрунтового розчину тощо). Одночасно може існувати в наступних форматах: grid-модель, модель ізоліній, векторна полігональна модель, TIN. Дозволяє відображати значення агрохімічних показників як неперервну просторову поверхню. Джерелом інформації слугує агрохімічний паспорт с.-г. територій. Дозволяє отримувати дискретне значення в кожній точці досліджуваної території.</p>

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
			<p>Може виражатися в абсолютних та відносних показниках (балах). Підтримує сучасні інформаційні технології обробки.</p>
8.	<p>Модель ерозійної небезпечності територій</p>	<p>Не використовується</p>	<p>Цифрова модель ерозійної небезпечності територій. Існує у формі grid-моделі. Ґрунтується на рівнянні втрат ґрунту RUSLE та математичній моделі зливової ерозії Мірцхулави. Відображає значення втрат ґрунту та розмиваючу швидкість води, як неперервної просторової поверхні. Дозволяє отримувати дискретне значення в кожній точці досліджуваної території. Виражається у відносних показниках (балах). Підтримує сучасні інформаційні технології обробки.</p>
9.	<p>Модель забруднення території (радіаційного, хімічного тощо)</p>	<p>Картограми існують на паперових носіях (кальках). Глибини залягання ґрунтових вод зображають у вигляді площинних об'єктів або ізоліній.</p>	<p>Цифрова модель забруднення території. Одночасно може існувати в наступних форматах: grid-модель, модель ізоліній, векторна полігональна модель, TIN. Дозволяє відобразити значення показників забруднення території як неперервну просторову поверхню або дискретну площину.</p>

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
			Може бути виражена в абсолютних та відносних показниках (балах). Підтримує сучасні інформаційні технології обробки.
10	Інтегрована модель	Не використовується.	Складна інформаційна модель. Поеднує в собі всі (або кілька) вищенаведених елементів з урахуванням ваг, визначених експертами, залежно від цільової функції. Існує у форматі grid- моделі. Дозволяє відображати значення інтегрованого показника як неперервну (або перервну) просторову поверхню. Може бути виражена в абсолютних та відносних показниках (балах). Підтримує сучасні інформаційні технології обробки.

Автоматизовані технології землепорядного проектування широко апробуються і перебувають у стадії впровадження. Їх становлення тісно пов'язане з технологіями ведення земельного кадастру.

3.4. Застосування програмних продуктів Autodesk у землепорядкуванні

3.4.1. Основні функціональні системи ГІС

Традиційно ГІС призначені для збору, зберігання, аналізу і представлення просторових даних. Проте, існує безліч трактувань і визначень стосовно структури і функціоналів ГІС, а особливо в таких, наприклад, галузях, як картографія, геологія, метеорологія,

землеустрій, екологія, муніципальне управління, транспорт, економіка, оборона тощо.

До основних функціональних систем ГІС належать:

- СУБД, в яких зберігається і обслуговується різна інформація не лише щодо просторового положення, а й описового і технологічного характеру;
- системи збору інформації, включаючи дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і *GPS*;
- системи відображення інформації, включаючи комунікаційні засоби (телекомунікації, Інтернет, мережі тощо);
- програмне забезпечення;
- засоби аналізу інформації, виконання технологічних розрахунків, визначення послідовності виконання операцій з обробки інформації.

GPS (Global Positioning System – Глобальна система супутникового визначення координат) – комплекс навігаційних супутників і наземних приймальних станцій, що дозволяють визначати координати точки стояння на поверхні Землі [38, с. 288].

Для широкого кола споживачів сервісів ГІС, які знайомі із специфікою цієї тематики, перші прості питання, на які може відповісти ГІС:

- Що знаходиться в такому-то місці?
- Де знаходиться те-то?
- Як туди добратися?
- Як близько це?

Окремо слід сказати про фахівців, які здійснюють підготовку впровадження і подальшого обслуговування ГІС. Це не лише професіонали в галузі ГІС, а й фахівці галузевих систем [28].

3.4.2. Основні функціональні системи САД

Autodesk – це один з найбільших у світі постачальників програмного забезпечення (САПР) для

промислового і цивільного будівництва, машинобудування, ринку ІТ і розваг.

Починаючи з випуску *AutoCAD* у 1982 році, компанією *Autodesk* був розроблений щонайширший спектр програмних продуктів, що дозволяють архітекторам, інженерам, конструкторам випробовувати свої ідеї. Зараз понад 9 млн користувачів в усьому світі застосовують провідні 2D і 3D технології *Autodesk* для візуалізації, моделювання й аналізу поведінки конструкцій, що розробляються, на ранніх стадіях проектування. *Autodesk* заснована в 1982 році, штаб-квартира компанії розташована в Сан-Рафаеле (Каліфорнія, США).

Системи автоматизації проектних робіт (САПР), або *CAD* (англ. *Computer-Aided Design*), спрямовані для створення креслень, технологічних схем, 3D моделей. Сучасні системи *CAD* оснащуються системами автоматизації інженерних розрахунків, аналізу конструкцій і управління технологічним устаткуванням.

До основних функціональних систем *CAD* належать:

- засоби створення і редагування 2D і 3D об'єктів;
- системи підтримки користувачів стосовно освоєння функціоналів *CAD*;
- засоби для інженерних розрахунків і аналізу;
- засоби представлення і публікації (друк і візуалізація);
- системи організації зберігання креслень, що дають можливість сумісного використання даних у кресленнях і додатках.

Галузі впровадження *CAD* охоплюють практично все, що пов'язане з виробництвом і забезпеченням подальшого функціонування об'єктів як у машинобудуванні, так і в галузі будівництва та інфраструктури розподілених об'єктів. Фахівці *CAD* забезпечували на перших етапах і забезпечують нині впровадження і функціонування *GIS*.

Галузі спільного використання *CAD* і ГІС

Містобудівна діяльність – діяльність державних органів, органів місцевого самоврядування, фізичних і юридичних осіб у сферах:

- містобудівного планування розвитку територій і населених пунктів;
- визначення видів використання земельних ділянок;
- проектування, будівництва і реконструкції об'єктів нерухомості з урахуванням інтересів громадян, суспільних і державних інтересів, а також національних, історико-культурних, екологічних, природних особливостей територій і поселень.

ГІС у цих завданнях вирішує питання представлення містобудівних рішень, а *CAD* – завдання проектування територій, вбудовування рішень в існуючу інфраструктуру міст тощо. Є низка завдань, нерозривно зв'язаних – одне з них – розвиток інфраструктури інженерних мереж. Так само формулюються завдання щодо забезпечення промислових підприємств сервісами ГІС і *CAD*.

Розробка генеральних планів населених пунктів.
Генеральний план (генплан) – це найбільш важливий і принциповий документ стосовно розвитку населеного пункту і визначення кордонів і функціонального призначення земельних ділянок. Лише після затвердження генплану можливе використання земель за новим функціональним призначенням.

Якщо **схема планування території** – це концептуальний погляд на розвиток міста або села, то генплан отримує силу закону і виконання його регламентів є обов'язковим на період терміну його дії.

Генплан враховує не лише побажання інвесторів з погляду економічного розвитку населеного пункту і окремих його частин, але в ньому розраховується площа районів житлової, промислової, комерційної забудови, інженерна і соціальна інфраструктура, необхідна для функціонування, стійкого і гармонійного розвитку міста.

Весь спектр проектно-планувальних робіт, які охоплюють інвестиційний цикл від містобудівної розробки для певної території до проекту на конкретний об'єкт будівництва, виконує незначна кількість проектних організацій. Одна з провідних організацій – Український науково-дослідний і проектний інститут цивільного сільського будівництва «Укрндіпроцивільсьбуд». Цим підприємством виконується з успіхом низка робіт з використанням ГІС і *CAD* як на території Київської області, так в цілому в Україні.

Землеустрій. Виконання землевпорядних робіт передбачає діяльність щодо:

- складання кадастрових планів і реєстрації прав на об'єкти нерухомості;
- виконання топографічної зйомки і геодезичних робіт;
- винесення (встановлення) меж на місцевості, винесення проектних рішень в натуру;
- оцінки вартості землі;
- агентських послуг з оформлення земельних ділянок і здобуття дозвільної документації.

Інженери-землевпорядники успішно володіють як інструментами ГІС, так і *CAD*.

Підготовка фахівців у сфері ГІС і *CAD* у вищих навчальних закладах (ВНЗ) України якраз вказує на тісний зв'язок цих рішень. Традиційні ВНЗ мають спеціалізовані факультети або кафедри з використанням *CAD* (як приклад, Київський національний університет будівництва та архітектури, низка транспортних ВНЗ).

3.4.3. Технологічна лінія продуктів Autodesk Geospatial

AutoCAD Map 3D – основний програмний продукт для створення інженерних ГІС і управління просторовими даними, він орієнтований на професіоналів у галузі ГІС: інженерів, проектувальників, технічних працівників та інших фахівців, які в процесі своєї роботи створюють, обробляють і виготовляють карти, займаються

плануванням інфраструктури, аналізують картографічну інформацію і використовують при цьому дані різних типів і форматів. Такі дані можуть включати векторну і растрову графіку в різних картографічних форматах, а також бази даних (як з геометричними об'єктами, так і з атрибутами), отримані з найрізноманітніших джерел.

AutoCAD Map 3D забезпечує ефективніше управління картографічними даними і дозволяє:

- легко і швидко коректувати креслення і карти;
- позбутися дублікатів і невірної інформації;
- використовувати інструменти *AutoCAD* для підтримки геопросторової інформації в актуальному стані;
- створювати класифікації об'єктів для формування звітів за єдиним стандартом;
- декільком користувачам одночасно працювати з декількома *DWG*-файлами і спостерігати за змінами в реальному часі;
- використовувати дані в різних форматах, включаючи *ODBC* і *SHP*, які можуть додаватися в проект без попереднього перетворення.

AutoCAD Map 3D надає користувачам доступ до даних, які необхідні для планування інфраструктури, проектування та експлуатації об'єктів. Він допомагає фахівцям, які розробляють проекти транспортних мереж, електричних мереж, земле- і водокористування, об'єднувати наявну в їх розпорядженні кадастрову, комунальну, топографічну, природоохоронну, графічну й отриману за допомогою лазерного сканування інформацію. Завдяки цьому краще візуалізуються й оцінюються існуючі умови, приймаються правильні рішення за підсумками розрахунку будмайданчиків, мереж і коридорів, поліпшується обмін інформацією у форматах САПР і ГІС з адміністративними органами, комунальними підприємствами та будівельними підрядниками. *AutoCAD Map 3D* – програмний продукт для планування інфраструктури:

1. Використання реальних систем координат дозволяє більш точно здійснювати геоприв'язку проектних даних.

2. Забезпечується прямий доступ до картографічних даних з безлічі джерел, у тому числі *ESRI SHP*, *Oracle* і *ESRI ArcSDE*.

3. Підтримуються операції читання, запису та перетворення даних з / в різні формати САПР і ГІС.

4. Дані можна редагувати звичайними командами *AutoCAD*.

5. Забезпечується імпорт і візуалізація великих наборів даних, включаючи дані лазерного 3D сканування і дані *LiDAR*.

6. Підтримується створення тематичних карт, виконання аналізу буферизації, пошуку оптимального шляху та аналізу накладень.

Autodesk MapGuide – сучасна орієнтована для сервера платформа представлення просторової інформації в мережі *Internet*. Дозволяє організаціям отримувати повноцінну інформацію і скорочує витрати на доставку просторової інформації до клієнтів, внутрішні процедури тощо.

AutoCAD Civil 3D – програма нового покоління, що базується на платформі *AutoCAD* і призначена для землевпорядників, проектувальників генплану, проектувальників лінійних споруд. В основі *AutoCAD Civil 3D* лежить випробувана на практиці технологія динамічного моделювання, яка об'єднує процеси проектування і створення робочих креслень.

Завдання, які вирішуються за допомогою *AutoCAD Civil 3D*:

Генплан:

- геодезичні дослідження;
- горизонтальне планування;
- розбиття дорожньої мережі і майданчиків забудови;

- вертикальне планування на основі 3D-моделі місцевості;
- інженерні мережі (тепло-, водо-, електропостачання, каналізація тощо);
- благоустрій і озеленення.

Проектування автомобільних доріг і залізниць:

- проектування поздовжнього профілю дороги;
- коректування профілю в інтерактивному режимі, збереження варіантів і відновлення їх для подальшого аналізу;
- проектування поперечних профілів земляного полотна і відповідних технічних споруд;
- проектування колекторних і комунікаційних систем;
- облік швидкісних характеристик ділянок дороги;
- розрахунок об'ємів земляних і планувальних робіт;
- паспортизація і кадастр об'єктів дороги.

Цифрові моделі місцевості і поверхні. Моделі складних поверхонь в *AutoCAD Civil 3D* підтримують динамічні зв'язки з вихідними даними – горизонталями, характерними лініями, моделями коридорів і об'єктами профілювання. Сформована поверхня використовується для відображення горизонталей, площ водозбору, напрямів стоку, результатів аналізу по ухилах і висотних відмітках. Вона повністю готова до візуалізації. Поверхня використовується як основа для здобуття поздовжніх і поперечних профілів, планів профілювання і коридорів.

Будь-які зміни вихідних даних призводять до автоматичного оновлення поверхонь і пов'язаних з ними елементів проекту.

Профільювання. *AutoCAD Civil 3D* містить інструменти для планування земляних робіт, які дозволяють моделювати поверхні для проектів будь-якого типу.

Картограми – діаграми переміщення земляних мас є важливим засобом комунікації між проєктувальниками і будівельниками. У *AutoCAD Civil 3D* вони дають чітке уявлення про відстані, об'єми і напрями переміщення ґрунту, розташування кар'єрів і місця вивантаження.

З *AutoCAD Civil 3D* складається *Autodesk Vault*, який є повноцінною системою управління документацією для креслень, об'єктів проєктів і пов'язаних з проєктами файлів. *Autodesk Vault* забезпечує управління доступом і управління версіями для всіх креслень проєкту. Одна головна копія кожного креслення проєкту міститься в базі даних проєкту. Іншим членам робочої групи дозволяється доступ до головної копії, і вони повідомляються про оновлення головної копії.

Autodesk Topobase™ – це одна з нових розробок, яка просто й оригінально вирішує завдання інтеграції геопросторової і експлуатаційно-фінансової інформації. З *Autodesk Topobase™* проєктувальники працюють у звичному середовищі *AutoCAD*, але всі створювані ними об'єкти: лінії, полігони, блоки є об'єктами *Oracle*.

Відповідно всі дані створені в *AutoCAD*, є доступними для додатків *Oracle* і легко інтегруються з такими системами, як *SAP*, *ESRI ARCSDE* та ін. За одним із жартівливих виразів розробників, «*Topobase* – це геопросторове представлення фінансово-бухгалтерської інформації».

В *Autodesk Topobase™* включені стандартні програмні модулі для управління широким спектром систем інфраструктури, включаючи водопостачання, каналізацію, газ, електрику тощо.

У кожному модулі містяться:

- детальна модель даних, яка може бути налагоджена для здобуття лише необхідної інформації;
- бізнес-правила, що забезпечують узгодженість дій різних відділів, що працюють з базою даних;

- різні моделі відображення, що дозволяють кожному користувачеві переглядати інформацію найбільш зручними масштабом, оформленням і форматуванням.

Також за допомогою спеціальних модулів цього продукту можна виконувати землевпорядні, кадастрові і дослідницькі завдання.

Ця система буде корисна комунальним і муніципальним підприємствам, телекомунікаційним і енергетичним компаніям, великим промисловим підприємствам для управління об'єктами інфраструктури. *Autodesk Topobase™* спростить життя ІТ-інтеграторам, які займаються побудовою і впровадженням комплексних систем управління. Сьогодні понад 500 компаній в усьому світі успішно застосовують програми лінії *Topobase* у своїй роботі.

AutoCAD Raster Design – додаток до *AutoCAD*, який дозволяє працювати з інженерно-технічною документацією, що зроблена скануванням, і даними дистанційного зондування Землі, включаючи супутникові знімки і цифрові моделі місцевості (*Digital elevation model-DEM*).

FDO Data Access Technology. Для спрощення використання можливостей технології доступу до даних *FDO* в програмі *AutoCAD Map 3D* корпорація *Autodesk* випустила програмне забезпечення *FDO* з відкритим кодом під товарним знаком *Open Source Geospatial Foundation™ (OSGeo™)*.

Технологія доступу до даних забезпечує безпосереднє використання картографічних даних, що зберігаються в різних СУБД, файлах і web-службах, дозволяючи фахівцям різних галузей ефективно використовувати інформацію, при цьому, операції читання і записи можуть здійснюватися практично з будь-якими реляційними базами даних і файловими форматами.

Тепер розробники у всьому світі отримали можливість використання технології веб-сервера-

картографії і доступу до геопросторових даних, а також створення додаткових постачальників даних *FDO*, які можна використовувати спільно з *AutoCAD Map 3D*.

Дуже часто, розробники безкоштовно надають доступ до своїх постачальників даних. Їх можна інтегрувати в програму *AutoCAD Map 3D*, а потім використовувати для доступу до додаткових форматів даних, які не входять у комплект постачання.

3.5. Побудова цифрової моделі рельєфу

Крім карт і планів, земну поверхню можна зобразити у вигляді цифрових моделей рельєфу. Під ***цифровою моделлю рельєфу*** – *ЦМР* (в англійській науковій літературі – Digital Elevation Model, DEM, інколи – Digital Terrain Model, DTM, хоча останній термін не є точним, оскільки його дослівним перекладом з англійської мови є термін «цифрова модель місцевості») – у геоінформації звичайно розуміють цифрове подання топографічної поверхні у вигляді регулярної мережі комірок заданого розміру (grid DEM) або нерегулярної трикутної мережі (TIN DEM). Ці дві форми подання ЦМР є в наш час взаємно конвертованими і мають практично однакові можливості щодо подання й аналізу рельєфу [38, с. 177].

Відомо, що в геоморфології і картографії існують дещо інші підходи до трактування цього поняття. У коло визначення ЦМР згідно з цими підходами звичайно входять форма задання вихідних даних і спосіб обчислення значень поля в заданих точках. Так, О.В. Поздняков і І.Г. Черваньов (1990) цифровою (точніше, структурно-цифровою) моделлю рельєфу називають модель, утворену дискретним масивом чисел, що описує просторове положення характерних точок каркасних ліній (тальвегів і вододілів) одного порядку. У картографії під ЦМР будь-якого географічного поля, у тому числі й рельєфу, розуміють певну форму подання вихідних даних

і спосіб їх структурного опису. Це дозволяє обчислювати (відновлювати) значення поля в заданій області шляхом інтерполяції і/чи екстраполяції [40].

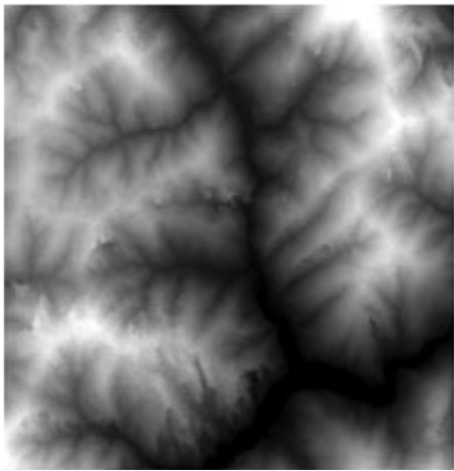
Виглядає, що з погляду на аналіз територіальних природних або природно-господарських комплексів і вирішення прикладних завдань, пов'язаних з навколишнім середовищем, засобами ГІС-технологій, кращим є перше визначення. Воно трактує ЦМР як *один із шарів інформаційного блоку ГІС, що містить цифрову інформацію про відмітки топографічної поверхні у вигляді растра або TIN-моделі*. У цьому разі форма представлення вихідних даних про рельєф і спосіб відновлення значень топографічної поверхні по комірках растра заданого розміру з використанням методів інтерполяції й екстраполяції складає основу її побудови.

За допомогою цифрової моделі рельєфу виконується апроксимація рельєфу з урахуванням його природних характеристик і умов, а також зв'язків між об'єктами, розташованими на земній поверхні. Отже, ЦМР – це тривимірне топографічне представлення деякого фрагмента земної поверхні.

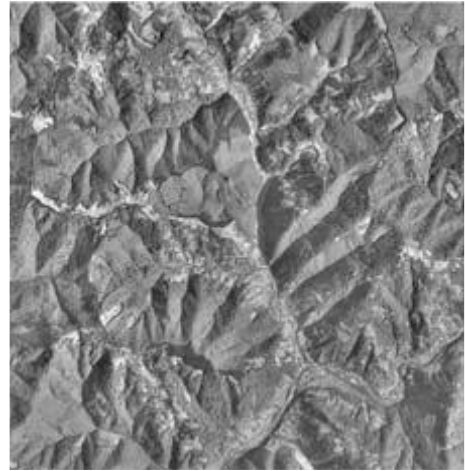
Цифрову модель рельєфу можна отримати різними способами, зокрема внаслідок радіометричного знімання місцевості, яке було зроблене на всю територію поверхні Землі (крім полюсів) радаром, запущеним у космос за допомогою космічного корабля Shuttle американським космічним агентством NASA – CGIAR. Створити цифрову карту з висотними відмітками (ЦМР) можна і на основі стереопар аеро- чи космічних знімків [26].

При побудові цифрової моделі рельєфу задаються параметри величини растра (растровий формат є найпридатніший для комп'ютерного аналізу території) та вид цифрової моделі (USGS DEM чи DTED) [ERDAS IMAGINE Field Guide]. Величина растра лімітується просторовою роздільною здатністю. Зображена на рис. 3.3 а ЦМР зроблена на основі аерофотознімків регіону

дослідження та має роздільну здатність 1 м (чим вищою є точка, тим світлішим тоном вона зображується).



а)



б)

Рис. 3.3. Цифрова модель рельєфу (а) та орторектифіковане зображення (б).

Точність отриманої цифрової моделі рельєфу можна оцінити на основі крупномасштабних топографічних карт, вихідних аерофотознімків чи іншої (більш детальної) цифрової моделі.

На основі цифрової моделі рельєфу, створеної для кожної стереопари знімків, проведено орторектифікацію – накладення аерофотознімків на ЦМР. Такі знімки можна використовувати для точних вимірювань і моделювання, створення різних ГІС-систем, оскільки ці зображення враховують рельєф території та мають просторову географічну прив'язку [46, с. 151].

Дані про рельєф можуть бути отримані за допомогою натурних вимірювань, включаючи топогеодезичні роботи на місцевості, промірні роботи на водоймах, дистанційне зондування, а також картометричні роботи. У зв'язку з цим можливі істотно різні форми задання цих даних:

1) з регулярним розміщенням точок на прямокутних, трикутних і шестикутних (гексагональних) сітках, отриманих за допомогою тахеометричної зйомки або спеціальних видів площинного нівелювання, а також у результаті картометричних робіт;

2) з нерегулярним поданням точок по структурних лініях, профілях, центрах площ, локальних точках, отриманих у результаті інструментальної зйомки чи картометричних робіт;

3) з ізолінійним заданням точок, розміщених по ізолініях рівномірно або з урахуванням складності їхнього рисунка, отриманих при цифруванні горизонталей топографічних карт [38, с. 178].

Процес цифрового моделювання рельєфу передбачає створення цифрової моделі рельєфу, її оброблення та використання. Джерелами вихідних даних для створення цифрової моделі рельєфу є топографічні карти, аерокосмічні знімки та інші дані ДЗЗ, дані альтиметричного знімання, супутникових систем позиціювання GPS, морські навігаційні карти, дані ехолокації тощо.

Розглянемо технологічні особливості побудови ЦМР за оптимізованими даними лазерного сканування місцевості.

Пропонована технологія використовує як основу для побудови оптимізованої ЦМР GRID-поверхні з розміром околу, що дозволяє відобразити всі необхідні форми рельєфу, особливо на ділянках з великим нахилом схилів [54]. Ці ділянки відрізняються тим, що плановий зсув якої-небудь точки поверхні призводить до значного відхилення позначок. Технологію засновано на використанні допоміжних матеріалів, похідних від початкової поверхні, прикладами можуть слугувати спеціальні моделі, що описують зміну поверхні за заданою ознакою (для визначення водостоків, хребтів, крутих схилів тощо). Матеріали, отримані на основі початкової необробленої поверхні, завжди вимагають додаткової обробки, оскільки відображають усі найдрібніші зміни на ній, а також шумові явища. Для цього зазвичай застосовують суміщені алгоритми апроксимації і видалення випадкових відхилень в околі, де окіл є деякою областю, в межах якої укладаються точки, найбільш

наближені до біжучої точки, вибраної під час обробки. Розмір околу вибирають залежно від рельєфу і щільності початкових ТЛВ, віднесених до класу «земля».

Апроксимацію і фільтрацію випадкових відхилень проводять за принципом матричної обробки значення регулярної сітки в сукупності з навколишніми точками, які не призведуть до появи випадкових стрибків значень. У результаті зменшується ступінь впливу окремо локалізованих областей. Технологію оптимізації початкової поверхні на основі допоміжних матеріалів подано на рис. 3.4.



Рис. 3.4. Технологія створення ЦМР [6, с. 148]

На рис. 3.5 наведено приклад побудови ЦМР для фрагмента тіншового рельєфу (Hillshade) у вигляді растра.

На растрі Hillshade чітко видно гірські системи гідрографії, за якими можна будувати гідрографічні об'єкти, включивши горизонталі і прив'язку. Накладання горизонталей, побудованих за TIN-моделлю, дозволяє відстежувати гідрографічну мережу складного розгалуженого характеру, що показано в дод. А.

Фрагмент карти 3D-моделі, отриманий за результатами обробки даних лазерного сканування, подано в дод. Б.

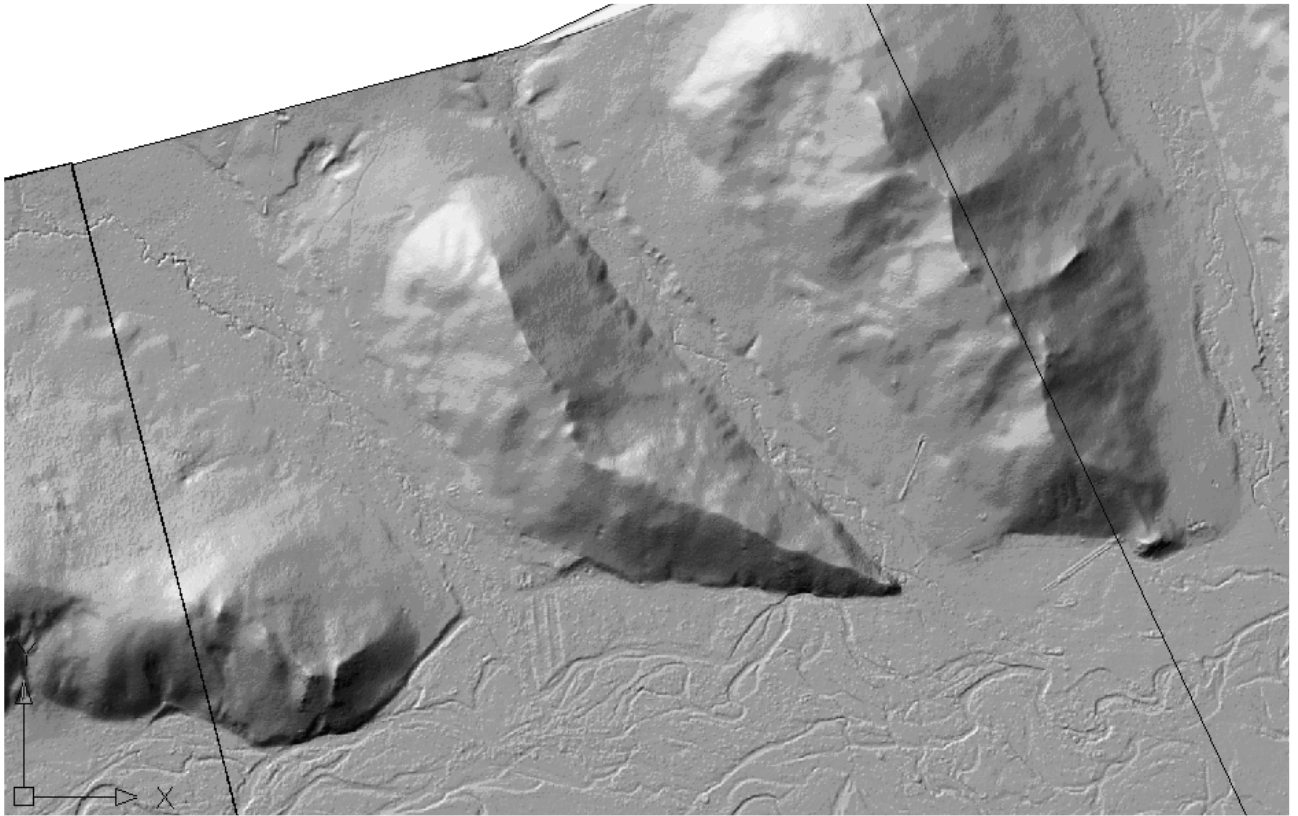


Рис. 3.5. Растр Hillshade

Таким чином, резюмуючи результати досліджень, необхідно відзначити, що для ефективного розв'язання задач гідрографії необхідно, залежно від типу об'єктів, використовувати різні матеріали як отримані безпосередньо з лазерного сканування, так і з результатів обробки вихідної інформації.

Цифрову модель рельєфу можна безпосередньо використовувати для оцінювання інтенсивності ерозії [8, с. 80]. З метою кількісного моделювання поширення площинного змиву з використанням ГІС-технологій науковцями [8] створено низку електронних карт рельєфу місцевості на територію Великоснітинської сільської ради Фастівського району Київської області (дод. В-Д).

Можливості ГІС дозволяють інтерпретувати просторову інформацію у найрізноманітніших моделях та способах зображення. Зокрема, розпізнавання форм рельєфу місцевості доречно вести не лише традиційним методом – через зображення їх способами ізоліній (горизонталей), а й створенням за горизонталями

триангуляційних моделей рельєфу (TIN – Triangulated Irregular Network).

Цифрова модель рельєфу, що ґрунтується на TIN-моделі просторових даних, є сукупністю поєднаних між собою плоских трикутних граней, що спираються на нерівномірно розміщену у просторі мережу точок з відомими відмітками топографічної поверхні. TIN-модель рельєфу дозволяє уникнути «надмірності» растрового різновиду ЦМР, що вимагає обов'язкового зберігання інформації про відмітки топографічної поверхні у всіх без винятку осередках растра. У TIN-моделі може зберігатися інформація тільки про відмітки характерних точок поверхні, розміщених на структурних лініях рельєфу, – вододілах, тальвегах, а також переломах поздовжнього і поперечного профілів схилів. У зв'язку з цим такий різновид ЦМР може забезпечити дуже компактне й досить ефективне і для візуального подання, і для виконання багатьох аналітичних процедур (обчислення відхилень, експозицій та ін.) зберігання інформації про рельєф території. При цьому очевидно, що інформативність точкових даних про рельєф істотно зростає і це висуває високі вимоги до точності їх дигіталізування.

Одержану TIN-модель рельєфу території Великоснітинської сільської ради Васильківського району Київської області (дод. Е) можна використовувати не лише для розпізнавання форм рельєфу й відповідної обробки цифрової моделі рельєфу місцевості, а й для розпізнавання вершин і западин рельєфу, для автоматизованої перевірки наявності обов'язкових оцінок висот у середині мінімальних замкнутих горизонталей, для розпізнавання сідловин, орографічних ліній (тальвегів, ліній вододілу), моделювання поширення площинного змиву тощо.

Одержані результати використовують з метою раціоналізації та екологізації землекористування, зокрема розміщення посівних площ

сільськогосподарських культур з урахуванням їх ґрунтозахисної здатності та природних передумов прояву ерозії, а також раціонального планування та організації протиерозійних заходів [8, с. 82].

Питання для самоконтролю

1. Що таке геоінформаційні системи (ГІС)?
2. З яких компонентів складається ГІС?
3. За якими ознаками класифікують ГІС?
4. Назвати основні типи ГІС.
5. Назвати принципи сучасного геоінформаційного землеустрою.
6. Назвати основні функціональні системи ГІС.
7. Які переваги використання програмних продуктів Autodesk у землевпорядкуванні?
8. Назвати галузі спільного використання *CAD* і ГІС.
9. Що таке цифрова модель рельєфу?
10. У чому полягає процес цифрового моделювання рельєфу?
11. Якими способами можна отримати цифрову модель рельєфу?

ЗЕМЕЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЗЕМЛЕУСТРОЇ

Земельна інформаційна система (ЗІС) є найпоширенішою у світі підсистемою єдиної геоінформаційної системи (ГІС) і, відповідно, володіє усіма можливостями сучасних ГІС-технологій, як правило, вміщує відомості (правові, природні, господарські тощо) про окремі земельні ділянки та землю певної території в цілому.

Як свідчать літературні дані, головною метою створення, функціонування та використання ЗІС є автоматизоване моделювання на основі комп'ютерних ГІС-технологій у поєднанні з можливостями автоматизованих систем (електронна тахеометрія, GPS тощо) і збір вихідних даних минулого, сучасного і майбутнього стану земель конкретної території, їх характеристик і властивостей, взаємозв'язків між земельними ресурсами та іншими компонентами геокомплексів і господарською діяльністю людей [4]. Це дає змогу визначити екологічний стан земель, закономірності їх поширення, надати їм об'єктивну виробничу оцінку та рекомендації щодо поліпшення родючості ґрунтів, їх раціонального та ефективного використання тощо.

Основною характеристикою ЗІС є створення динамічного багаторівневого інформаційного простору для формування оптимальних інформаційних потоків між адміністративними системами та системами землеустрою міста. Конкретний цільовий простір ЗІС визначає сутність роботи і повинен бути формалізований на системному рівні з необхідною повнотою. Метою ЗІС є забезпечення актуальною інформацією про земельні ресурси, зміну їх стану, якості та структури, динаміки використання земель та землевпорядкування для реалізації раціональної

державної політики, створення сприятливого інформаційного, технологічного та нормативно-правового середовища для забезпечення переходу до сталого розвитку регіону.

Земельна інформаційна система призначена для:

- забезпечення виконавчих органів міської ради, зацікавлених підприємств, установ, організацій, громадян відомостями про об'єкти земельних відносин з метою організації їх раціонального використання;
- прогнозування розвитку, планування і забудови населених пунктів;
- розміщення, проектування, будівництва і реконструкції об'єктів житлового, виробничого, комунального та іншого призначення;
- регулювання земельних відносин;
- організації та проведення робіт із землеустрою;
- визначення зон економічної оцінки територій, обґрунтування розмірів оподаткування і вартості земельних ділянок;
- обліку власників та користувачів земельних ділянок;
- контролю за використанням земельних ресурсів, аналізу реалізації затвердженої містобудівної документації та інших питань.

4.1. Використання земельно-інформаційних систем у проведенні землевпорядних робіт

Основна відмінність земельно-інформаційних систем від ГІС полягає в наступному:

- земельно-інформаційні системи містять, передусім, відомості про земельні ресурси та об'єкти нерухомості, тісно пов'язані із землею;
- інформація про земельні ділянки, що міститься в ЗІС, передбачає підвищені вимоги до точності

вимірів, введення і виведення даних, що необхідно для геодезичної прив'язки земель на місцевості і відображення їх на планах (картах); іншими словами, земельно-інформаційні системи є більш точними, ніж ГІС;

- до загальної структури земельно-інформаційної системи як спеціального обчислювального комплексу як самостійні підсистеми входять блоки автоматизованого картографування, автоматизованого проектування, управління базами даних, що дозволяють не тільки будувати в різному масштабі карти з використанням засобів цифрової фотограмметрії і картографії, а й робити різні геодезичні дії (обчислення площ, вимірювання відстаней, визначення координат тощо) з необхідною точністю;
- основне призначення земельно-інформаційної системи полягає в забезпеченні управління земельними ресурсами на основі обліку й аналізу даних про землю [7].

Однією з функцій ЗІС є забезпечення користувачів вичерпною, достовірною та своєчасною інформацією про земельні ресурси на різних ієрархічних рівнях управління.

Виділяють три ієрархічні рівні управління:

- операційний (виконавці);
- тактичний (менеджери);
- стратегічний (державне стратегічне планування).

На основі стратегічного планування приймаються управлінські рішення нижчих рівнів – тактичного та операційного. На тактичному рівні здійснюється аналіз інформації та розробляються нові методи, які затверджуються на стратегічному рівні. На операційному (експлуатаційному) рівні за допомогою ЗІС (рис. 4.1) розв'язуються типові виробничі задачі.



Рис. 4.1. Схеми організації ЗІС на операційному рівні управління

Земельно-інформаційна система – це інструмент для законного, адміністративного і економічного прийняття рішень і допомоги плануванню й розвитку, що складається, з одного боку, з бази даних, яка містить просторові, пов'язані із землею, дані для певної галузі, а з іншого боку, процедур та методів для систематичного збору, поновлення, обробки і розподілу даних. Основа ЗІС – уніфікована система координат, яка робить можливим поєднання даних у рамках системи з іншими поєднаними з землею даними.

Теоретично ЗІС повинні бути складовою частиною ГІС, але, з огляду на великі потоки специфічної інформації, їх виділяють у самостійні системи. Проте для розширення їхніх можливостей створені спеціальні програмні продукти (наприклад, як InterLIS), що дозволяють робити постійний обмін просторовими й атрибутивними даними між обома типами систем.

InterLIS є як мовою опису, так і форматом обміну даних. Він виник у рамках розвитку кадастрових зйомок і базується на стандартній технології реляційних баз даних, що була розширена елементами просторового опису (для точок, ліній, площ).

Основою функціонування ЗІС є кадастрові зйомки (інвентаризація земель), що дозволяють створити кістяк території (наприклад, у вигляді меж земельної власності) і різні інформаційні шари (наприклад, за складом угідь, рельєфом місцевості, гідрографією тощо), що дає змогу приймати різні рішення щодо організації раціонального використання й охорони земель.

При цьому кадастрові зйомки (інвентаризація земель) гарантують правильну прив'язку на місцевості всієї подальшої інформації, що закладається в структуру інформаційних шарів.

Інформаційний шар – це спеціальний масив даних, що має визначене цільове призначення і відповідний зміст. За допомогою інформаційних шарів можна розв'язувати різні спеціальні задачі, складати тематичні карти, розробляти проекти, пов'язані з використанням різних ресурсів; залежно від інтересу користувача шари можуть виводитися на екран комп'ютера в різних комбінаціях, сполучатися, виводитися на плотер.

Схематично структуру шарів земельно-інформаційної системи зображено в дод. Ж та З.

Як правило, до переліку базових інформаційних шарів входять:

- точки опорної межевої мережі;

- межі земельних володінь;
- дані районування за типами використання земель;
- точкові/лінійні об'єкти;
- рельєф місцевості;
- географічні назви.

Інформаційний шар «*Опорні точки (планові і висотні)*» є базовим як для інших інформаційних шарів ЗІС, так і для іншої інформації, що має координати. Опорні точки гарантують прив'язку на місцевості будь-яких об'єктів на тривалі проміжки часу з необхідною якістю. Цей шар може постійно оновлюватися з появою технічних засобів, що дають вищу точність вимірів.

Шар «*Межі*» фактично створює територіальний каркас місцевості. Він містить у собі, як правило, адміністративні межі, межі нерухомості і межі самостійних і довгострокових прав (наприклад, права довгострокової оренди), а також межові точки.

Шар «*Використання земель / площинні об'єкти*» являє собою план фактичного використання земель з розміщенням земельних угідь (рілля, багаторічні насадження, кормові угіддя), будівель, водойм, лісів. Він слугує вихідною базою для обліку земель за угіддями, а при землевпорядкуванні – для складання фактичної експлікації земель різних власників за угіддями з обчисленням вихідних площ.

Шар «*Точкові/лінійні об'єкти*» містить дані про розміщення об'єктів, які на плані показують у вигляді точок (колодязі, джерела, вежі, які окремо стоять, дерева, пам'ятники тощо) і ліній (лісосмуги, вузькі польові дороги, мости, шляхопроводи, гідротехнічні споруди, високовольтні повітряні лінії, укріплені береги, наземні трубопроводи й тощо).

Перелік угідь, точкових і лінійних об'єктів, як правило, встановлюється нормативно-правовими актами й інструктивними матеріалами щодо ведення земельного кадастру, різноманітних зйомок, землевпорядкування.

Шар «*Рельєф місцевості*» являє собою сукупність висотних точок із вказівкою відміток висот, місць перегинів рельєфу і його форм. На основі цього шару, а також трьох попередніх шарів може бути побудований план місцевості з горизонталями, який використовується в землепорядному проектуванні.

Шар «*Географічні назви*» містить інформацію про назви населених пунктів, окремих місцевостей, урочищ, балок, рік, угідь тощо.

У разі необхідності для цілей реєстрації землеволодінь і землекористувань, землепорядкування і земельного кадастру можуть створюватися й інші просторово прив'язані інформаційні шари, у тому числі власників землі, економічної оцінки землі, схеми розподілу карти, меж прибережних смуг і водоохоронних зон, меж санітарно-захисних, охоронних, буферних та інших зон, мереж комунікацій різного призначення (енергозабезпечення, теплопостачання, каналізації, водопостачання, газорозподілу, телекомунікацій тощо), доріг різного класу і категорій, зон забудови, зон захисту ґрунтових вод, ліній фасадів, адрес будинків (як прив'язки осьових ліній), назв вулиць, номерів будинків і т. д.

Введення додаткових шарів можливе доти, доки це не починає серйозно сповільнювати обмін даними в системі.

ЗІС набули значного поширення в розвинутих закордонних країнах для розв'язання різних землепорядних і земельно-кадастрових задач. Зокрема, їх використовують для реєстрації земельних ділянок; для одержання інформації про ділянку після нанесення її на карту; для пошуку земельної ділянки або об'єкта за його номером або адресою; для встановлення переліку об'єктів, що потрапляють в задану область й мають визначені властивості (наприклад, земельних ділянок, розташованих у водоохоронних зонах); у виборі оптимальних маршрутів перевезень вантажів тощо.

У веденні земельного і майнового кадастрів ЗІС застосовують для виділення різних територіальних зон при районуванні, оцінці земель і об'єктів нерухомості, створенні економічного механізму регулювання земельних відносин (за допомогою оподаткування, регулювання земельного ринку тощо).

Під час моніторингу земель ці системи використовують для паспортизації земельних ділянок, оцінки екологічного стану території (забруднення ґрунтового покриву і рослинності важкими металами, радіонуклідами тощо), для виявлення джерел забруднення й аналізу розміщення об'єктів, що забруднюють територію, у моделюванні процесів поширення забруднень у поверхневих і підземних водах і атмосфері, для контролю за використанням і охороною земель.

Але особливо важливе значення ЗІС мають у землевпорядкуванні. Вони можуть бути досить корисні для розв'язання таких землевпорядних задач:

- відновлення (коригування) планово-картографічного матеріалу;
- проведення землевпорядного обстеження території; інвентаризації земель;
- межування земель (встановлення, відновлення і закріплення на місцевості меж земельних ділянок);
- землевпорядного проектування (у міжгосподарському і внутрішньогосподарському землевпорядкуванні, робочому проектуванні);
- проведення агроекологічного, еколого-ландшафтного, еколого-господарського й інших видів зонування територій для цілей землевпорядкування в сільській місцевості;
- здійснення землевпорядних робіт у населених пунктах, складання планів земельно-господарського устрою міст, містобудівного зонування і проектування;

- планування використання й охорони земель на рівні адміністративно-територіальних формувань (земель сільських, селищних і міських адміністрацій, адміністративних районів, областей, країни в цілому).

Варто також мати на увазі, що дані, одержувані в ході проведення землевпорядних робіт, слугують для поповнення і відновлення інформації, що міститься в ЗІС. Наприклад, після складання проекту міжгосподарського землевпорядкування, пов'язаного з перерозподілом земель, з'являються нові землевласники і землекористувачі. Дані про них і закріплені за ними земельні ділянки вносяться в ЗІС і надалі використовуються для різних управлінських задач, пов'язаних з використанням земель.

Зазначимо, що зміна прав власності на землю може відбуватися і без зміни меж ділянок. Наприклад, якщо власник землі продає свою ділянку, то покупець, уклавши договір купівлі-продажу, стає новим власником, лише зареєструвавши у встановленому порядку цей договір й оформивши відповідні реєстраційні документи. Тільки після цього як новий землевласник він може бути внесений у земельно-інформаційну систему (у реєстри власників і земельних ділянок). Повного переліку землевпорядних робіт (встановлення меж, визначення місця розташування і площ ділянки) у цьому разі не потрібно, тому що всі вони вже були зроблені колись. Проте сама процедура зміни землевласника має землевпорядний характер і вимагає оформлення землевпорядної справи (відповідної землевпорядної документації), що слугує підставою для зміни прав власності на землю.

У побудові земельно-інформаційних систем і використанні їхніх даних застосовуються різні розділи математики, такі, наприклад, як геометрія, тригонометрія, теорія графів, дослідження операцій, сіткове планування і керування, математичне

програмування, математичний аналіз (особливо для аналізу зображень і розпізнавання образів за допомогою складних аналітичних функцій).

Для створення ЗІС широко використовуються дані математичної картографії; результати дистанційних досліджень з літаків і космічних літальних апаратів; фотограмметричних робіт із застосуванням аналогових і цифрових приладів; дані геодезії і топографії, отримані з використанням електронних тахеометрів, польових комп'ютерних систем, GPS-засобів.

4.2. Вхідні та вихідні дані земельно-інформаційних систем

Найважливішими принципами створення ЗІС є просторова та атрибутивна сумісність, повнота та актуальність баз даних, прозорість усіх аспектів вхідних даних.

Залежно від типу джерел вхідних даних застосовуються різні технології їх введення. Насамперед розділяють методи введення просторових і атрибутивних даних, для чого розроблено різні види графічних і табличних редакторів. Залежно від виду і якості вхідних матеріалів можуть використовуватися методи ручного або автоматизованого введення.

Як вихідні матеріали, з яких виконується введення даних, використовують:

- топографічні карти;
- загальногеографічні карти різного тематичного змісту;
- архітектурні плани і плани землевпорядкування;
- дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ);
- матеріали польової інструментальної зйомки;
- стандартні статистичні звітні форми в паперовому й електронному поданні;

- текстові джерела, фотографії й ілюстрації;
- рукописні карти і тексти.

Картографічну основу ЗІС складають цифрові топографічні карти, які забезпечують картографічну прив'язку і координування всіх інших просторових даних. Картографічна основа складається з набору просторових векторних шарів, що топологічно коректно пов'язані між собою.

Для просторового прив'язування і копіювання даних у побудові багатьох картографічних баз даних, включаючи тематичні карти і цифрові моделі рельєфу, використовують топографічні карти – загальногеографічні карти універсального призначення, що докладно зображають місцевість. Топографічні карти поділяють на великомасштабні (1:50000 і більше), середньомасштабні (1:100000 — 1:500000, рис. 4.2) і дрібномасштабні, або оглядово-топографічні (дрібніше 1:500000).

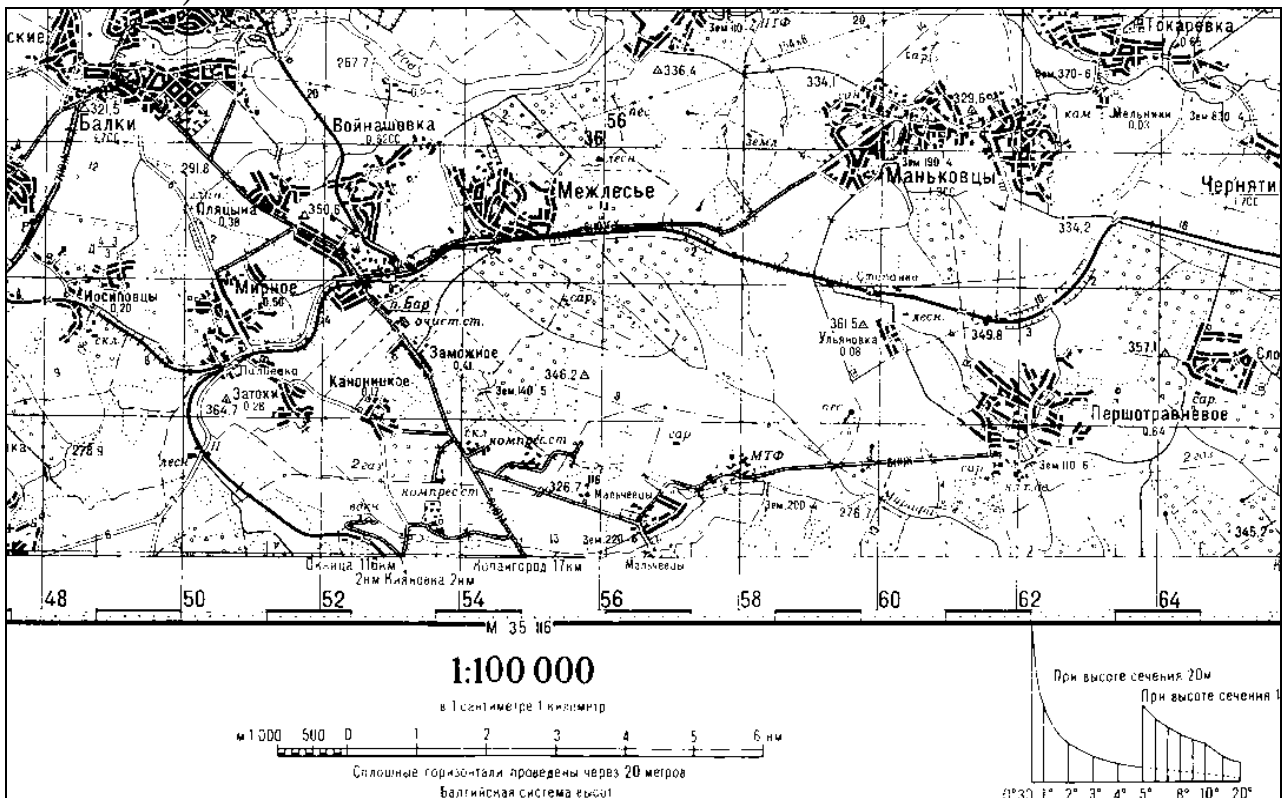


Рис. 4.2. Фрагмент топографічної карти масштабу 1:100000

У кожній країні існує офіційно прийнята державна система картографічних проєкцій, масштабів, розграфлення і номенклатури карт та умовних знаків для топографічних карт. Великомасштабні топографічні карти (1:50000, 1:25000 і 1:10000) створюють за матеріалами польових топографічних зйомок, а всі інші – складають за більш великомасштабними картами.

Одним із найважливіших елементів карт, що впливають на точність представлення об'єктів у просторі за координатами x , y , z , є координатна і висотна системи.

Для топографічних карт, створюваних у системі картографічних установ колишнього СРСР, а згодом і України, використовується координатна система Гаусса-Крюгера – система плоских прямокутних координат і рівнокутна картографічна проєкція з тією самою назвою. У проєкції Гаусса-Крюгера поверхня еліпсоїда на площині відображається по меридіанних зонах, ширина яких дорівнює 6° (для карт масштабів 1:500000-1:10000) і 3° (для карт масштабів 1:5000-1:2000). На аркушах топокарт відображається картографічна рамка як з географічними координатами (градуси/хвилини/секунди), так і з топографічними координатами (метри відносно початку координат зони). З урахуванням спотворень проєкції, технології топографічної зйомки і додрукової підготовки аркуша карти, просторова похибка у відображенні будь-якого об'єкта на поліграфічному відбитку карти не повинна перевищувати 0,1 мм. Виходячи з цієї величини, можна визначити величину систематичної похибки і, відповідно, точність цифрової карти, побудованої на основі топокарти обраного масштабу. Для масштабу 1:200000 закладена похибка становитиме близько 20 м, для 1:100000 – 10 м, для 1:10000 – 1 м. Таким чином, для одержання підсумкової точності цифрової карти 1 м і нижче необхідно використовувати топокарти масштабу 1:10 000 або матеріали спеціальної топографічної зйомки.

Для визначення висотних координатних систем використовують референц-еліпсоїди – геометричні моделі

усередненої поверхні земної кулі. У різних країнах використовують різні еліпсоїди і початкові точки відліку висот (для топокарт, які виробляють в Україні, використовують еліпсоїд Красовського і Балтійську систему висот), тому, використовуючи топокарти різних країн, слід порівнювати висотні системи. Проблема розбіжностей висотних систем загострилася з початком масового застосування приймачів супутникового визначення координат і висот.

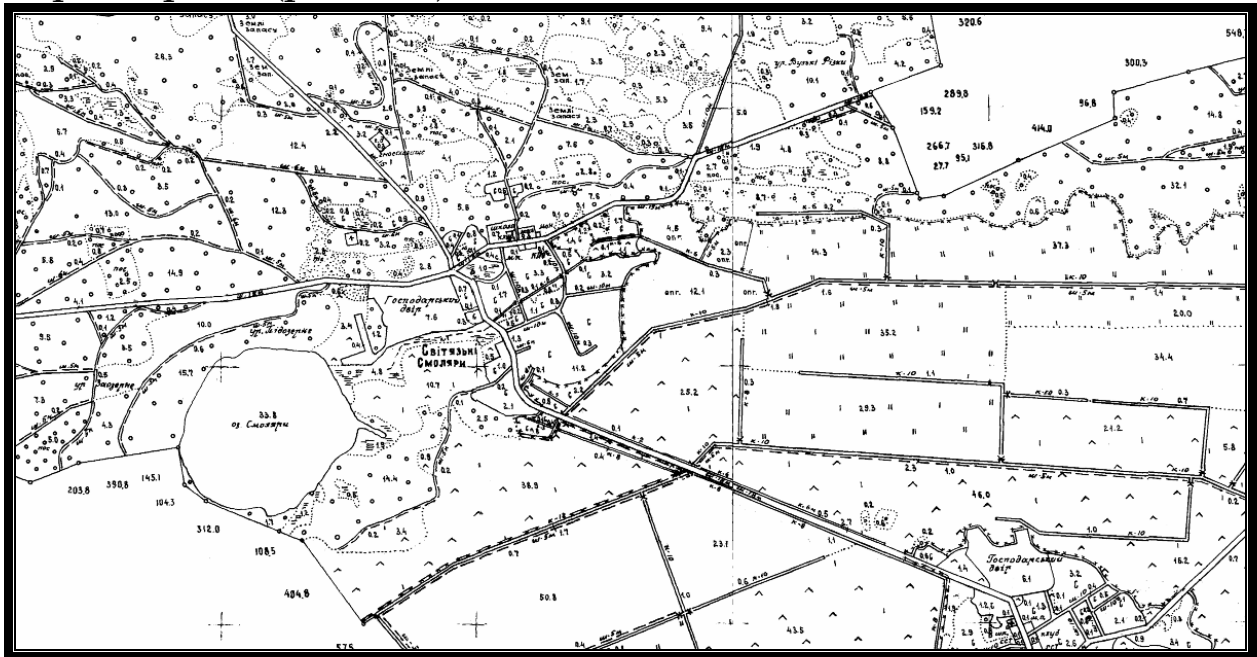
За топокартами можна визначити і безпосередньо цифрувати такі просторові об'єкти:

- систему координат (географічну чи топографічну);
- місце розташування і висоти пунктів опорної геодезичної мережі;
- оцінки висот рельєфу, контури і глибину ерозійних форм;
- місце розташування гідрографічних об'єктів, оцінки урізів води, глибин, ширини русла, швидкості і напрямку течії;
- назву населеного пункту, кількість будинків, тип і контури великих будівель, кар'єрів тощо;
- тип покриття, ширину проїжджої частини й узбіччя для автодоріг, конструкцію, довжину і вантажопідйомність мостів, висоту (глибину) насипів і виїмок;
- контури лісових масивів або ділянок природної рослинності, тип деревних порід, висоту і густоту рослинності, ширину лісосмуг;
- місце розташування і тип елементів лінійної технічної інфраструктури (ЛЕП, трубопроводи).

Найбільш достовірним джерелом інформації про контури водних просторів, глибини і характер дна є навігаційні карти, що мають той самий масштабний ряд, що й топографічні [38, с. 97-99].

Схеми внутрішньогосподарського землевпорядкування, що містять також інформацію про ґрунтовий

покрив, звичайно виготовляють у масштабах 1:25000 і 1:10000. Для населених пунктів існують архітектурні плани різних масштабів (1:5000, 1:2000, 1:500), на які нанесені вулична мережа, контури будинків, межі ділянок землекористування, підземні і наземні інженерні комунікації. Однак ці матеріали виконані в умовній системі координат, і для їх використання разом з іншими джерелами необхідне виконання певних просторових перетворень (рис. 4.3).



*Рис. 4.3. Фрагмент плану землекористування,
М 1: 10 000*

Різні загальногеографічні і тематичні карти також можуть бути джерелом даних. Більшість таких карт виконана в масштабі дрібніше 1 : 1 000 000 у різних картографічних проєкціях і має значні лінійні або кутові спотворення. Цифрування таких матеріалів вимагає врахування параметрів картографічних проєкцій, дані про які є в більшості картографічних редакторів. У процесі обробки таких карт можуть знадобитися процедури загальної або локальної трансформації зображень для прив'язування системи координат джерела даних під систему координат загальної бази даних ГІС-проєкту.

Сучасні роботи землеустрою передбачають використання матеріалів дистанційного зондування (ДЗЗ).

Дистанційне зондування Землі – це спосіб отримання інформації про земну поверхню та розташовані на ній об'єкти шляхом реєстрації електромагнітного випромінювання, що відбивається від них, без безпосереднього контакту.

Досить часто, говорячи про дистанційне зондування, мають на увазі знімання Землі з космосу. Між тим до цього способу збору даних належить і аерофотознімання, і повітряне лазерне сканування.

Сьогодні в космосі працюють десятки апаратів різних типів, що виконують збір даних різними дистанційними методами. Серед них значну роль відіграють комерційні апарати, знімки яких доступні для використання не тільки урядовим та військовим структурам, а й широкому колу користувачів в усьому світі.

Дані, отримані завдяки дистанційному зондуванню Землі з космосу та повітряному зніманню, знаходять досить широке застосування в різних сферах діяльності:

- створення та оновлення карт;
- кадастр, планування та управління територіями;
- екологічний та природоохоронний моніторинг;
- оцінка стану сільськогосподарських культур, прогнозування врожаю;
- контроль стану лісів, спостереження за вирубкою та оцінка наслідків лісових пожеж;
- метеоспостереження та прогнозування погоди, контроль кліматичних змін;
- прогнозування та спостереження за стихійними лихами, оцінка наслідків;
- геологічні дослідження, розвідка корисних копалин;
- дослідження атмосфери та Світового океану;
- спостереження за станом льодовиків;
- виявлення випадків незаконного судноплавства.

Методи дистанційного зондування

Фотознімання – фотографування поверхні у всьому видимому діапазоні спектра чи певній його частині, а також в інфрачервоному діапазоні. Широко застосовується в повітряному та космічному зніманні з метою отримання даних для створення та оновлення карт.

Сканерне знімання – знімання поверхні за допомогою оптичних або багатоспектральних пристроїв – сканерів. Відміною таких пристроїв від звичайних фотокамер є те, що сканер, рухаючись уздовж або вздовж і впоперек маршруту знімання, поступово фіксує відбиття променя від поверхні і скеровує його в об'єктив. Під час знімання поверхні за допомогою сканера формується зображення з окремих елементів (пікселів), кожному з яких відповідає яскравість випромінювання ділянки поверхні.

Радарне знімання – активний метод знімання, що спирається на випромінювання в напрямку поверхні, яка знімається, сигналу та прийом його відбиття. Зазвичай радарне знімання здійснюється в радіодіапазоні за допомогою локаторів бокового огляду (ЛБО). Перевагою цього методу є можливість виконання знімань у темну пору доби та незначний вплив погодних умов: туману, хмарності. Радарне знімання використовується для визначення форми поверхні (рельєфу) та вивчення її геологічної структури.

Теплове знімання – знімання в інфрачервоному діапазоні, що спирається на фіксацію теплового випромінювання поверхні та об'єктів, зумовленого сонячним випромінюванням або ендегенними процесами, та виявлення аномалій. Теплове знімання дозволяє виявляти елементи гідрографії, вивчати геологічну структуру поверхні, льодовий стан, вулканічну діяльність, температурну неоднорідність водного середовища, виявляти рельєф дна.

Спектрометричне знімання – вимірювання відбиваючої здатності поверхні чи шарів речовини.

Проводиться в мікрохвильовому, інфрачервоному діапазонах, а також у видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні. Застосовується для вивчення гірських порід.

Лідарне знімання – активне знімання поверхні шляхом безперервної фіксації відбиття від поверхні, яка опромінюється монохроматичним лазерним випромінюванням з фіксованою довжиною хвилі. Здебільшого лідарне знімання ведеться з носіїв з не дуже великою висотою польоту. Частота випромінювання налаштовується на резонансні частоти поглинання компоненту, який сканують, і таким чином за наявності значних концентрацій цього компонента відбиття значно збільшується. Застосовується для вивчення нижніх шарів атмосфери, виявлення концентрації певних елементів та сполук (дод. II) [51].

Сьогодні на орбіті перебуває близько 50-ти космічних апаратів (КА) ДЗЗ. Як показав аналіз зарубіжних матеріалів з дистанційного зондування Землі, важливою тенденцією сьогодення є міжнародна співпраця. Висока вартість ДЗЗ з космосу потребує тісного міжнародного співробітництва. Координація та оптимізація користі від використання ДЗЗ різними країнами, обмін досвідом, створення глобальних банків даних забезпечується Комітетом супутникового спостереження Землі (*CEOS*), який сьогодні є головним міжнародним центром узгодження програм ДЗЗ й взаємодії цих програм з користувачами дистанційних даних і всесвітніми інформаційними ресурсами.

У 2003 році на Першому саміті з питань спостереження Землі було поставлене завдання розробки 10-ти річного Плану зі створення Глобальної системи спостережень Землі (*GEOS*), а в лютому 2005 року в Брюсселі на Третньому саміті представники урядів 58 країн, у тому числі України, й 30 міжнародних організацій схвалили десятирічний план дій на 2005–2014 роки. *GEOS* має забезпечити:

- повний і відкритий обмін результатами спостережень;
- уніфікацію отримуваних даних;
- збір і поширення даних на постійній і плановій основі;
- законодавчу підтримку спостережень Землі.

На європейському рівні першим кроком стало створення Проекту Глобального моніторингу в інтересах безпеки та збереження довкілля *GMES*. Сьогодні відбувається формування українського сегмента *GMES*. Важливою тенденцією в розвитку ДЗЗ є суттєве покращання просторового розрізнення зображень, які отримують з космосу.

Враховуючи, що 90 % користувачів потребують дані із розрізненням, кращим ніж 3 м, це дозволяє значно розширити коло завдань, які будуть розв'язуватися з використанням таких космічних знімків.

Основні вимоги до знімків дуже високого розрізнення наступні:

- висока роздільна здатність – не гірше ніж 1 м у панхроматичному режимі;
- висока радіометрична здатність – не менше ніж 11 біт на піксель у панхроматичному режимі;
- наявність не менше ніж 4 спектральних каналів, у тому числі одного інфрачервоного;
- роздільна здатність мультиспектральної зйомки – не гірше ніж 4 м;
- можливість одержання стереозйомки;
- можливість відновлення картографічного матеріалу масштабу від 1:5000 і створення топокарт масштабу від 1:10000;
- періодичність одержання даних на одну і ту саму область на земній поверхні не більше ніж 3 доби;
- можливість здійснення моніторингу певних територій і районів з періодичністю не менше ніж 4 рази на рік;

- ширина смуги захоплення повинна складати не менше ніж 8 км;
- можливість одержання «перспективної» зйомки з відхиленням від надира до 30 градусів.

Сьогодні на орбіті є декілька супутників, що повністю задовольняють перелічені вимоги. Це КА *Quick Bird* (0,6 м), *IKONOS* (1,0 м), *Orbview* (1,0 м), „Ресурс ДК” (1,0 м), *EROS-B* (0,7 м).

Сьогодні технологія ДЗЗ в основному ще перебуває на стадії суперкомп'ютерів. Процес одержання космічних зображень та прийняття рішення на основі їх аналізу розтягнуті в просторі й часі, що унеможлиблює прийняття оперативних рішень.

Поява мобільних станцій приймання, потужних персональних комп'ютерів та зменшення цін на них і програмні засоби обробки даних ДЗЗ означає, що кожний громадянин буде мати змогу одержувати за доступну ціну космічні зображення потрібної детальності. У недалекому майбутньому інтерпретація космічних знімків та просторовий аналіз на їх основі за аналогією з комп'ютерною грамотністю, стане досить розповсюдженим явищем.

Цьому значною мірою сприятимуть реалізація різних освітніх програм ДЗЗ в багатьох навчальних закладах України, а також поява в Інтернеті сайтів *earth.google* (дод. К - М), *kosmosnimki*, *scanex* та інших, коли кожний має змогу ознайомитися із зображеннями будь-якої території земної кулі.

Таким чином, дистанційне зондування Землі залишається надзвичайно важливим інструментом збору цінної інформації про різні сфери існування людства і планети Земля. Головні напрями розвитку ДЗЗ визначаються першочерговими проблемами і пріоритетами сучасного технологічного розвитку. Тому матеріали ДЗЗ знаходять сьогодні широке застосування в дослідженні екологічної ситуації, природних ресурсів та стану територій світу з одного боку, а з іншого – у

створенні інформаційних систем управління природокористуванням.

Знімки, які отримують в центрі приймання космічної інформації, проходять попередню міжгалузеву й тематичну обробку. Останню називають також інтерпретацією зображень.

Інформація, яку можна бачити на зображеннях (знімках), не представлена чітко – вона ніби закодована в різноманітних тонах та текстурі зображень.

Інтерпретація зображень – це отримання потрібної інформації з первинних матеріалів дистанційної зйомки.

Залежно від завдання інтерпретація може здійснюватись з певним ступенем точності. Слід пам'ятати, що точна інтерпретація вимагає знань з відповідної галузі та суміжних дисциплін. Наприклад, точна інтерпретація геологічної інформації потребує не тільки досвіду в геології, але й певною мірою знання ботаніки, щоб з'ясувати, як рослинний покрив може впливати на геологічні ділянки, які не видно безпосередньо на знімку.

Для проведення якісної інтерпретації треба також зібрати якомога більше додаткової інформації про територію зйомки і всі її об'єкти (тому що кожний регіон має свої унікальні особливості і характеристики). Крім того, треба також знати, якою системою дистанційного зондування було одержано зображення і параметри знімка: діапазон електромагнітного спектра, роздільну здатність, особливості реєстрації зображення тощо.

Головні **завдання** інтерпретації зображень такі:

1. Класифікація – поділ об'єктів, характеристик, територій на групи залежно від їх вигляду на знімку.

2. Перелік окремих видимих об'єктів на знімку (наприклад, у групі «житлові масиви» можна виділяти окремі будинки, багатоповерхові комплекси, пересувні будиночки та ін.).

3. Вимірювання – встановлення певних параметрів знімку. Розрізняють два важливі типи вимірювання. Перший – це обчислення геометричних характеристик – відстань, висота, довжина тощо. Цим займається фотограмметрія, яка прив'язує знання геометрії зображень до встановлення точних відстаней. Другий тип вимірювань стосується яскравості зображень. Така наука, як фотометрія, займається обчисленням інтенсивності освітлення, оцінкою яскравості картини на основі тону й відтінків зображень за допомогою спеціальних приладів (денситометр). Якщо ж випромінювання виходить за межі видимого спектра, тут використовують термін «радіометрія».

4. Окреслення – той, хто інтерпретує знімок, повинен окреслити різні ділянки як на знімку за їх тоном, текстурою, виявити межі (наприклад, між лісом та полем), елементи гідрографічної мережі та ін. Необхідно виокремити ділянки з подібними особливостями тону й текстури зображення та поділити їх на тематичні групи.

Міжгалузєва обробка виконується для того, щоб первинні матеріали космічної зйомки стали придатними для використання в тій чи іншій галузі господарства, а також для виготовлення інформаційних документів та передачі їх зацікавленим організаціям.

Різні види знімків Землі з космосу є надзвичайно цінними у вивченні поверхні Землі, надр, рослинного покриву, атмосфери, морів та океанів, тому їх можна з успіхом використовувати для:

- планування економічного розвитку та управління природокористуванням у межах великих міст;
- гідрометеорологічного прогнозування;
- вивчення надр, пошуків нафти, газу, рудної сировини, будівельних матеріалів, прісних ґрунтових вод;
- вивчення агропромислових ресурсів та умов, оцінки земельного фонду, картографування ґрунтів,

виявлення ерозійної небезпеки та засолення ґрунтів,

- інвентаризації лісового фонду, виявлення ділянок лісів, уражених шкідниками, хворобами та пожежами, проектування лісорозробок;
- інженерної оцінки місцевості, розробки проектів крупних інженерних комунікацій і споруд;
- дослідження шельфу, виявлення біопродуктивних зон у морях та океанах;
- картографування територій, у тому числі й важкодоступних;
- різних видів моніторингу, у тому числі й екологічного;
- дослідження динаміки природних процесів, контролю за станом довкілля тощо [11].

Результати польової інструментальної зйомки відображені у даних з електронних геодезичних приладів, які представлені файлом із координатами та ідентифікаторами точок зйомки. У таких файлах також може міститися інформація про проведені виміри – вертикальні і горизонтальні кути, відстані. Файли даних можуть створюватися в спеціальних фірмових форматах або у звичайному текстовому форматі *ASCII*.

Комплекс геодезичних розрахунків призначений для обробки даних топографо-геодезичних вишукувань у камеральних умовах, нанесення результатів обчислень на електронну карту й формування звітних документів. Програмні засоби, що входять до складу геодезичного блоку, дозволяють вирішувати більшість завдань, що стоять перед організаціями, які виконують польові роботи для складання великомасштабних планів і постановки земельних ділянок й об'єктів нерухомості на кадастровий облік [10].

Спеціальні програмні пакети для обробки даних геодезичних вимірів, або модулі координатної геометрії інструментальних пакетів ГІС (пакет Інвент-Град (Україна); програмні пакети CREDO компанії «Кредо

Діалог» (Білорусь), розширення Survey Analyst, сім'ї пакетів *ArcGIS* компанії *ESRI* (США) та ін.) зчитують такі дані за допомогою спеціальних конверторів.

Текстові дані перетворюються в координати точок прив'язування, для яких за обмірюваними кутами і відстанями визначаються місця розташування точок по контурах об'єктів (будинків, доріг та ін.), створюється графічний векторний файл. Якщо прилад підтримує введення ідентифікаторів і описів об'єктів під час зйомки, ці дані можуть автоматично вводитися в атрибутивну базу даних.

Джерелом атрибутивних даних можуть бути стандартні звітні форми різних державних, комерційних і громадських організацій, наукові звіти і публікації, дані спостережень на гідрометеорологічних станціях тощо. Велика частина таких документів створюється і подається в цифрованому вигляді у форматах програмних пакетів обробки документів *Word*, *Excel*, *Access*.

Для обробки текстових даних розробляють методи їх групування, формалізації, переведення в табличну форму. Для обробки паперових джерел можуть використовуватися методи автоматизованого розпізнавання тексту [38, с. 104].

Серед організаційно-методичних проблем створення ЗІС необхідно вказати такі:

заснування офіційного державного органу з координації та організації розвитку ГІС-технологій у землекористуванні;

- створення державного науково-дослідницького центру (та його філій) з розвитку ГІС-технологій у землекористуванні;
- розробка єдиної збалансованої програми науково-дослідницьких робіт для науково-методичного забезпечення створення регіональних і національної ЗІС;

- створення оптимальної мережі навчальних закладів із вивчення теорії та практики геоінформаційних систем;
- вивчення і використання інноваційного зарубіжного досвіду у створенні галузевих і національних ЗІС та інших [31, с. 114].

Питання для самоконтролю

1. Що таке земельно-інформаційна система (ЗІС)?
2. Для чого призначена земельно-інформаційна система?
3. Що таке інформаційний шар?
4. Що складає картографічну основу ЗІС?
5. Що таке дистанційне зондування Землі?
6. Назвати методи дистанційного зондування Землі.
7. Що таке інтерпретація зображень?
8. Назвати основні завдання інтерпретації зображень.
9. Назвати основні напрями використання космічних знімків.

**МЕТОДИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ
АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО
ПРОЕКТУВАННЯ**

Розділ 5

Землевпорядне проектування в автоматизованому режимі

Розділ 6

Побудова графічних зображень

Розділ 7

Автоматизація земельпорядних розрахунків

Розділ 8

Формування цифрової моделі землекористування на базі системи AutoCAD

Розділ 9

Створення тематичних карт засобами AutoCAD

ЗЕМЛЕВПОРЯДНЕ ПРОЕКТУВАННЯ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ РЕЖИМІ

5.1. Загальна схема землевпорядного проектування в автоматизованому режимі

Автоматизована система, що забезпечує розв'язання окремих задач землевпорядного проектування із системних позицій, є частиною єдиної інтегрованої системи землевпорядного проектування. Необхідно ще відмовитися від досить поширених поглядів на можливість створення таких систем як автономних і тим більше від поглядів, що трактують автоматизовану систему як простий набір самостійних задач з автоматизації розрахунків і графічного проектування у сфері землевпорядкування. Такий спрощений підхід не приносить очікуваного ефекту, тому що вимагає створення для кожної окремої задачі своєї інформаційної бази і технології її одержання, нормативної бази, технології використання результатів кожної задачі в проектуванні, що призведе до паралелізму й дублювання під час збору і попередньої обробки інформації.

Система автоматизованого землевпорядного проектування в процесі функціонування повинна забезпечувати:

- обробку первинної інформації про земельні ресурси (їх якість, кількість і розподіл за землекористувачами), результати використання земель і здійснені в натурі землевпорядні заходи;
- нагромадження інформації та її генералізацію у відповідних базах даних на кожному ієрархічному рівні системи;
- акумулювання й підтримку на різних рівнях системи економічних і технологічних нормативів,

пов'язаних з організацією використання земельних ресурсів;

➤ генерування відповідей на стандартні і нестандартні довідкові запити кінцевих користувачів САЗПР.

Склад програмних модулів, що входять до системи, повинен забезпечувати комплексне вирішення взаємозалежних задач землевпорядкування з одержанням економічного ефекту від впровадження засобів автоматизації за наступними напрямками:

➤ автоматизація типових рішень, коли одноразово проведена робота з трудомісткої обробки і введення нормативно-довідкової і вихідної інформації в подальшому може багаторазово використовуватися на однотипних об'єктах;

➤ скорочення витрат трудових ресурсів у зв'язку з ліквідацією ручної обробки;

➤ підвищення якості землевпорядних проектних рішень за рахунок використання комплексного економіко-математичного моделювання, різноманітного пророблення проектів, сучасних методів і технічних засобів, що розширюють діапазон можливостей проектувальника в прийнятті рішень;

➤ зниження кваліфікаційних вимог у галузі землевпорядкування до користувачів автоматизованих систем (тому що в них реалізовані всебічно обґрунтовані математичні алгоритми, система новітніх методів і технологій розв'язання землевпорядних задач).

Якість програмного забезпечення – це сукупність його властивостей, що забезпечують задоволення вимог користувачів: правильність, надійність, модифікаційність, економічність, мобільність (можливість переносу його з одного середовища функціонування в інше з мінімальними витратами).

Програмно-технічним комплексом (ПТК) називається взаємозалежна сукупність програмно-методичних комплексів і засобів технічного забезпечення.

При проектуванні і створенні елементів системи автоматизованого землепорядного проектування варто базуватися на розглянутих вище концептуальних положеннях. При цьому відповідно до концепції надійності доцільно використовувати однакові вимоги до її елементів (які, будучи системою формальних показників, забезпечують порівнянність у підходах до цих елементів і їх оцінці). З огляду на розмаїття можливих програмних реалізацій для землепорядкування, розглянемо тільки ті з них, що вкладаються в систему схема–проект–робочий проект. Загальна технологічна схема робіт у землепорядному проектуванні показана на рис. 5.1.



Рис. 5.1. Загальна технологічна схема виконання робіт у землепорядному проектуванні [7]

5.2. *Форми для виведення вихідних і результативних даних*

Для виведення вихідних і результативних даних можуть використовуватися різні форми. Розглянемо найбільш типові з них.

Таблиці звітності. Система повинна забезпечувати виведення вихідних або обчислених у процесі роботи параметричних характеристик по заданих точках, контуру, сукупності контурів, карт як для простого, так і інтегрованого шару, а також складання прийнятих форм звітності – поконтурної відомості, довідки про вкраплені земельні ділянки, експлікацію земель; списку всіх землекористувачів (землевласників) із вказівкою площ усіх ділянок за документами і результатами обстежень; списку землекористувачів без оформлених документів (включаючи випадки самовільного будівництва або зайняття ділянок); відомості невикористовуваних або нераціонально використовуваних земель тощо.

Карти і схеми. Для їхньої побудови і виведення в САЗПР повинен бути передбачений механізм, що дозволяє розширювати існуючі і створювати нові бібліотеки умовних картографічних знаків; будувати гладкі криві; оформляти графічне зображення (штрихування, заливання, розміщення умовних знаків, надписи різної орієнтації і конфігурації, типи і колір ліній тощо); будувати рамки і координатні сітки; виконувати зарамкове оформлення (надпис, легенда, штамп і т.д.); структурувати елементи шарів за пріоритетами для виведення креслення на плотер.

Довільні запити. У будь-яких базах даних стандартні запити використовують, щоб за одним або декількома критеріями вибрати із системи необхідні дані і відобразити їх у заздалегідь передбаченій формі. Однак у низці випадків цього недостатньо, і тоді виникає необхідність у виборі інформації із семантичних баз даних відповідно до умов, які задані користувачем, а також у пошуку і виведенні на екран відповідних графічних об'єктів.

Документи довільної форми, що створюються з використанням генератора звітів. Необхідність у їхній розробці виникає, коли традиційні звітні форми вже не відповідають сучасним вимогам. З цією метою до складу модулів САЗПР вводять генератор звітів, що дозволяє користувачеві видозмінювати або розробляти самостійно таблиці вихідних документів.

Велике значення в експлуатації САЗПР має захист інформації. Система повинна бути захищена від несанкціонованого доступу, від випадкового видалення і редагування важливої інформації, від збоїв електроживлення й у програмному забезпеченні. Важливо, щоб під час експлуатації ПП чітко дотримувалися принципи авторизації й аутентифікації, дотримання прав інтелектуальної власності. У даному випадку під *авторизацією* розуміється встановлення дозволених для користувачів дій, *аутентифікацією* – перевірка дійсності імен користувачів, їхніх груп і комп'ютерів (звичайно за допомогою парольного захисту). Законом переслідуються використання, копіювання і поширення програмного забезпечення без санкції правовласника. У процесі розробки САЗПР мають бути розроблені інструкційні положення з чітким завданням настановних параметрів проектування (дозволу, точності, одиниць виміру, параметрів переходів у різні системи координат тощо). Слід продумати правила реєстрації користувачів, паролі, розмежування рівнів доступу і призначення повноважень тощо.

Питання для самоконтролю

1. Що таке програмно-технічний комплекс?
2. У чому полягає якість програмного забезпечення?
3. У якій формі здійснюється виведення вихідних і результативних даних?
4. У чому полягають принципи авторизації й аутентифікації?

ПОБУДОВА ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

6.1. Графічний редактор як складова частина САЗПР

У землевпорядному проектуванні все ширше використовуються методи графічного комп'ютерного проектування. При цьому технологія робіт незалежно від програмних засобів, що застосовуються, складається з таких основних елементів:

- введення планового матеріалу об'єкта землевпорядкування в комп'ютер;
- редагування введеного зображення з метою одержання якісного растра;
- оцифрування растра з введенням семантики по шарах;
- одержання інтегрованих або перетворених шарів;
- виведення на екран або принтер необхідної інформації з об'єкта (наприклад, зображення об'єкта, його характеристики, площі контурів, семантична інформація тощо);
- редагування оцифрованих об'єктів (наприклад, зміна зовнішніх меж об'єктів, полів, сівозмін, трансформація угідь і т.д.).

Введення зображення об'єкта здійснюється за допомогою стандартних програмах з використанням сканера, дигітайзера або цифрової фотокамери. Редагування зображень проводиться в таких програмах, як *Microsoft Paint*, *Imaging*, *Adobe Photoshop* та ін.

Оцифрування здійснюють за допомогою *MapInfo*, *AutoCAD*, *MicroStation*, *WinGis*, *Easy Trace* та ін., на основі яких виконується і саме проектування. Ці програми дозволяють автоматично розраховувати площі контурів, змінювати їхні межі і перерахувати площі, довжини ліній,

площі груп контурів, складати експлікації, проводити зонування за необхідними ознаками і багато чого іншого.

Складовою частиною САЗПР є графічний редактор, що забезпечує перетворення растрового зображення у векторну форму.

Растр – це цифрова прямокутна матриця елементів зображення (пікселів); **піксель** – елемент зображення (найменша з його складових), що одержується в результаті дискретизації зображення.

Растрове представлення (растрова модель даних) – це цифрове представлення просторових об'єктів у вигляді сукупності центрів растра (пікселів) із привласненими їм значеннями класу об'єкта.

Просторово-локалізовані дані (дані про просторові об'єкти, просторові дані, географічні дані) – це цифрові дані про просторові об'єкти, що містять відомості про їхню локалізацію в просторі і властивості (просторові і непросторові атрибути).

Графічний редактор повинен мати набір функцій, що забезпечують редагування цифрового зображення на екрані монітора з автоматичною корекцією відповідної позиційної складової БД САЗПР.

Для розв'язання прикладних задач оцифрованим графічним об'єктам необхідно приписати відповідну семантику. Для цього можна використати одну з таких схем: автоматичний обхід всіх об'єктів з інтерактивним введенням інформації; ручний вибір об'єкта з введенням необхідних даних; автоматичне або ручне присвоєння номерів об'єктам з пакетним введенням семантики; додаткове пакетне введення інформації для об'єктів, щодо яких частина її була введена раніше.

Для полегшення роботи можна використовувати класифікатори (довідники), які повинні бути легкодоступні, змінювані і не «зшиватися» жорстко в програми.

При проектуванні графічного редактора неабияке значення має модель представлення даних, що впливає на

можливість їх використання, аналіз і маніпулювання ними. У найпростіших форматах містяться тільки геометричні зв'язки об'єктів, у більш складних – інформація про топологічну сутність об'єктів та їхніх атрибутів.

Атрибут даних у САЗПР – це властивість, якісна або кількісна ознака, що характеризує просторовий об'єкт (але не пов'язана з його місцезнаходженням) і асоціюється з його унікальним номером (ідентифікатором).

Якість отриманих у проектуванні результатів залежить від багатьох чинників, у тому числі від коректності інформації в базі даних, що забезпечується застосуванням різних процедур (контроль за повнотою введення семантики в обов'язкових полях, введенням двох і більше різних описів, що стосуються одного і того самого графічного об'єкта, розподілом або об'єднанням двох і більше об'єктів без примусового редагування відповідної семантичної інформації, видаленням графічного об'єкта при видаленні його опису і навпаки тощо). Крім того, САЗПР повинна забезпечувати:

- доступ до метричної і семантичної складових будь-яких об'єктів із зовнішніх прикладних програм користувача;
- конвертування даних із внутрішніх форматів у задані і навпаки;
- злиття графічних і семантичних баз даних, підготовлених на різних машинах, з центральної БД;
- мережевий варіант введення й обробки інформації.

Процес графічного автоматизованого проектування складається з декількох етапів:

1. Перетворення вихідного графічного матеріалу в растрову форму (наприклад, за допомогою стандартних програм, що входять у постачання сканера).

2. Перетворення растрового зображення в цифрову векторну форму (векторизація растра) з використанням модулів *AutoCAD*, *MapInfo*, *ArcInfo* або інших програмних продуктів.

3. Обробка цифрового графічного зображення. Після векторизації одержують карту, об'єктами якої можна маніпулювати, наприклад, у форматі *AutoCAD* (якісне оформлення креслення, зарамкове оформлення, написи, умовні знаки, штампи тощо).

4. Одержання похідних карт (ухилів місцевості, експозицій). Для цього використовуються спеціальні пакети, що містять функцію 3D-перетворення. Вводиться рельєф місцевості, запускаються спеціальні модулі (*ArcInfo*, *Microstation* та ін.), що дозволяють одержати цифрову модель рельєфу (ЦМР); далі запускається стандартний модуль ПП для одержання карти ухилів, експозицій, ґрунтових карт тощо.

5. Процес проектування і розміщення полів та елементів проекту на комп'ютері відбувається так само, як і вручну, тільки здійснюється на отриманій векторній карті за допомогою перелічених вище програмних продуктів.

6. Виконання автоматизованих розрахунків за профілем розв'язуваної задачі. Ті з них, які потрібні в процесі проектування, здійснюються за допомогою стандартних функцій програми яка використовується (наприклад, обчислення площ, відстаней, периметрів, панорамування, зміна кута зору, 3D-перетворення). Розрахунки, необхідні для обґрунтування проектних землевпорядних рішень, виконуються за допомогою виклику відповідних зовнішніх програм.

7. Запис результатів розрахунків і графічного проектування у файли та їх виведення на зовнішні пристрої (принтер, плотер).

6.2. Графічні технології

Сьогодні велика частина персональних комп'ютерів, що випускаються, оснащується засобами для роботи з 3D-графікою. Операції щодо перетворення аналогового

відеосигналу в зрозумілу для комп'ютера цифрову форму пред'являють досить серйозні вимоги до продуктивності процесора і графічної плати.

Відтворення на ПК відеоінформації стає тепер більш насущною задачею, ніж робота з тривимірною графікою.

Технологія обробки тривимірної графіки. Процес обробки тривимірної графіки складається з 4 етапів: розрахунку перетворень (*transform*), висвітлення (*lighting*), геометричної обробки (*setup*) і рендеринга (*rendering*).

На етапі розрахунку перетворень система виконує математичні обчислення, результати яких використовуються для візуалізації перетворень (рухів) об'єктів.

Параметри висвітлення визначають освітленість сцени і розташованих на ній об'єктів (*висвітлення* – це геометричне розташування джерел світла). Потім текстурним зображенням призначаються координати й об'єкти, що представляються у вигляді безлічі трикутників і наборів координат вершин; після цього отримані дані передаються для геометричної обробки.

Етап геометричної обробки – це процес, у ході якого координати вершин, що отримані на стадіях розрахунку перетворень і висвітлення, перетворюються у формати даних, що використовуються при формуванні пікселів.

Нарешті, на етапі рендерингу генеруються і передаються в буфер кадрів пікселі необхідних кольорів з обліком відповідної затемненості.

Згладжування і кінематичні ефекти. Одна з головних цілей розроблювачів 3D-технологій – забезпечити згладжування зображення в масштабах усієї сцени за допомогою апаратних засобів прискорення. Таке явище, як ступінчастість відтворених просторових об'єктів, виникає, коли пристрій відображення одержує більше інформації про об'єкт, ніж в стані обробити. У результаті вздовж межі, що розділяє багатокутники різних кольорів, з'являються зазубрини, похилі лінії стають східчастими.

При згладжуванні сусідні пікселі змішуються, що дозволяє створювати плавні переходи.

Ще одна методика, розроблена фахівцями *Silicon Graphics*, полягає у використанні так званих буферів нагромадження (*accumulation buffers*). Коли кілька буферів заповнюються, графічна мікросхема виконує сполучення їхнього вмісту, що дозволяє надати зображенню кращий вигляд.

Недавно фірма *Zdfx* запровадила метод *T-Bufler*, що полягає в повноекранному згладжуванні. Ця технологія дозволяє використовувати різноманітні кінематичні ефекти, у тому числі глибини різкості (*depth of field*) і розмитості зображення, що рухається (*motion blur*).

Відображення рельєфності поверхонь (*bump mapping*). Цей прийом полягає в накладенні на об'єкт спеціальної текстури (*bump map*), у результаті чого його поверхня виглядає більш реалістично. Існує кілька способів його реалізації, у тому числі тиснення (*emboss*), рельєфне відображення за допомогою обробки точок (*dot-product*) і за допомогою текстурних карт елементів сцени (*environment-mapped bump mapping*, *EMBM*).

Метод тиснення дозволяє домогтися бажаної реалістичності зображення за рахунок зсуву текстур і не вимагає значних ресурсів.

EMBM – одна з технологій обробки деталей, реалізованих у наборі розширень *Direct X 6.0* і більш пізніх версій. При використанні цього методу поверхні, на які світло падає під гострим кутом, відображаються коректно; крім того, світло може бути поліхроматичним.

Стиск текстур. Підвищити реалістичність відображення об'єктів можна й по-іншому – використовуючи текстури з більш високою роздільною здатністю. Для стиску текстур використовується технологія *S3TC*, завдяки якій 32-бітна текстура розміром 1024 x 1024 точок, для збереження якої звичайно потрібно 3 мегабайти пам'яті, поміщається в 524 кілобайти.

Розрахунок перетворень і висвітлення. Недавно був запущений у виробництво розроблений фірмою *nVidia* модуль графічної обробки *GeForce*. Рендеринг вимагає значних обчислювальних ресурсів, а користувачі хочуть бачити реалістичні деталі, а не імітації.

У рамках 3D-графіки є тільки один шлях вирішення цієї проблеми: збільшити число багатокутників, з яких складається зображення. Але для того щоб відтворювати сцени зі збільшеним числом багатокутників, потрібно позбавити центральний процесор від обробки даних тривимірної графіки. Це завдання може виконувати акселератор – наприклад нові мікросхеми фірм *nVidia* і *S3*, що дозволяють виконувати обробку *T&L* обчислень у 3 рази швидше, ніж процесор *Pentium III* з частотою 500 МГц. А якщо врахувати, що поряд з обробкою графіки в ЦП завжди є й інша робота, його вивільнення дозволяє збільшити число багатокутників у сцені приблизно в 10 разів.

Під час комплектування робочого місця оператора САЗПР насамперед виникає питання про апаратні ресурси графічних станцій. Сучасне програмне забезпечення ставить до них досить жорсткі вимоги. Щоб досягти максимальної продуктивності, необхідний не тільки найпотужніший на сьогодні процесор, а й високі характеристики ще низки підсистем.

При роботі з більшістю графічних станцій САПР роблять три основні операції. Розглянемо їх одну за одною.

1. Завантаження ядра і модулів системи. Усі існуючі САПР (*AutoCAD*, *ArchiCAD* та ін.) являють собою структури модулів, кожний з яких реалізує ту або іншу функцію. Чим більше модулів задіє користувач, тим інтенсивніше здійснюється обмін даними між жорстким диском, оперативною пам'яттю і процесором. Тому швидкість роботи станції безпосередньо залежить від пропускної здатності системної шини.

2. Багаторазовий перерахунок геометричних змін моделі; час, необхідний для цих операцій, залежить від

розміру моделі, яка може займати десятки й сотні мегабайт дискового простору.

3. Візуалізація моделі. Вимога сьогодення – тривимірне представлення моделі в кольорі і можливість маніпулювання нею в режимі реального часу. Швидкість цієї роботи в основному залежить від потужності графічного прискорювача і пропускної здатності шини, що пов'язує його з оперативною пам'яттю.

Якщо узагальнити зазначені вимоги, можна сказати, що для будь-якої графічної станції важливий насамперед вибір процесора, графічної і дискової підсистем, графічної і системної шин.

Традиційно лідерами серед виробників робочих станцій вважаються *SUN*, *SGI* і *DEC*. Це машини на базі *Intel Pentium III*, *MIPS RISC* процесорів, що використовують операційні системи *UNIX*, *Microsoft Windows NT/2000*, *Red Hat Linux*. Їхні можливості визначаються програмним забезпеченням, що розроблене для цих платформ. Ціна таких графічних станцій завжди була досить висока.

Як альтернативний варіант можна використовувати звичайні персональні комп'ютери з одним або декількома процесорами *Pentium III* і могутньою графічною підсистемою. Такі станції трохи програють в обчислювальній потужності і не завжди забезпечують достатню продуктивність для розв'язання особливо складних графічних задач, однак мають величезні переваги в числі доступних додатків (оскільки використовують «масові» операційні системи *Windows 9x*, *Windows NT/2000*). Крім того, їх відрізняє не тільки набагато нижча ціна, а й краще співвідношення ціна/продуктивність.

Серед безлічі графічних підсистем можна виділити професійні графічні прискорювачі *ELSA*, у тому числі *ELSA GLoria-Synergy*, *GLoria-L*, *GLoria-L/MX*, *GLoria-XL*, *GLoria-XXL*, призначені для систем тривимірного моделювання і візуалізації. Графічні процесори, що базуються на платах *ELSA*, ті ж, що на продуктах інших

постачальників, але за результатами численних тестів саме контролери *ELSA* виявилися найшвидшими і надійними. Справа тут як у якості виготовлення (графі плат виробляються на заводах у Європі і мають захищену якість), так і у власних схемотехнічних рішеннях, широкому спектрі драйверів, утиліт та інструментальних засобів. У своїх платах фірма використовує спеціалізований графічний процесор серії *Glint* виробництва *3D Labs*. При виведенні на екран тривимірної моделі виробляється **растеризація** – побудова растрового зображення на основі інформації про моделі. Саме цей процес має потребу в найбільшій апаратній підтримці. Крім цього, на графічній платі повинен бути геометричний процесор, що маніпулює тривимірними об'єктами. Необхідно забезпечити подвійну буферизацію відеопам'яті для збереження інформації про третю координату для кожної точки зображення (пікселя) Z-буфера й інформації про текстури. Збільшення інформації про текстури зумовлює зменшення відеопам'яті, що знижує роздільну здатність і глибину кольору, тому в моделях *ELSA GLoria-L*, *ELSA GLoria-L/MX*, *ELSA GLoria-XL/XXL* існує роздільна відео- і 3D-пам'ять. Необхідна умова якісної візуалізації – висока роздільна здатність і підтримка режимів *TrueColor/HighColor*. Ще одне завдання, що було вирішене розробниками фірми *ELSA*, – зробити контролери *GLoria* придатними для широкого кола додатків. Для цього контролери підтримують інтерфейс *OpenGL*, що дозволяє ефективно працювати з такими 3D-системами, як *AutoCAD*, *Autodesk Inventor*, *Autodesk Mechanical Desktop*, *3D Studio MAX/VIZ* і багатьма іншими; існує спеціальний *HEIDI*-драйвер для роботи з програмами *3D Studio MAX/VIZn* *AutoCAD 2000*.

Значну частку загальної продуктивності графічної станції складає продуктивність дискової підсистеми (комплексу, що складається з контролера жорсткого диска, інтерфейсу і самого диска). На сьогодні в основному використовують два типи інтерфейсу – *SCSI* (по-російськи

читається «скази») і *UltraATA*. Переваги *SCSI* – гнучкість, універсальність, каскадність, можливість підключення до восьми пристроїв (додаткові вінчестери, *CD-ROM*, сканери і т.д.), завадостійкість і найвища швидкість передачі даних (до 1600 Мб/с). Однак через дорожнечу самого інтерфейсу і відповідних пристроїв його потрібно застосовувати винятково в тих випадках, коли це дійсно необхідно. Стандарт *UltraATA* забезпечує меншу швидкість передачі даних (до 66 Мб/с) і навантаження до 4 пристроїв, але зате набагато дешевший. Що стосується обсягу жорсткого диска, те тут критерій один – чим більше, тим краще. Крім графічних модулів, що вимагають досить великого обсягу дискового простору, самі проекти тривимірних моделей часом займають сотні мегабайт на вінчестері.

Велике значення має також обсяг оперативної пам'яті. При роботі з 3D-графікою він повинен бути досить великим (від 512 Мб), щоб не знизити продуктивність усієї системи. Хоча в сучасних операційних системах нестача фізичної пам'яті компенсується так званою «віртуальною пам'яттю», що автоматично виділяється на дисковому накопичувачі, операції перекидання даних на жорсткий диск і назад сильно знижують продуктивність усієї системи.

6.3. Введення графічної інформації

При створенні нового проекту часто виникає проблема використання вже накопиченої архівної документації. На сьогодні широко використовують два основних способи введення графічної інформації – ручний і автоматизований.

Для введення великих масивів просторово розподілених даних використовуються спеціальні периферійні пристрої. Для цифрування паперових картографічних матеріалів в умовах офісу призначені

дигітайзери (ручне введення даних) і сканери (автоматичне введення даних).

6.3.1. Ручне введення графічної інформації. Апаратне та екранне дигітизування

При цифруванні за допомогою дигітайзера картографічні об'єкти обводяться по зовнішньому контуру чи осьовій лінії (векторне представлення). Сканер повністю копіює всю поверхню вихідного графічного джерела, площа карти розбивається на окремі елементи певного розміру (растрове представлення), кожному елементу присвоюється код кольору. Скановане зображення може відразу перетворюватися в растрові дані формату якогось ГІС-пакета чи використовуватися для розпізнавання і векторного цифрування об'єктів ручним (екранне дигітизування) або автоматизованим (векторизація) способами.

Для збору й просторової прив'язки даних у польових умовах використовуються приймачі ГІС і електронні геодезичні прилади. Сучасні моделі цих пристроїв можуть працювати як автономно, обмінюючись даними з ПК за допомогою *flash*-карт, так і бути прямо підключеними до мобільного ПК.

У спеціальних організаціях, що займаються створенням і відновленням топографічних карт, використовуються периферійні пристрої, які дозволяють розпізнавати й цифрувати рельєф за аерознімками – оптичні або цифрові стереофотограмметричні станції.

Дигітайзер (*digitizer, digitiser, tablet, table digitizer, digitizer tablet, digital tablet, graphic tablet*, – синоніми – цифрувач, графічний планшет, графічний пристрій введення даних, графоповторювач – іноді використовуються терміни «сколка», «таблетка») – пристрій для ручного цифрування картографічної і графічної документації у вигляді послідовності точок, положення яких описується прямокутними декартовими

координатами площини. Дигітайзер складається з плоскої панелі (*tablet*) з мережею горизонтальних і вертикальних провідників і магнітно-індукційного курсора. Залежно від призначення може комплектуватися курсорами двох типів: курсором з індукційним кільцем (за розмірами і конфігурацією подібний до курсора мишки) для високоточного введення або пером (*stylus, pen stylus*) – для низькоточного введення координат.

Технічні характеристики дигітайзерів визначаються:

- розмірами робочої області;
- загальними габаритами, які приблизно відповідають форматам А4-А0;
- просторовою точністю курсора;
- просторовою точністю поля дигітайзера, закладеною в його конструкцію, тобто розміром мінімального кроку між сусідніми провідникам.

Сумарна точність зчитування координат для більшості моделей дигітайзерів звичайно лежить у межах десятих чи сотих часток міліметра. Великоформатні (А1, А0) столи можуть кріпитися на підставці. Робоче поле столу може бути виконане з прозорого матеріалу і мати підсвічування (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Дигітайзер формату А0

Картографічні матеріали, призначені для цифрування, кріпляться на робочу область дигітайзера. За допомогою курсора-зчитувача вказується кілька контрольних точок з відомими координатами, після чого встановлюється відповідність між координатними системами матеріалів, що цифруються, і дигітайзера. У процесі подальшої роботи всі координати, що зчитуються, будуть автоматично перетворюватися у встановлену систему координат.

Ручне дигітизування надає оператору свободу вибору точності опису картографічних об'єктів. Частота зчитування координат точок залежить від типу об'єкта, звивистості його контурів, вимог проекту, кваліфікації оператора і багатьох інших чинників. За допомогою правильного вибору техніки цифрування можна значно скоротити кількість опорних точок, що описують контури об'єкта, за збереження заданої точності. За необхідності можна використовувати режим потокового цифрування, коли задається відстань (звичайно 1-5 мм), через яку курсор автоматично зчитує координати, оператору необхідно тільки вести курсор уздовж заданої лінії. При цій технології цифрування може створюватися надлишкова кількість точок на прямих ділянках, а також можливі помилки на місцях, де вигин лінії менше кроку автоматичного зчитування.

Курсор дигітайзера може бути оснащений різною кількістю функціональних кнопок (рис. 6.2).



Рис.6.2. Курсор дигітайзера CalComp DrawingBoard III

Функції цих кнопок можна програмувати, наприклад, задавати номери кнопок зчитування координат, закінчення об'єкта, замикання полігону чи переходу в потоковий режим на вимогу різних операторів. Багато моделей дигітайзерів оснащуються системою налаштування, що дозволяє їм працювати з різними пакетами ГІС і САПР. У зв'язку зі значною складністю і вартістю (вартість дигітайзерів досягає \$3000-4000) та появою порівняно дешевих сканерів дигітайзерне введення просторових даних сьогодні практично цілком витиснуто технологіями екранного дигітизування. Основним виробником картографічних дигітайзерів залишилася фірма *CalComp* (лінія моделей *Drawing Board*) (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Моделі *Drawing Board III*

Ергономічні, оригінальні курсори *Drawing Board III* і зручні пристрої введення типу «перо» поставляються як з дротом, так і у безпроводному виконанні.

Пристрої введення типу «перо» виконані за технологією *CalComp AFT (Advanced Function Technology)*, вони мають чутливість до низки динамічно змінюваних параметрів, таких як нахил пера, тиск і відстань до поверхні дигітайзера. З кнопками на курсорах і пері можна зв'язувати виклик макрофункцій.

В апаратному дигітизуванні з використанням спеціального пристрою – дигітайзера – застосовуються оригінальні паперові або пластикові картографічні матеріали високої якості. До складу багатьох програмних ГІС-пакетів входять спеціальні модулі для налаштування і керування роботою різних моделей дигітайзерів.

Аркуш карти, що цифрується, закріплюється на поверхні планшета дигітайзера за допомогою притискних планок або прозорого листа пластику. На початку роботи виконується процедура визначення координат – на карті вказуються чотири і більше контрольних точок, клавіатурним способом вводяться їхні координати, визначається похибка визначення системи координат. Можуть також зазначатися крайні кутові координати області дигітизування для зменшення обсягу просторових розрахунків.

Також у межах робочої області дигітайзера можуть бути виділені області для операцій, наприклад, накладних інструментальних панелей. Для полегшення роботи оператора для деяких ПС-пакетів (наприклад, для програмних продуктів фірми *INTERGRAPH*) розроблені спеціальні накладні меню інструментів для введення і редагування просторових об'єктів. При переміщенні курсора дигітайзера в область меню пристрій автоматично переключається на вибір відповідного інструмента.

Аркуш із таким меню укладається на поверхню дигітайзера. Оператор за допомогою курсора дигітайзера здійснює обведення контурів просторових об'єктів, вручну або в напівавтоматичному режимі зчитуючи координати опорних точок. При натисканні кнопки зчитування координати точки записуються у відповідний активний файл бази даних; відповідні атрибутивні дані вводяться клавіатурним способом. Точність і швидкість введення даних залежать від кваліфікації оператора. У моделях дигітайзерів, призначених для роботи під керуванням *Windows*, передбачене переведення пристрою в режим роботи маніпулятора «миша», тобто за допомогою дигітайзера можна керувати екранним інтерфейсом системи.

У разі зміни аркушів карт, випадкового зрушення аркуша карти, що цифрується, або вимиканні дигітайзера необхідно заново переустановлювати систему координат дигітайзера.

Останніми роками через велику залежність від малодоступних паперових оригіналів карт, наявність перекручувань і ушкоджень паперових карт, складність редагування цифрових карт, а також високу вартість самих пристроїв, технології апаратних дигітайзерів поступово були витіснені технологіями екранного дигітизування.

При екранному дигітизуванні вхідний попередньо сканований і просторово прив'язаний картографічний матеріал знаходиться на задньому плані екрана. На нього накладаються один чи кілька похідних шарів, у межах яких, візуально порівнюючи з контурами оригінальних об'єктів на шарі-підкладці, виконують обведення об'єктів-копій.

Таким чином, перед початком роботи на екран має бути виведена сканована карта-підкладка і, як мінімум, один із раніше створених на базі цієї підкладки шарів. Для введення, видалення або зміни якихось просторових об'єктів необхідно, щоб робочий шар був редагованим (*Editable*).

Для цифрування різних типів просторових об'єктів існують спеціально розроблені «інструменти». Залежно від типу інструментальної ГІС і моделі просторових даних (топологічна, нетопологічна, *CAD*) набір таких інструментів і організація інтерфейсу користувача для роботи з ним можуть істотно відрізнятися. Звичайно інструментарій для цифрування і редагування векторних даних зібраний у спеціальному меню інструментального ГІС-пакета і дубльований на піктографічних меню. Залежно від конкретного пакета набір таких інструментів може мати різну комплектацію і позначатися різними термінами і піктограмами.

Для будь-якого активного об'єкта або групи об'єктів доступні операції копіювання в буфер обміну і вставка з буфера обміну в інше місце цього ж картографічного шару чи в інший шар. Об'єкт може бути переміщений в інше місце робочої області шляхом перетягування курсором

«миша» (*drag and drop*). Можуть бути змінені розміри і пропорції активного об'єкта, виконане його дзеркальне перетворення по вертикалі, горизонталі або діагоналі, поворот об'єкта на заданий кут чи довільну величину.

Одночасно із закінченням введення графічного об'єкта створюється новий запис у зв'язаній базі даних. Описова інформація може заноситися в базу даних як безпосередньо в момент введення просторового об'єкта, так і в будь-який інший час вручну з клавіатури, копіюватися з інших джерел, обчислюватися різними аналітичними процедурами тощо.

6.3.2. Автоматизоване введення даних

Автоматизоване введення здійснюють за допомогою сканера. **Сканер** (*scanner*) – синонім «скануючий пристрій» – пристрій аналого-цифрового перетворення зображення для його автоматизованого введення в комп'ютер у растровому форматі за допомогою сканування (послідовного перегляду і зчитування смуг зображення) у відбитому чи прохідному світлі з непрозорого і прозорого оригіналу (кольорового, монохромного напівтонового, штрихового).

Технічні характеристики й сфери застосування сканерів залежать від виду і технології подачі матеріалу, що сканується, просторового дозволу (визначається кількістю елементів растра на дюйм, звичайно 300-600 *dpi* і більше), точністю розпізнавання кольору і півтонів (характеризується кількістю біт, що описують кожен елемент растра). Розрізняють планшетні (*flatbed scanner*), барабанні (*drum scanner*), роликові (*sheet-feed scanner*) і ручні (*handheld scanner*) сканери. Застосування останніх у ГІС обмежене малим форматом сканованого аркуша в додатках щодо розпізнавання тексту.

Основою сканера є лінійка зі світлочутливими елементами, що рухається вздовж документа, який сканується (у планшетних сканерах), або сканований

документ протягується вздовж нерухомої лінійки (у барабанних і роликівих сканерах).

Найбільш поширені моделі планшетних сканерів фірм *Epson*, *Canon*, *AGFA*, *Mustek*, *HP*, *UMAX*. У зв'язку з конструкційними особливостями формат планшетних сканерів не перевищує А3. Планшетні сканери можуть сканувати документи з оптичним розділенням до 4800 *dpi* і глибиною кольору до 42 біт/піксель, оснащуються слайд-пристроями для сканування фотонегативів і спеціалізованим програмним забезпеченням для корекції сканованих матеріалів.

Програмне забезпечення, призначене для планшетних сканерів, дозволяє здійснювати контроль якості і коригування сканованого матеріалу. Для забезпечення заданої точності сканування використовуються спеціальні контрольні пластини з точно нанесеними мітками. За допомогою спеціального програмного забезпечення порівнюються еталонні характеристики пластини зі сканованою копією, визначаються розміри локальних спотворень і розробляються коригувальні виправлення для кожного сканера.

Для сканування великоформатних картографічних документів розроблені різні моделі роликівих сканерів. Сканери фірм *Intergraph* і *Contex* сканують кольорові, чорно-білі карти і плани формату А1-А0, а також рулонні матеріали з роздільною здатністю 400-800 *dpi*, товщина матеріалу, що сканується, може досягати 15 мм (наприклад, міські архітектурні плани, наклеєні на фанеру чи алюмінієві аркуші). Роликіві сканери мають похибку 0,1% на довжину сканованого документа, що для аркуша карти розміром 384x368 мм дасть похибку близько 0,3-0,4 мм (рис. 6.4).



Листопротяжный сканер

Рис. 6.4. Роликовый сканер

Спеціалізовані планшетні сканери мають кращі характеристики точності – 0,05%, але теж не забезпечують потрібного стандарту. Зазначені вище вимоги задовольняють тільки барабанні сканери, які застосовують для професійного «топографічного» сканування і створення цифрових копій карт (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Барабанний сканер

У таких сканерах особлива увага приділяється мінімізації й повному унеможливленню спотворень, що виникають у процесі сканування. Матеріал, який сканується, жорстко кріпиться на спеціальному барабані,

при обертанні барабана документ рухається вздовж нерухомої скануючої лінійки. Застосовуються спеціальні електродвигуни для забезпечення рівномірного руху барабана без затримки чи ривків, спеціальні системи стабілізації електроживлення, що виключають впливи коливання напруги, системи амортизації для гасіння вібрацій [38, с. 49].

Усі сучасні моделі сканерів мають у комплекті постачання дуже розвинуте програмне забезпечення, що дозволяє одержувати вихідні файли різноманітних растрових форматів – *TIFF*, *PCX*, *JPEG*, *GIF* та ін. Їх використовують залежно від цільового призначення файла. Якщо потрібно зберігати растрові зображення з компресією і практично без утрати якості, найкраще підходить формат *TIFF*.

Глибина кольору характеризує максимальне число відтінків, яке може передавати сканер. Одиницею виміру тут слугує кількість біт колірної інформації на точку растрового зображення; звичайно це 24, 36 або 48 біт (око людини може сприймати близько 17 млн кольорів, що відповідає глибині кольору 24 біт).

Динамічний діапазон сканера визначає якість відтворення яскравих елементів і розрізнення деталей у темних ділянках зображення.

Порівнюючи описані способи оцифрування, варто враховувати, що, хоча введення з дигітайзера досить трудомісткий процес і вимагає кропіткої праці кваліфікованого фахівця, поки що він не може бути цілком замінений автоматизованим. Основні переваги ручного оцифрування:

- одержання вихідної інформації відразу у векторній формі, що придатна для використання в системах *CAD*. Обсяг файлів, які отримують, невеликий (порядку 2 Мб на аркуш формату А0), що істотно знижує вимоги до ресурсів комп'ютера й здешевлює систему в цілому;
- максимально висока точність оцифрування;

- можливість розшарування зображення за кольорами (монохромні сканери цього не роблять, кольорові широкоформатні сканери поки ще дуже дорогі);
- можливість якісного оцифрування погано збережених або сильно забруднених документів;
- низька вартість дигітайзерів (порівняно із широкоформатними сканерами), що робить їхнє застосування в багатьох випадках економічно більш ефективним (якщо обсяги робіт з оцифрування невеликі).

Переваги автоматизованого оцифрування (за допомогою сканера):

- можливість введення найскладнішої графічної інформації (слайди, фотографії тощо);
- висока швидкість введення інформації, що дозволяє працювати з великими паперовими архівами (тисячами, десятками тисяч одиниць збереження) у картографії, машинобудуванні, будівництві.

Необхідно враховувати, що технологічний процес автоматичного оцифрування і наступної векторизації вимагає участі кваліфікованих фахівців, навчених роботі як на сканері, так і з векторизаторами, а також великих комп'ютерних ресурсів (обсяг одного монохромного файлу під час оцифрування документа формату А0 може сягати декількох десятків мегабайт, кольорового – на порядок вище). При організації архіву растрової документації постає задача збереження й оперативного доступу до електронних бібліотек, загальний обсяг яких може досягати сотень гігабайт [7].

6.3.3. Сканування графічних зображень

Сканування – один з основних видів перетворення зображень з паперових (плівкових та ін.) типів носіїв у різні формати електронних зображень.

Сканування паперових картографічних матеріалів потребує дотримання таких вимог:

- збереження якості зображення та відображення його інформаційної наповненості завдяки вибору оптимальної роздільної здатності та кольорової індексації сканованих матеріалів з урахуванням апаратних можливостей комп'ютерної техніки;
- вибір необхідного файлового формату сканованих матеріалів для їхнього подальшого оброблення програмними засобами, що застосовуються.

Слід враховувати, що під час збільшення роздільної здатності зростає якість зображення та точність його подальшого оброблення, але одночасно відбувається збільшення розміру файла, що висуває підвищені вимоги до комп'ютерної техніки.

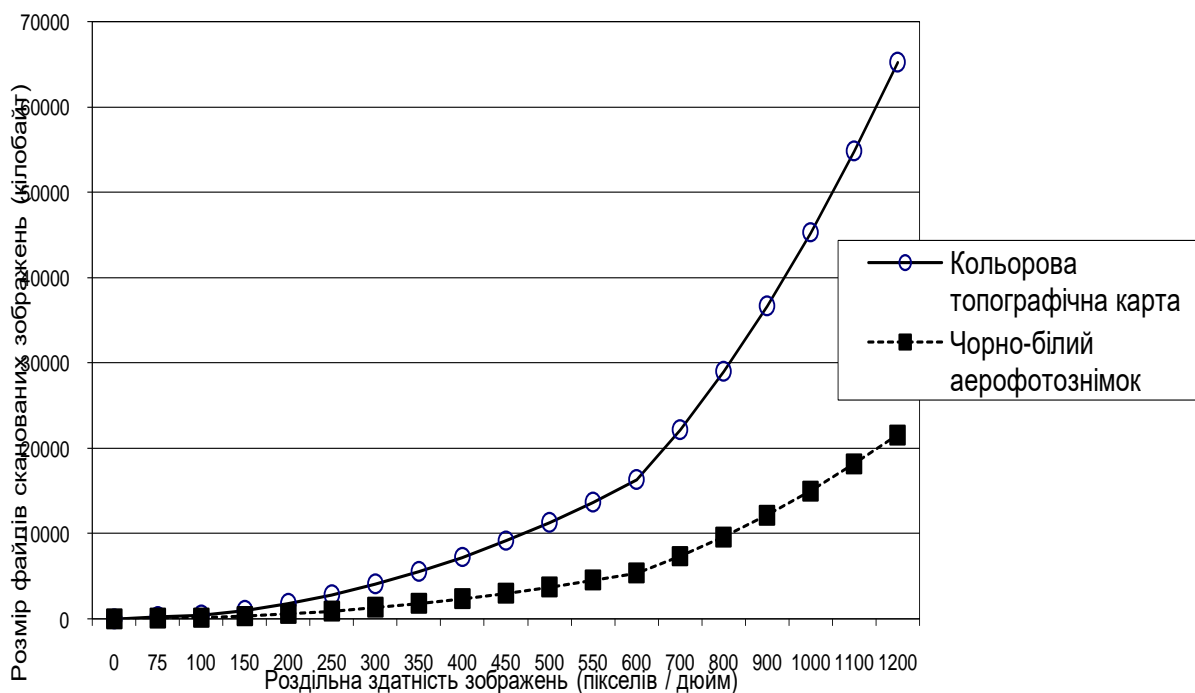


Рис. 6.6. Розмір сканованих зображень, кілобайт, за різної роздільної здатності сканування (пікселів / дюйм)

На рис. 6.6 показано розміри файлів фрагментів 10x10 см кольорової топографічної карти (16-bit в гамі

RGB) і чорно-білого аерофотознімка (8-bit в гамі 256 градацій сірого кольору) при скануванні з різною роздільною здатністю.

Скановані картографічні матеріали можуть бути використані як статичні інформаційні шари (растрові підкладки) або ж як вихідні матеріали для створення нових просторових даних. Залежати від цього будуть і вимоги до роздільної здатності сканування [15].

Якість сканування визначається точністю місцеположення елементів сканера, які зчитують (різниця між положенням пікселя на вихідному документі й в електронному файлі, що може бути розрахована за допомогою спеціального програмного забезпечення), і якістю передачі кольору (переважно визначається користувачем на око). Якість сканованих картографічних документів вимагає контролю і здебільшого геометричної корекції сканованої копії карти.

Матеріал, що сканується, повинен бути відповідним чином підготовленим, не зім'ятим, не мати складок, розривів. Дуже зношені документи бажано підклеїти на картон. За необхідності на документ можуть бути нанесені маркери на позначення ділянки сканування чи для орієнтації щодо лінії північ-південь (верх-низ). Підготовлений документ укладається на поверхню сканера (заправляється в ролики, закріплюється на барабані).

Просторова точність при скануванні карти залежить від дрібності деталей вихідного зображення. Для топографічних карт звичайно досить установити 200 чи 300 *dpi* (іноді для систем автоматизованого розпізнавання об'єктів може використовуватися точність 400-600 *dpi*), для контурних або виконаних вручну планів може бути достатньо 100-150 *dpi*. Залежно від розміру ділянки сканування, глибини кольору і просторового дозволу автоматично розраховується розмір підсумкового файла (для нестиснутого формату *TIFF*).

Процес сканування карт, як правило, здійснюється із середовища якогось графічного редактора, що дозволяє робити збереження і первинні перетворення отриманої копії. Більшість сучасних програмних пакетів для введення даних за допомогою сканера (*MapEdit, Easy Trace, Descartes*) призначена для роботи з растровими зображеннями і дозволяє робити два основних типи перетворень: змінювати кількість пікселів у зображенні, змінювати місце розташування групи пікселів усередині площини зображення (геометрична корекція); змінювати колірний режим або колірні характеристики всього зображення чи групи обраних пікселів (яскрава і колірна корекція).

Перекіс зображення є однією з найбільш поширених помилок, що виникають у процесі сканування. Навіть незначні відхилення на частки градуса від базової лінії при великих розмірах карт призводять до лінійних спотворень у кілька міліметрів. Це особливо помітно на стиках окремих фрагментів при зшиванні великих аркушів. За наявності ліній координатної сітки або маркерів перекіс може бути усунутий за допомогою функцій «Поворот зображення на довільну величину». Кут повороту визначається заданням базових ліній (північ-південь, лінія рамки тощо), відносно яких розраховується виправлення. Поворот може здійснюватися покроково з візуальним контролем відносного положення ліній сітки карти з лініями координатної сітки робочого поля пакета обробки графіки. У разі потреби може здійснюватися поворот усього поля зображення на 90° за чи проти годинникової стрілки або розворот зображення на 180° .

Часто сканування вихідного зображення проводять зі значним «запасом» по краях. За необхідності краї, де лінійні і кутові спотворення найбільш значні, можуть бути обрізані, а фрагмент, що залишився, зберігається у вигляді нового графічного файлу.

У багатьох випадках доводиться створювати необхідне зображення з окремих фрагментів. Таке зшивання може здійснюватися як у вигляді злиття окремих файлів, так і складанням «мозаїк» з окремих файлів. Зшивання двох фрагментів (один із яких є базовим) здійснюється різними методами, що використовують зазначення декількох загальних точок у площині зображення, у зв'язку з чим фрагменти, що зшиваються, повинні значною мірою перекривати один одного. Може бути зазначено дві, три і більше спільних точок; при зв'язуванні фрагментів здійснюються кутові повороти, лінійні або площинні трансформації зображень.

Афінне перетворення може виправити зрушення, поворот і розтягання окремо по осі X і Y . Усі перетворення лінійні для всього растра, тобто рівнобіжні лінії залишаються рівнобіжними (рис 6.7 а, б). Для запуску перетворення достатньо трьох точок, що не лежать на одній прямій.

Поліноміальне перетворення виправляє більш складні, у тому числі й нелінійні спотворення. Якщо афінні перетворення допомагають позбутися неправильного положення аркуша на площині, то квадратичні допомагають виправити прогинання аркуша, спотворення сканування та ін. (рис. 6.7, в, г). Для запуску перетворення необхідно кілька точок, і розташовуватися вони повинні максимально хаотично. Якщо, наприклад, якісь чотири точки будуть утворювати прямокутник, рівнобіжний осям координат, то перетворення працюватиме некоректно.

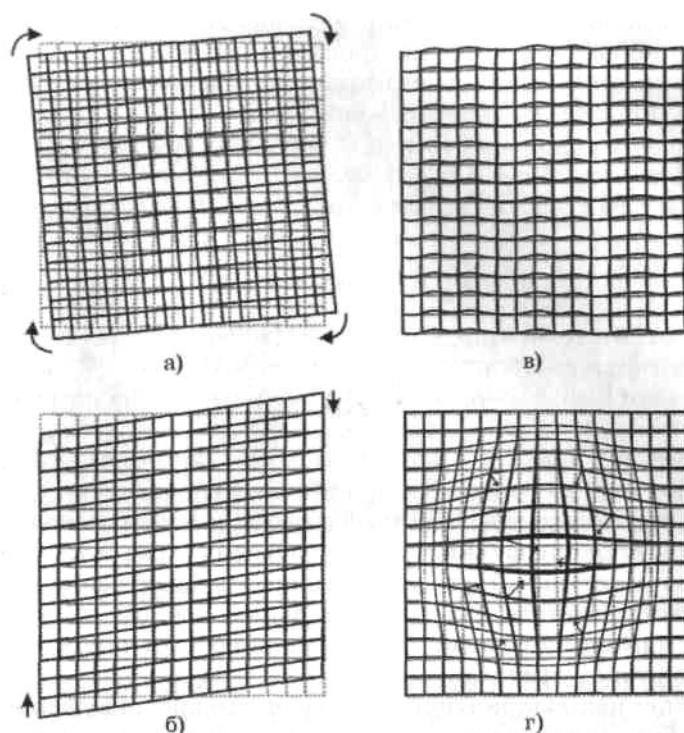


Рис. 6.7.. Геометричні трансформації растрових зображень: а) афінні перетворення кутових спотворень; б) афінні перетворення перекосів; в) поліноміальні перетворення спотворень сканування; г) поліноміальні перетворення спотворень при прогинанні аркуша

Скановане зображення (наприклад, карти) з точністю 200-400 dpi утворить графічний файл розміром до 50-100 Мб. Загальний розмір сканованих даних для великого міста чи району може складати десятки і сотні гігабайт. Апаратні комплекси, що використовуються для сканування і підготовки вихідних картографічних даних, повинні мати значні обсяги оперативної і магнітної пам'яті, графічні прискорювачі, системи створення резервних копій даних на оптичні носії. Для зменшення розмірів файлів при їхньому збереженні і пересиланні використовуються різні технології стиснення графічної інформації, наприклад, для збереження і швидкого розпакування великих масивів стиснутих графічних даних використовується формат *MrSiD* [38, с. 106-108].

Таким чином, растрове зображення являє собою прямокутний масив пікселів. Нагадаємо, що піксель – це

неподільний елемент зображення, зазвичай квадратної форми, який має певний колір. Як правило, піксели такі малі, що на екрані вони зливаються і зображення видається цілісним, хоча в разі збільшення добре видно його зернисту структуру.

Колір пікселя кодується числами. У чорно-білому зображенні він задається за допомогою числа 1 (чорний колір) або 0 (білий колір). Про таке зображення говорять, що воно має глибину кольору 1 біт. Глибина кольору – це кількість бітів, які використовуються для кодування кольору одного пікселя растрового зображення.

Щоб отримати напівтонові зображення, пікселі яких зафарбовано у відтінки одного кольору, переважно використовують глибину кольору 8 біт. Кожен піксель подається цілим числом з діапазону від 0 до 255, яке відповідає одному з відтінків базового кольору.

Розміри растрового зображення зазвичай задаються як кількість пікселів по горизонталі та вертикалі, наприклад: 100x100, 1200x800 тощо.

Зауважимо, що при збільшенні растрового зображення, можна спостерігати пікселізацію, тобто при масштабуванні збільшується розмір точок і стають помітними елементи растра. Для усунення цього, потрібно заздалегідь оцифрувати оригінал із роздільною здатністю, достатньою для якісного відтворення при масштабуванні. Або при масштабуванні застосовують метод інтерполяції, коли при збільшенні зображення додається необхідне число проміжних точок.

Растрова графіка має свої переваги та недоліки (рис. 6.8).



Рис. 6.8. Переваги та недоліки растрової графіки

Як растрові, так і векторні зображення відтворюють переважно на растрових пристроях, зокрема на моніторах, лазерних та струменевих принтерах. Зображення при цьому формується з фізичних пікселів або точок – найменших фізичних елементів поверхні відтворення, які можна обробити програмним чи апаратним способом. Характеристика, що визначає кількість таких елементів у пристрої, називається роздільною здатністю.

У разі збільшення масштабу відтворення зображення його якість погіршиться, оскільки кількість пікселів у ньому не зростає, але кожний піксель відтворюватиметься з використанням більшої кількості фізичних пікселів або точок. Отже, зображення з такою загальною кількістю пікселів матиме гарний вигляд на веб-сторінці або як екранна заставка, але для отримання якісного друкованого відбитку розмірами, наприклад, 10x10 см не підходить, оскільки в ньому замало пікселів. Ось чому якість графіки, яку копіюють з веб-сторінок, зазвичай не дуже висока у разі виведення на принтер.

Векторні зображення для відтворення на растровому пристрої перетворюються на набори пікселів з урахуванням роздільної здатності пристрою та масштабу відображення. Завдяки цьому векторне зображення розміром з поштову марку можна збільшити та з такою самою якістю надрукувати на великому плакаті.

Якщо у векторному зображенні зберігаються математичні описи об'єктів, то растрове зображення містить інформацію про кожен його піксель. Через це обсяги растрових файлів можуть бути досить великими. Що більші розміри зображення та глибина його кольору, то більший обсяг його файла. Змінювати зображення можна лише на піксельному рівні, а отже, ви не зможете, наприклад, збільшити коло, просто збільшивши його радіус як це можливо у разі векторного об'єкта. Проте лише растрова графіка дає змогу зберігати зображення фотографічної якості. На рис. 6.9 подана систематизована інформація про векторні та растрові зображення.

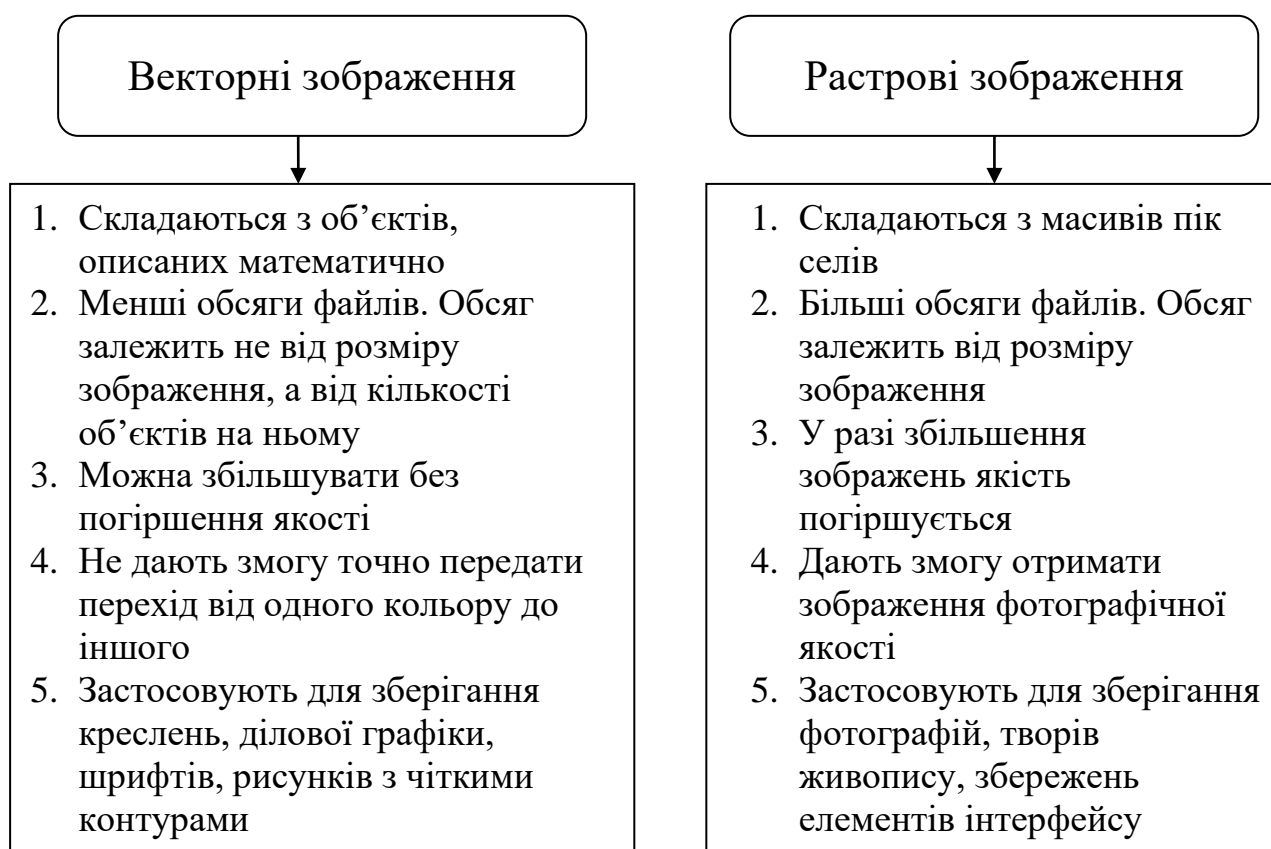


Рис. 6.9. Порівняння растрових та векторних зображень

До недоліків векторної графіки варто віднести програмну залежність, оскільки не існує можливості створення єдиного стандартного формату, який дозволяв би вільно відкривати кожний векторний документ у будь-якій векторній програмі.

Векторна графіка може здаватися надмірно жорсткою, оскільки обмежена в засобах для малювання і не дозволяє отримати реалістичне зображення. Якщо спробувати описати фотографію засобами векторної графіки, то розмір отриманого файлу виявиться більшим, ніж відповідного файлу растрової графіки.

Векторний принцип опису зображення не дозволяє автоматизувати введення графічної інформації, як це робить сканер чи цифрова фотокамера для піксельної графіки.

6.3.4. Формати графічних зображень

Фільтри, що використовуються в різних графічних програмах для експорту й імпорту файлів, настільки ж численні, як і формати файлів. Усі вони поділяються на векторні і растрові.

Растрові формати слугують для опису растрової графічної інформації. Кожен окремий піксель зображення представляє самого себе, поза залежністю від його розташування й ролі, яку він виконує в рисунку. Найпоширенішими з них є: *tiff*, *bmp*, *psx*, *gif*, *jpeg*, *png*. Графічні компоненти всесвітньої мережі Internet у переважній більшості представлені останніми трьома форматами.

Серед представлених на рис. 6.10 форматів до векторних належать *DXF*, *WMF*, *CDR* і *EPS*, інші – растрові (формат *EPS* може містити «вставки» растрової інформації).

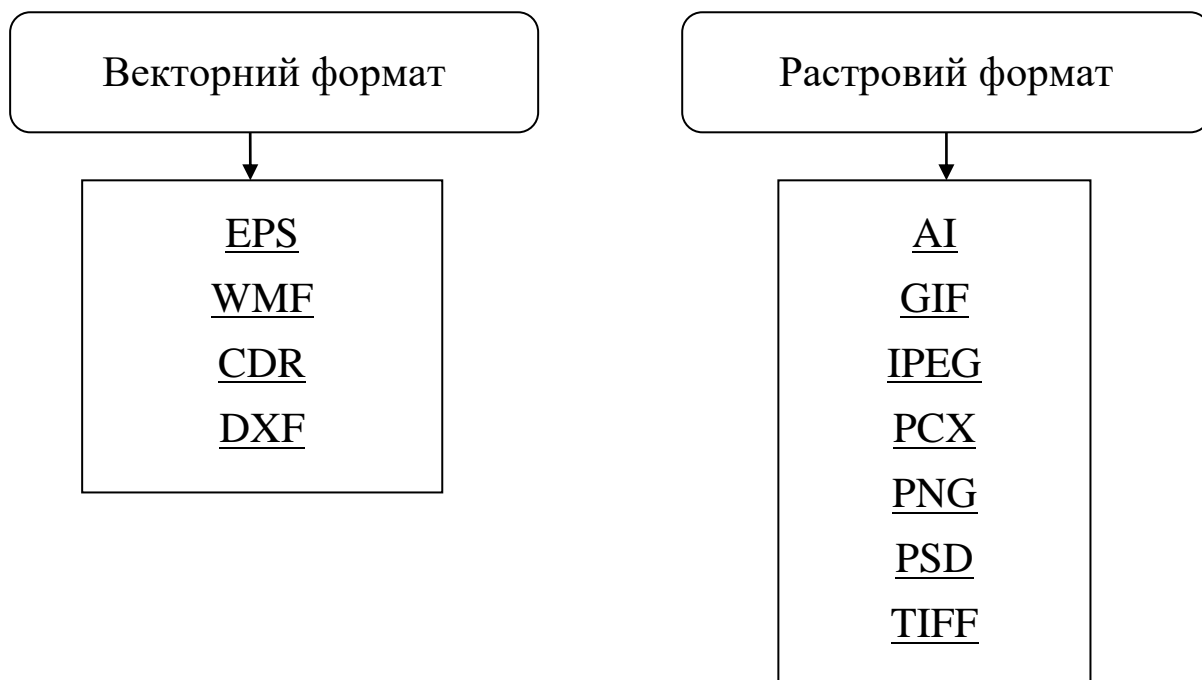


Рис. 6.10. Основні графічні формати

Формат AI (Adobe Illustrator Document). Програма *Corel Draw* містить фільтр, що дозволяє імпортувати й експортувати файли у форматі графічного редактора *Adobe Illustrator*. При збереженні зображень у форматі AI потрібно у вікні Export Adobe Illustrator використовувати опцію Curves, що утримується в нижній частині діалогового вікна. Лінії, що закінчуються стрілками, сприймаються *Adobe Illustrator* як такі, що складаються з двох об'єктів – самої лінії і стрілки.

Орнаменти у форматі PostScript, якими заповнені вихідні об'єкти, сприймаються в *Adobe Illustrator* як сіре тло; растрована графіка у форматі Bitmap взагалі не сприймається фільтром експорту.

Формат AI звичайно використовують у роботі на комп'ютерах Apple Macintosh.

Формат BMP (Bit Map Image) – універсальний формат растрових графічних файлів, використовується в операційній системі Windows. Цей формат підтримується багатьма графічними редакторами, у тому числі редактором Paint. Рекомендується для зберігання й обміну даними з іншими додатками. Цей формат –

«рідний» для операційної системи Windows. У цьому форматі, зокрема, записуються картинки, що використовуються як підкладка екрана.

Формат GIF (*Graphics Interchange Format*) – формат растрових графічних файлів, підтримується додатками для різних операційних систем. Включає алгоритм стиску без втрат інформації, що дозволяє зменшити обсяг файла в кілька разів. Рекомендується для зберігання зображень, створюваних програмним шляхом (діаграм, графіків тощо) і малюнків (типу аплікації) з обмеженою кількістю кольорів (до 256). Використовується для розміщення графічних зображень на Web-сторінках в Інтернеті. Непогано передає зображення, але допускає глибину кольору лише у 8 біт.

Формат JPEG (*Joint Photographic Expert Group*) – формат растрових графічних файлів, який реалізує ефективний алгоритм стиску (метод JPEG) для відсканованих зображень. Алгоритм стиску дозволяє зменшити обсяг файла в десятки разів, однак призводить до незворотної втрати частини інформації. Підтримується додатками для різних операційних систем. Використовується для розміщення графічних зображень на Web-сторінках в Інтернеті. На відміну від формату *GIF*, зберігає всю інформацію про колір, використовує дуже потужний алгоритм стиску, що нерідко дозволяє скоротити обсяг файла в десятки разів без критичного зниження видимої якості зображення.

Формат PCX (*Personal Computer eXchange*) – один з найбільш розповсюджених для растрової графіки. З цим форматом працює, зокрема, *Corel Photo Paint*, що входить у програмний пакет фірми *Corel*. Задавши команду *Export* і визначивши як вихідний формат *PCX*, ви викликаєте на екран діалогове поле *Bitmap Export*. Цей формат було розроблено компанією *Zsoft*. Згодом його використовували багато компаній, що спеціалізуються в галузі розробки програмного забезпечення. Нині це «рідний» формат графічного редактора *Photofinish*. Тип формату —

растровий. Більшість файлів такого типу використовують стандартну палітру кольорів, але формат був розширений з розрахунку на зберігання 24-бітових зображень.

У полях вибору *Color* і *Grayscale* задається тип зображення на виході – кольоровий або з відтінками сірого.

Формат PNG (*Portable Network Graphic*) – формат растрових графічних файлів, аналогічний формату *GIF*. Рекомендується для розміщення графічних зображень на *Web*-сторінках в Інтернеті.

Формат PSD (*Photoshop document*). Це “рідний” формат програми **Adobe Photoshop**. Останнім часом цей формат застосовують у великій кількості програм, що, фактично, робить цей формат універсальним. Формат *PSD* дозволяє зберігати зображення з багатьма додатковими атрибутами (шари, додаткові альфа-канали, контури) та іншими ефектами, які можна зробити у програмі *Photoshop*. Цей формат постійно розвивається.

Формат TIFF (*Tagged Image File Format*) – мабуть, найпоширеніший з растрових форматів. Формат растрових графічних файлів, підтримується всіма основними графічними редакторами й комп'ютерними платформами. Містить у собі алгоритм стиску без втрат інформації. Використовується для обміну документами між різними програмами. Рекомендується для використання під час роботи з видавничими системами. Початково був розроблений для чорно-білих сканованих зображень, надалі вдосконалений і цілком придатний для кольорових малюнків. Найважливішим параметром під час експорту зображень у цей формат є ступінь роздільної здатності, що задається в полі *Resolution*.

Чим вища роздільна здатність – 300 *dpi*, 600 *dpi* і т.д., тим менший розмір растрової точки і відповідно тим вища якість передачі зображення. Графічні об'єкти, імпортовані в *Corel Draw* з формату *TIFF*, зберігають свій формат і виводяться на екран як растрове зображення.

Формат EPS (*Encapsulated Postscript*). Формат векторних графічних файлів, підтримується програмами

для різних операційних систем. Рекомендується для друку й створення ілюстрацій у настільних видавничих системах. *Corel Draw* дозволяє робити обмін даними й у цьому форматі, що опирається на спеціальну мову програмування *PostScript*, розроблений фірмою *Adobe*. Файли у форматі *EPS* дозволяють сполучити текст і растровану графіку; їх читають практично всі програми, навіть створені під *Apple Macintosh*.

Формат *WMF (Windows Metafile)*. Універсальний формат векторних графічних файлів для *Windows*-додатків. Він, можна сказати, є рідним форматом операційної системи *Windows*. Призначений для передачі векторних зображень через буфер обміну (*clipboard*). Використовується для зберігання колекції графічних зображень *Microsoft ClipGallery*. Це спеціальний формат, розроблений фірмою *Microsoft* для обміну графічними векторними файлами в середовищі *Windows*.

Формат *CDR (Coreldrawfiles)*. Оригінальний формат векторних графічних файлів, використовуваний у системі обробки векторної графіки *Coreldraw*.

Формат *DXF (Data exchangeFormat)* – формат обміну даними. Цей формат розроблений фірмою *Autodesk* з метою обміну векторними даними. Крім того, формат *DXF* спеціально пристосований для зберігання даних у системах САПР, що використовуються під час виконання механічних, електричних та архітектурних креслень. За допомогою фільтра *DXF* можливий обмін графічними файлами між *Corel Draw* і *AutoCAD*. Основну проблему під час обміну даними і файлами між обома програмами становлять розмір файла й одиниці виміру вихідного об'єкта. *AutoCAD* – значно потужніший графічний пакет, ніж *Corel Draw*.

Максимальний розмір об'єкта в *Corel Draw* – 760 x 760 мм. Тому під час імпорту зображення об'єкта, коли в одиницях виміру *AutoCAD* заданий, наприклад, його діаметр 1 м, *CorelDraw* автоматично обрізає його до свого максимально можливого розміру.

Розглянемо приклад векторного формату, який використовується в геоінформаційних системах. Ці системи описують просторові об'єкти сукупністю метричних та атрибутивних (семантичних) даних.

Формат *MIF-MID* є найпопулярнішим векторним форматом обміну даними для ГІС. Він розроблений фірмою MapInfo для власної ГІС, однак зараз використовується майже усіма ГІС як формат експорту-імпорту.

Опис просторових об'єктів у цьому форматі складається з двох файлів – **.MIF* та **.MID*. Файл із розширенням *MIF* містить загальний опис та координати вузлових точок об'єктів. Об'єкти можуть бути точковими, лінійними або площинними. Графічні примітиви: *Arc*, *Ellipse*, *Line*, *Pline*, *Point*, *Rect*, *Region*, *Roundrect* та *Text*.

Кольори та стилі показу об'єктів позначаються записами *Brash*, *Pen* та *Symbol*.

Заголовок файла *MIF* містить таку інформацію:

- версія формату;
- кодова сторінка для символів;
- символ-роздільник для файла *MID*;
- опис системи координат;
- кількість та формат стовпчиків таблиці атрибутів.

У файл *MID* (не плутати з файлами формату *MIDI*) записується таблиця атрибутивних даних. Один рядок файла містить атрибути відповідного об'єкта, розділені спеціальним символом-роздільником (найчастіше комою).

Файли *MIF* та *MID* є текстовими файлами ASCII.

Формат *HPGL (Hewlett-Packard Graphics Language)*. Багато програм сприймають інформацію у форматі мови управління плотерами *HPGL*. Перш ніж вивести зображення на плотер, необхідно зберегти його у файлі з розширенням *plt*.

Сучасні програмні засоби ГІС підтримують широкий набір форматів растрових графічних файлів. На практиці найчастіше використовують формати *JPEG*, *PCX*, *TIFF* та

BMP. Вони мають різний рівень стиснення та алгоритм кодування растрової інформації, що позначається на розмірах файлів.

На рис. 6.11 зображено розміри файлів фрагментів 10 x 10 см кольорової топографічної карти (16-bit у гамі *RGB*) і чорно-білого аерофотознімка (8-bit у гамі 256 градацій сірого кольору) зі збереженням різних растрових форматів.

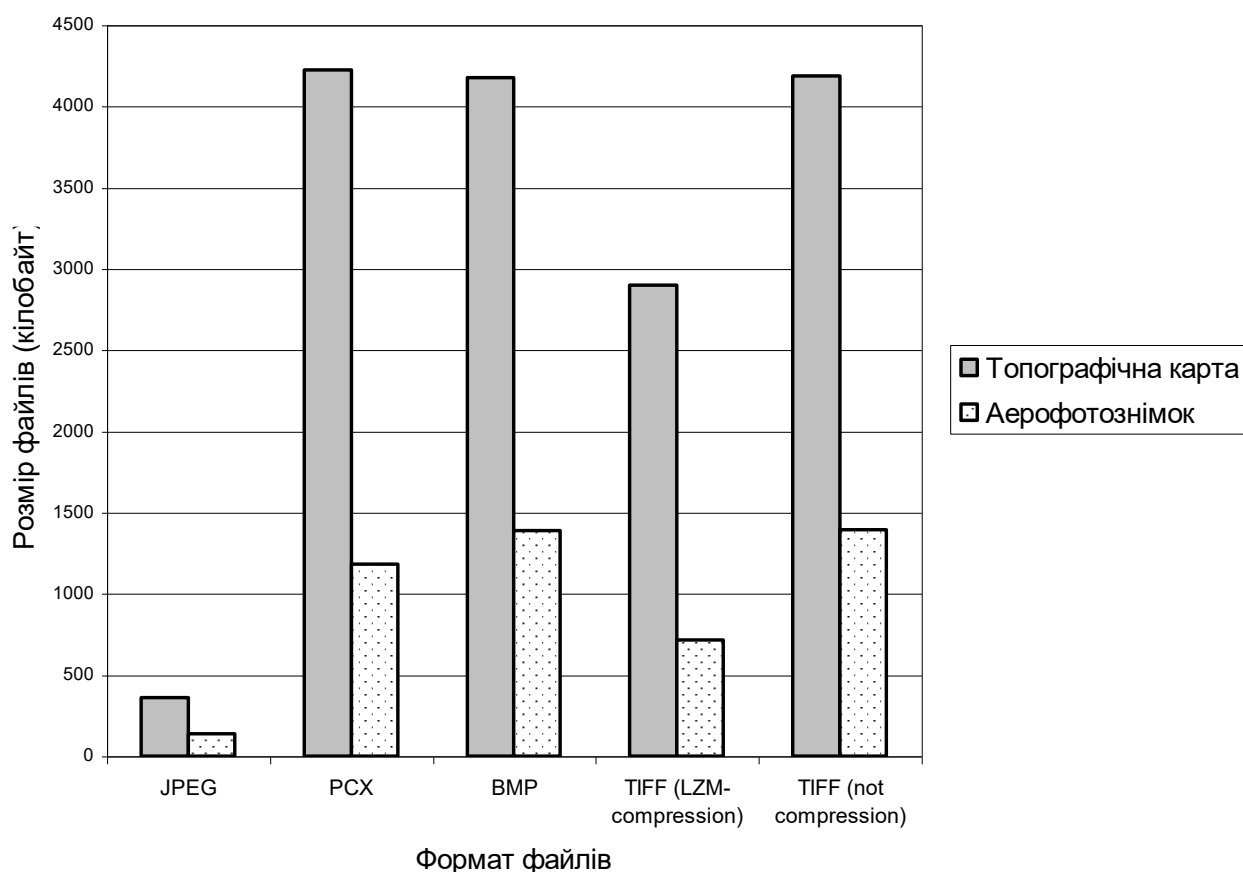


Рис. 6.11. Розмір файлів растрових зображень залежно від формату [15]

6.4. Векторизація

Потреба переведення растрових зображень у векторні особливо є актуальною під час створення електронних версій креслень, карт місцевості, планів та схем, тобто інженерно-технічної документації, яка зберігається в паперових архівах (твердих копіях). Скановані растрові

картографічні матеріали використовують для створення векторних цифрових карт. За гарної якості вихідних карт (добре розрізнення ліній і контурів, відсутність фону і забруднень, чітка передача кольору) можуть використовуватися системи розпізнавання графічних образів і автоматичного промальовування їхніх контурів.

Растрово-векторное перетворення (векторизація) – це процедура зображення растрового представлення просторових об'єктів у векторне; векторизатор – програмний засіб для виконання растрово-векторного перетворення.

Векторизація – один з найбільш трудомістких процесів для оператора; тому необхідні розвинутий інтерфейс користувача і наявність функцій, що максимально сприяють швидкому, зручному і якісному розв'язанню цієї задачі.

До таких функцій належать:

- автоматична скелетизація;
- лінг;
- відкриття декількох вікон, у тому числі на різних моніторах;
- створення нового об'єкта (точка, лінія, контур);
- видалення всього об'єкта або його частини;
- коригування існуючого об'єкта;
- поділ об'єкта (контур, полілінія);
- рисування правильної геометричної фігури (прямокутник, коло тощо);
- undo (скасування останньої команди);
- ручне обведення лінії;
- формування контурів з уже наявних відрізків без їх повторної векторизації або копіювання тощо.

Векторним зображенням (векторною моделлю даних) називається цифрове зображення точкових, лінійних і полігональних просторових об'єктів у вигляді набору координатних пар (векторів). Векторно-растровое перетворення (растеризація) – це перетворення векторного зображення просторових об'єктів у растрове за допомогою присвоювання елементам растра значень,

виходячи з належності або неналежності до них елементів векторних записів об'єктів.

Векторне нетопологічне подання даних – різновид векторного зображення лінійних і полігональних просторових об'єктів з описом їхньої геометрії у вигляді невпорядкованого набору дуг або сукупності сегментів.

Векторно-топологічне зображення (лінійно-вузлове зображення) – різновид векторного зображення лінійних і полігональних просторових об'єктів, що описує не тільки їхню геометрію, а й топологічні відносини між ними й елементами, що їх утворюють (полігонами, дугами і вузлами).

У разі використання режиму безперервної дигіталізації з'являється надлишкове число точок, що характеризують положення об'єкта. Для стиску отриманої інформації повинні передбачатися спеціальні функції [7].

Векторизація може бути ручною і напівавтоматичною. *Напівавтоматична векторизація* в основному застосовується для лінійних даних, точкові об'єкти вводять у ручному режимі, полігональні об'єкти також замикаються в ручному режимі.

Процес напівавтоматичного або ручного простежування лінії за її зображенням на растрі називається *трасуванням*. У різних програмних пакетах для векторизації використовують різні інструменти трасування, заздалегідь прив'язані на визначені комбінації растрових елементів. Звичайно це основний трасувальник, призначений для простежування суцільних і пунктирних ліній, а також трасувальник ортогональних (що вигинаються тільки під прямим кутом), ламаних, точкових ліній, замкнутих прямокутних контурів, інструмент оконтурювання заштрихованих ділянок та інструмент оконтурювання залитих плям. Процес векторизації керується набором параметрів трасування, які можна поєднувати в стратегії трасування.

Для автоматизованої векторизації необхідне використання попередньо підготовлених растрових матеріалів. Рекомендується використовувати матеріали із заздалегідь розділеними тематичними шарами, тобто на карті, що векторизується, повинні бути елементи одного типу – горизонталі рельєфу, річкова мережа, дороги, контури будинків тощо. У процесі створення векторних об'єктів здійснюється присвоєння ідентифікаторів (номерів трубопроводів, будинків, назв вулиць, висот горизонталей рельєфу тощо). Одним із режимів автоматичної ідентифікації є присвоєння значень висот лініям горизонталей рельєфу, глибин та інших ізоліній з рівним кроком зміни значень. Для автоматичної ідентифікації група близько розташованих ліній перекреслюється перпендикулярним відрізком, для якого задають початкове значення і крок зміни значень. Аналізують послідовність перетинання ліній і виконують присвоєння значень у порядку проходження ліній [38, с.110].

Для переведення растрового зображення у векторне використовують, так звані, гібридні редактори або векторизатори. До найбільш поширених належать програмні продукти: *Spotlight*, *Vector*, *Raster Design*, *Easy Trace Pro*. Ці редактори дозволяють працювати з растровими об'єктами, подібно як і з векторними, тобто змінювати товщини растрових ліній, їх параметри та розміри. Після корекції растрового зображення (зміни роздільної здатності, очищення від непотрібних деталей, “сміття”, вирівнювання, калібрування зображення, поліпшення якості растрових об'єктів за допомогою заливки порожнин, потовщення чи потоншення ліній, навчання розпізнавання шрифту і символів та налаштування інших необхідних опцій) відбувається переведення растра у вектори автоматично або за допомогою вказування об'єкта. У разі необхідності можна редагувати векторні об'єкти та зберегти отримане

зображення у потрібний векторний формат для подальшої роботи.

Зазначимо, що саме поняття САПР або ГІС колись завжди асоціювалося з векторною графікою. З появою гібридних редакторів фактично виникло нове поняття – растрово-векторні САПР і ГІС. Гібридні редактори незамінні в тих випадках, коли під час редагування сканованого зображення необхідна часткова векторизація або коли вона взагалі не потрібна. Це дуже важливо, оскільки будь-яка векторизація вимагає значних затрат часу для візуального контролю результатів і коректування виникаючих помилок.

Названі програми можуть функціонувати як самостійні системи або як надбудови (додатки) до проектних систем високого рівня. У першому випадку вони використовують власний формат даних і містять весь необхідний набір інструментів для роботи зі сканованими зображеннями. Результати роботи у разі необхідності можуть експортуватися для подальшого редагування в системи САПР, ГІС і картографії. Такі гібридні редактори в низці випадків можуть бути альтернативою традиційним проектним системам, хоча поки що стосовно можливостей векторного редагування вони значно слабші.

Програмні надбудови до традиційних проектних систем, по суті, дозволяють перетворити їх (наприклад, *AutoCAD*) у потужний растрово-векторний редактор. Тим самим користувачеві стає доступним незмірно більший набір засобів векторного редагування [7].

Існують як універсальні, так і вузькоспеціалізовані програми векторизації і гібридного редагування. Перерахуємо найбільш відомі з них.

Vecrory 5.1. Система (розробка *Consistent Software*) автоматичного перетворення отриманих у результаті сканування растрових зображень (креслень, схем, карт, планів тощо.) і їхніх фрагментів довільної форми у векторні креслення. Отримані в результаті векторизації дані можна експортувати в такі проектні системи, як *AutoCAD*, *AutoCAD*

Map, Caddy та ін., що підтримують формат DXF. Векторизатор універсального застосування.

Autodesk CAD Overlay 2000/20001. Ця система (розробка Autodesk) призначена для редагування і векторизації сканованих растрових зображень у середовищі *AutoCAD 2000(i)*, *AutoCAD Map 2000(i)*. Перетворює зазначені програми в могутній гібридний (растрово-векторний) редактор. Перетворення растрового зображення у векторний формат здійснюється в міру необхідності.

Autodesk CAD Overlay R14.01. Призначений для редагування і векторизації сканованих растрових зображень у середовищі *AutoCAD R14*, *AutoCAD Map R2/R3*. Використовується як автономна надбудова до *AutoCAD* або інтегрується з пакетами *Civil Survey Complete*, *Terrain Modeling Suite* [7].

Подамо коротку інформацію програмних продуктів серії Raster Arts:

Spotlight pro – гібридний (растрово-векторний) редактор і векторизатор, який дозволяє виконувати весь комплекс робіт, пов'язаних зі скануванням креслень, схем, карт: значно підвищити якість, ліквідувати спотворення, редагувати і створювати растрову й векторну графіку, перетворити фрагменти чи все растрове зображення в векторну форму і тощо.

RasterDesk Pro – програма, яка дозволяє здійснити весь комплекс робіт зі сканованими зображеннями, які відкриті в *AutoCAD*. За допомогою програми можна відсканувати документи, значно підвищити їх якість, а також вносити необхідні зміни, використовуючи звичну технологію редагування *AutoCAD*.

RasterID – призначений для організації автоматизованої обробки сканованих зображень за заданим сценарієм і їх індексація з метою отримання унікальної інформації по кожному зображенню. *RasterID* шукає штамп на сканованому кресленні, розпізнає його

зміст, а потім передає отриману інформацію в базу даних чи систему керування інженерними даними.

PlanTracer – додаток для *AutoCAD*, призначений для швидкого і зручного створення векторних параметричних планів поверхів, планів квартир, промислових об'єктів, а також для перетворення сканованих планів споруд у векторні об'єкти моделі.

RasteriCS - програма, яка дозволяє отримувати кольорові чи монохромні растрові копії документів формату *DWG* і *DXF*, створених в *AutoCAD* або інших додатках, які працюють в середовищі *AutoCAD* [32, с. 29].

Одним із найбільш вживаних програмних пакетів – векторизаторів є *Easy Trace Pro* – програмний комплекс для підготовки картографічних матеріалів у векторному вигляді. Як вихідні дані для векторизації в *Easy Trace PRO* використовуються:

- ксерокопії картографічних даних;
- оригінали карт у паперовому вигляді тощо.

Технологічні та технічні можливості

В основі технології, реалізованої в пакеті *Easy Trace*, лежить мозаїчне растрово-векторне поле практично необмежених розмірів. Розміри окремих растрів можуть перевищувати 2 Гб і мати будь-яку глибину колірності. Багатошарова растрова мозаїка може складатися з довільної комбінації растрів різної колірності й масштабу. Кількість векторних шарів не обмежена, у свою чергу кожен шар може містити до мільйона об'єктів. Таким чином, існує можливість на одному робочому місці зібрати векторне покриття цілого міста, що містить сотні тисяч об'єктів і пов'язаних з ними атрибутивних даних.

Технологічний процес перенесення картографічної інформації з паперових даних у ГІС складається з наступних етапів:

- сканування і введення растрової інформації;
- обробка (підготовка) растрів;
- векторизація;

- редагування, зшивання і верифікація векторних даних;
- експорт матеріалів у ГІС;

Зосередимо увагу на деяких можливостях векторизатора *Easy Trace* для окремого етапу.

1. Сканування і введення растрової інформації:

- сканування безпосередньо з векторизатора;
- підтримка довільної сукупності растрів різної глибини колірності і різних масштабів;
- підтримка растрових форматів: *PCX, BMP, RLE, TIFF, JPEG, CALS, CIT, DIB*;
- багат шарові "прозорі" растрові пакети.

За допомогою *Easy Trace* можна швидко підготувати оперативний звіт на основі декількох різномасштабних растрів (рис. 6.12).



Рис. 6.12. Підготовка оперативного звіту на основі декількох різномасштабних растрів

2. Обробка (підготовка) растрів:

- геометрична корекція і фільтрація растрів;
- прив'язка растрів;
- об'єднання растрових фрагментів;

- операція кольороподілу і створення пакетау тематичних растрових шарів для кольорових растрів;
- редагування растрів;
- переддрукарська підготовка (постеризація).

3. Векторизація:

- режими векторизації: автоматичний, напівавтоматичний (самонавчальний), ручний, ортогональний, лінеаризувальний, виділення меж заливок, відновлення меж заштрихованих областей;
- можливість супроводу векторизації введенням атрибутивних даних;
- акселератори для заповнення типових значень атрибутивних записів;
- можливість створення інструментів користувача на основі базових трасувальників;
- багатокритерійний контроль і редагування векторних примітивів;
- практично необмежена кількість векторних шарів і об'єктів на векторному шарі;
- напівавтоматична простановка висот (Z-координати);
- підтримка вузлової для ланцюжка і полігональної структур даних;
- інтерактивне або автоматичне формування вершин і вузлів за таблицею зв'язків;
- прив'язки "найближча точка/вершина", копіювання ділянки траси, автоматична побудова полігонів за прилеглими межами і лінійними об'єктами;
- автоматичний вихідний контроль інформації за тим, що зберігається в проекті набору тестів.

За допомогою *Easy Trace* може бути створена топооснова для ГІС підприємства або міста (рис. 6.13).

Засоби об'єднання фрагментів проекту з одночасною перевіркою топології дають змогу виконувати цю роботу паралельно на декількох робочих місцях, облаштованих векторизатором *Easy Trace*.



Рис.6.13. Створення топооснови для ГІС підприємства або міста

4. Редагування, зшивання і верифікація векторних даних:

- редагування: інтерактивне об'єктно-орієнтоване, групове, топологічне;
- об'єктно-орієнтований контроль і редагування векторних примітивів;
- імпорт растрових/векторних даних з поширених ГІС для злиття або редагування;
- генералізація і заповнення таблиць баз даних в *DBF*-форматі, окремо для ліній і точок кожного шару;
- автоматичне об'єднання векторних фрагментів в єдине покриття;
- фінальний контроль і експорт даних у ГІС;
- безперервний контроль даних, що вводяться, за допомогою тематичного промальовування або генералізації підписів до об'єктів;
- позначення виявлених помилок і автоматичне позиціонування на них редакторів топології.

5. Експорт матеріалів в ГІС:

- експорт векторних даних і файлів реєстрації растрів;
- сумісність з *GIS: ArcINFO, ArcView, AutoCAD, Credo, MapInfo, MicroStation, WinGIS* та ін.;
- векторні дані у форматах *SHP, DWG, DXF, MIF, GEN, DGN, CSV, ASC, TOP*;
- файли реєстрації растрів у форматах *TFW, CPT, TAB*;
- перетворення координат на основі контрольних точок при експорті і імпорті.

Easy Trace дає змогу швидко вносити нові дані у вже існуючі ГІС (рис. 6.14). При цьому масштаби наявної топооснови і даних, що вносяться, можуть бути різними.



Рис. 6.14. Внесення нових даних в існуючі ГІС

Спеціалізовані засоби контролю над атрибутами об'єктів, що вводяться, об'єднання результатів роботи багатьох операторів, перевірка топологічної коректності матеріалу багаторазово скорочують витрати часу на отримання кінцевого результату.

Сильною стороною пакета є ретельно оптимізований, дружній призначений для користувача інтерфейс. Він увібрав у себе безліч найбільш вдалих рішень, властивих

професійним ПС і *CAD* системам. Оператор знайде в пакеті лаконічні засоби введення, керівник проекту – засоби інтеграції і контролю якості даних.

Пакет на практиці довів можливість створення великих тимчасових груп операторів, що виконують масштабні проекти в найкоротший час. Простота навчання операторів, вбудовані інструменти контролю за процесом векторизації і гарантовані засоби об'єднання результатів дозволять кардинально змінити уявлення, що склалося, про вартість виготовлення електронних картографічних матеріалів. Сьогодні понад 2000 робочих місць у 24 країнах світу оснащено векторизаторами *Easy Trace* [5].

6.5. Виведення графічної інформації

Візуалізація (*visualization, visualisation, viewing, display, displaying*, синонім – графічне відтворення, відображення – у ПС, комп'ютерній графіці і картографії) – проектування і генералізація зображень, у тому числі геозображень, картографічних зображень та іншої графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних і алгоритмів їхнього перетворення.

Крім екрана дисплея, картографічні зображення можуть бути відображені на великих екранах за допомогою проекційної системи чи виведення у вигляді твердої копії на папері, плівці за допомогою принтера чи плотера.

Для виведення графічної документації на тверді широкоформатні носії (папір, кальку, плівку) використовують плотери. Звичайні принтери придатні для друку тільки малоформатної документації (текстові документи, невеликі креслення, схеми формату А4, максимум А3).

Принтери. Принтер (*printer*), синонім – друкувальний пристрій – пристрій відображення текстової (алфавітно-цифрової) і графічної інформації, що базується на тому чи іншому принципі друку (рис. 6.15).



а)



б)



в)

Рис. 6.15. Кольорові принтери: а) струменеві; б) лазерні; в) сублімаційні

Розрізняють друкувальні пристрої: *пелюсткові*, або *ромашкові*, принтери – послідовні шрифтові ударні пристрої типу механічних друкарських машинок (забезпечують тільки алфавітно-символьний друк і практично вийшли чи виходять із використання); *матричні* принтери з генералізацією знака у вигляді точок растра завдяки вдарянням голок друкувальної голівки по фарбувальній стрічці (з роздільною здатністю до 300 *dpi*), *лазерні* принтери, у яких зображення переносяться лазерним променем на папір чи інший матеріал методом ксерографії, забезпечуючи високу роздільну здатність (звичайно 300-1200 *dpi*) і аналогічні їм принтери з перенесенням зображення за допомогою матриці світлодіодних елементів, які називають *світлодіодними* принтерами; *термопринтери* і *принтери з термопереносом*, що базуються на принципі термодруку на термочутливому чи звичайному папері відповідно; *струменеві* принтери з витисканням фарбувальної речовини через сопла форсунок (звичайно до 1200 *dpi*). За можливостями відтворення кольору принтери поділяються на багатокольорові і монохромні,

або чорно-білі, принтери, що забезпечують штриховий і/чи напівтоновий друк.

Принтери переважно призначені для друку сторінкових документів формату А4-А3, до яких входить як текст, так і графіка. Технічні характеристики сучасних принтерів визначаються роздільною здатністю друку, швидкістю виведення чорно-білої чи кольорової сторінки, вартістю друку однієї сторінки, стійкістю зображення під впливом вологи чи світла, розмірами, додатковими функціями.

Для друку великоформатних документів застосовують технології розбиття на окремі сторінки з подальшим склеюванням. До принтерів також іноді зараховують пристрої з технологією струменевого друку для рулонних документів завширшки до 153 см. Відмінність високопродуктивних великоформатних принтерів з високою роздільною здатністю друку від плотерів (графопобудовників) растрового типу досить умовна [38, с. 56].

Плотери. **Плотер** (*plotter*), синоніми – графопобудовник, автоматичний координатограф – пристрій відображення, призначений для виведення даних у графічній формі на папір, пластик, фоточутливий матеріал чи інший носій за допомогою креслення, гравірування чи фотореєстрації іншим способом.

Розрізняють *планшетні* плотери (*flatbed plotter*) з розміщенням носія на плоскій поверхні, *барабанні* плотери (*drum plotter*) з носієм, що закріплюється на обертовому барабані, *рулонні*, або роликові, плотери (*roll-feed plotter*) із креслярською голівкою, що переміщується в одному напрямі при одночасному переміщенні носія в перпендикулярному до нього напрямі (рис. 6.16).

За принципом побудови зображення розрізняють векторні і растрові плотери. У векторних плотерах пишучі елементи (що нагадують звичайні канцелярські ручки, рапідोगрафи, фломастери) переміщуються щодо носія в заданому напрямі і малюють лінії: прямі, кола і т.д. У

растрових плотерах зображення формується полінійно і послідовно (рядок за рядком), при цьому напрям виведення зображення постійний і незмінний (звичайні принтери також є растровими пристроями).



Рис. 6.16. Плотери

Через низьку продуктивність векторних плотерів (їх динамічні характеристики досягли своєї межі, і подальше поліпшення неможливе) практично всі відомі фірми припинили їх випуск. Проте цей тип плотерів може знадобитися на високоточних виробництвах (їх точність вища, ніж у растрових плотерів) і там, де через низьку обставин без них не можна обійтися (наприклад, у швейній промисловості).

Не дуже давно на базі векторних плотерів були створені пристрої, в яких пишучий вузол був замінений на різальний інструмент, – так звані «катери». Їх використовують у виготовленні вивісок, покажчиків, дорожніх знаків тощо.

Серед растрових плотерів (електростатичних, лазерних, термовоскових із використанням термопереносу) особливо виділяються пристрої зі струменевою технологією друку. Такі плотери наближаються до принтерів, а за

низкою характеристик і до поліграфічного устаткування, що дозволяє їх застосовувати не тільки в САПР, але й у рекламній справі, а також у виробництві картографічної продукції. У них найкращі на сьогоднішні показники за співвідношенням ціна/продуктивність/якість, і цей розрив з кожним днем збільшується. Струменеві плотери надають нові можливості для САПР, а при виведенні креслень, карт і схем підвищеної складності, насичених кольоровими елементами, набагато випереджають векторні.

Друкувальна система цих пристроїв складається з картриджів, заповнених чорнилом (1 картридж у монохромних моделях, від 4 до 6 – у кольорових), і струменевої головки. *Струменева головка* – це матриця з дрібних сопел, через які крапельки чорнила «вистрілюють» на носій. Існує два основних типи струменевого друку: термодрук і п'єзоелектричний. У термодруці використовується нагрівальний елемент у кожному соплі, який, розігріває чорнило і утворює пухирець пари, який виштовхує його назовні. Для п'єзоелектричного друку використовують п'єзокристал, який під впливом електричного струму змінює свою форму, викидаючи чорнило на носій. Недолік першого способу друку – поява з основною краплею чорнила її дрібних супутників, що не дозволяє домогтися високої роздільної здатності (максимум 720 *dpi*). При використанні другого способу друкуюча головка «вистрілює» чітко сформованими холодними крапельками чорнила, що дозволяє досягти високоякісного зображення (до 1440 *dpi*). Остання з описаних технологій є досить дорогою і застосовується там, де необхідно показати багато дрібних елементів зображення. Крім того, друк з високою роздільною здатністю (понад 300 *dpi*) поки що дуже повільний (наприклад, друк фотореалістичного зображення на струменевому плотері EPSON Stylus Color 3000 формату A2 з роздільною здатністю 1440 *dpi* займає приблизно 50 хв). Під час виведення на друк креслень САПР збільшення роздільної здатності понад 300 *dpi* не

забезпечує видимих поліпшень якості друку. У рекламній індустрії під час виготовлення плакатів, вивісок тощо підвищення роздільної здатності також не дає відчутних результатів (з врахуванням того, що вони розглядаються, як правило, з відстані не ближче 1 м). Тому оптимальним способом для струменевого широкоформатного кольорового друку на сьогодні можна вважати термодрук з роздільною здатністю 300 *dpi*.

Варто пам'ятати, що для належної якості друку необхідно мати на плотері струменеву систему з роздільними картриджами (струменевими головками) – тільки такі плотери здатні забезпечити відтворення повноколірного зображення (наприклад, серія плотерів *ENCAD NovaJet*, *CROMA*, *OCI Graphics*). Плотери зі сполученою струменевою системою (такі як *ENCAD CadJet2*) призначені для випуску креслярської документації і набагато дешевші.

Великий вплив на швидкість і собівартість друку має застосування замість одноразових картриджів системи безперервної подачі чорнила. У ній використовуються резервуари великої місткості (звичайно по 500 мл для кожного кольору), фарба з яких гнучкими тонкими трубками надходить у струменеву головку. Система кріпиться ззовні або є вбудованою (у плотерах *ENCAD NovaJet Pro*). Зручність її полягає в тому, що, якщо під час друку закінчується чорнило якого-небудь з чотирьох кольорів, можна, не зупиняючи друку, залити в резервуар нову порцію і тим самим уникнути браку. Крім того, витрати на чорнило знижуються приблизно у 2-3 рази (за рахунок нижчої вартості чорнила і більш ощадливої його витрати).

Чорнило, що використовується в струменевій технології, поділяють на два класи: стандартне і з захистом від ультрафіолету й вологи. Перше не витримує впливу навколишнього середовища, і продукція підлягає обов'язковому ламінуванню. Його перевага – більш низька ціна, яскравість і насиченість фарб. Другий клас

чорнила відрізняється тим, що в його складі замість розчиненого рідкого барвника застосовуються тверді барвники у вигляді суспензії дрібнесеньких часточок у рідкому середовищі. Пігментні частки вицвітають повільніше, ніж звичайні барвники, крім того, вони досить стійкі до впливу води, оскільки не розчиняються в ній.

Більшість сучасних плотерів оснащено рулонною подачею носія. Без неї неможливий друк протяжних зображень, він також дозволяє знизити експлуатаційні витрати і підвищити продуктивність пристрою. Не витрачається час на заправлення аркушів паперу, що особливо важко в плотерах з барабанною подачею носія (наприклад, у всіх плотерах компанії *Hewlett Packard*). Автоматичний ніж виконує обрізку в потрібному місці.

Інші параметри струменевих плотерів (обсяг пам'яті, наявність різних систем команд, автовизначення форматів даних тощо) важливі тільки під час друку креслень з пакетів САПР.

При виведенні на друк полноколірних растрових зображень їх значущість знижується через необхідність працювати з растеризаторами (*RIP*). Щоб усвідомити цю розбіжність, розглянемо основні способи виведення файлу на друк.

Друк через стандартні векторні драйвери (найбільш розповсюджена технологія роботи) дозволяє при виведенні векторної графіки легко одержати необхідний колір, використовуючи вбудовану в плотер стандартну колірну палітру (звичайно можна робити вибірку 16 кольорів з 256). Його недоліки:

- у разі збільшення обсягів файлів до рівня в декілька мегабайт потрібне розширення пам'яті плотера;
- у міру зростання складності графіки дуже швидко вичерпуються можливості вбудованого в плотер інтерпретатора векторної мови за обсягом файлу і за

кількістю векторів (розширення пам'яті тут уже не рятує);

- не можна друкувати растрово-векторну графіку (наприклад, карту з растровою підкладкою);
 - час підготовки файлу до друку в міру зростання обсягу файлу швидко росте і може досягати 1-2 год.
- Друк через стандартні растрові драйвери дає змогу:*
- виводити файли будь-якого розміру;
 - друкувати змішану (растрово-векторну) графіку.

Недоліки:

- практично неможливо одержати правильну передачу кольору – на екрані монітора видно одні кольори, а на плотері виходять зовсім інші;
- час підготовки файлу до друку в міру збільшення його обсягу швидко росте і може складати декілька годин;
- примітивне растрування не дозволяє одержати якісне заповнення полігонів;
- не можна досягти фотореалістичної якості (не вистачає глибини кольору і чіткості в дрібних деталях).

Друк з використанням вбудованого в плотер інтерпретатора PostScript Level 2 має такі переваги:

істотно вища якість друку порівняно з роботою через стандартні драйвери;

можна працювати як з векторною, так і з растровою графікою.

Недоліки:

- потрібне розширення пам'яті;
- існують обмеження за обсягом файлу, що обробляється (навіть при максимальному розширенні пам'яті);
- існують обмеження за алгоритмами растеризації, причому їх неможливо модернізувати;
- відсутня можливість роботи з таблицями настроювання кольорів;
- неможлива модернізація за швидкістю обробки.

Друк через програмний R/P PostScript Level 2:

дозволяє виводити файли практично будь-якої складності, знімаються обмеження за їх обсягом;

дозволяє застосовувати кольорокалібрування для усунення спотворень передачі кольору;

прискорює процес підготовки файлів до друку (іноді в декілька разів), особливо якщо *RIP* містить не емулятор мови *PostScript*, а його істинну реалізацію;

дозволяє розтягувати зображення без обмеження розмірів, автоматично розбиваючи його на фрагменти, що відповідають формату плотера, з подальшим склеюванням в єдине ціле;

допускає растрово-векторне редагування зображення, поєднуючи багато функцій *CorelDraw* і *PhotoShop* (такі інтегровані функції заощаджують час на експортно-імпортних файлових операціях).

Таким чином, програмні *RIP* стають необхідним елементом плотерних технологій, важливим засобом підвищення продуктивності і якості роботи плотерів.

Питання для самоконтролю

1. Що таке растр та растрове представлення?
2. Що таке атрибут даних у САЗПР?
3. З яких етапів складається процес графічного автоматизованого проектування?
4. У чому полягає ручне введення графічної інформації?
5. Що таке дигітайзер?
6. Чим відрізняється апаратне дигітизування від екранного?
7. Яким чином здійснюється автоматизоване введення даних?
8. Яких вимог необхідно дотримуватись при скануванні паперових картографічних матеріалів?
9. Назвати переваги та недоліки растрової графіки.
10. Назвати векторні та растрові формати.

11. Що таке векторизація? Чим відрізняється напівавтоматична та автоматизована векторизація?
12. Що таке візуалізація?
13. За допомогою яких пристроїв здійснюється виведення графічної інформації на широкоформатні носії?

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДНИХ РОЗРАХУНКІВ

7.1. Загальні принципи автоматизації землевпорядних розрахунків

Розробка і впровадження автоматизованих технологій землевпорядного проектування сьогодні стають найважливішим засобом розв'язання задач землевпорядкування, що безупинно ускладнюються, виконання істотно великих обсягів проектно-дослідницьких робіт.

Огляд досліджень, виконаних у цій галузі, показує, що вже досягнуто серйозних результатів у створенні програмного забезпечення, вирішенні низки питань, пов'язаних зі створенням САЗПР.

Впровадження комп'ютерних технологій у практику землевпорядних робіт передбачає автоматизацію не тільки одержання, нагромадження та обробки економічної інформації про земельні ресурси і процеси організації використання земель, а й перебудову технології роботи на основі використання інформації, що відображає різні просторові аспекти землекористування. Сучасні методичні, програмні і технічні засоби дозволяють відмовитися в цій сфері від багатьох рутинних процесів, поліпшити якість вихідних документів, ліквідувати багато проміжних ланок традиційних технологій, полегшити процес використання графічних матеріалів за рахунок їхнього переведення в цифрову форму в процесі автоматизованого проектування.

Рішення щодо провадження робіт, що складають зміст допроектного етапу, приймаються на державному, обласному або районному рівні, і вони повинні фінансуватися за рахунок відповідного бюджету. Водночас роботи проектного етапу (розробка проектів міжгосподарського і внутрішньогосподарського

землевпорядкування, робочих проектів на окремі земельпорядні заходи) потрібні насамперед окремим господарствам і їхнім об'єднанням і відповідно можуть фінансуватися цими суб'єктами. Основна складність полягає в тому, щоб забезпечити якісні земельпорядні рішення за мінімальних витрат і зробити тим самим доступним практично для будь-якого господарства замовлення на проведення необхідних робіт.

Широке впровадження автоматизації в практику земельпорядного проектування вимагає вирішення таких проблем, як:

- створення нормативної бази проектування;
- інформаційне забезпечення її розвитку і підтримка в працездатному стані;
- удосконалення методик земельпорядного проектування;
- подальша формалізація процесів земельпорядкування, розвиток математичного забезпечення;
- широке використання нових методів і прогресивних технологій;
- проектування і розробка спеціального програмного забезпечення;
- впровадження технічного забезпечення засобів автоматизації.

Відправною точкою для автоматизації земельпорядкування є складання схеми взаємозв'язків задач земельпорядкування в цілому і внутрішньогосподарського проектування як найважливішого його елемента. Наявність подібної схеми полегшує згрупування процесів земельпорядного проектування в окремі блоки для автоматизації, дозволяє визначити послідовність розв'язання задач відповідно до конкретних технологій провадження робіт, узгодження їх на рівні вхідної і вихідної інформації.

Проблеми земельпорядкування, відображення на схемі, вимагають подальшої деталізації при їхньому вирішенні. Кожен елемент земельпорядкування має

складну структуру, і для його оптимального розміщення на території господарства необхідно чітко уявляти послідовність виконання польових і камеральних робіт з урахуванням наявного інформаційного забезпечення.

У процесі автоматизації земельпорядних розрахунків необхідно вирішувати такі завдання:

- аналіз предметної області;
- конкретизація проблеми (точне визначення ідентифікованих задач, тимчасові обмеження, наявні ресурси, оцінка процедур і тощо);
- аналіз методів обґрунтування проектних рішень;
- вибір методу для його реалізації на ЕОМ;
- розробка основних принципів автоматизації земельпорядних розрахунків;
- розробка економіко-математичних моделей, математичних і програмних алгоритмів;
- розробка технологічної схеми розв'язання проблемної задачі земельпорядкування;
- визначення конфігурації програмно-технічних засобів, складу програмних модулів, інтерфейсів для узгодження їхньої роботи;
- визначення складу інформаційного забезпечення;
- опис потоків вхідної і вихідної інформації, її структуризація й уніфікація;
- розробка форм вхідних і вихідних документів;
- розробка і налагодження програмних засобів;
- апробація розробленого програмного забезпечення;
- аналіз отриманих результатів [7].

7.2. Система автоматизованих земельпорядних розрахунків

Автоматизоване розв'язання земельпорядних задач здійснюється в рамках проектування і створення САЗПР.

Відповідно до викладеної в розділі 2 концепції створення автоматизованих систем і, зокрема, концепції системності, модульності, розбивки і локальної оптимізації спочатку проектують незалежні блоки, що складаються за необхідності із сукупності програмних модулів, орієнтованих на розв'язання окремих задач землевпорядкування. Кожна допроектна система САЗПР містить різні види забезпечення, що утворюють комплекс засобів САЗПР, пов'язаний через систему інтерфейсів з користувачами системи (фахівцями-землевпорядниками), а через адміністративні, організаційні і матеріально-технічні заходи – із проектними організаціями, де вони функціонують.

У процесі створення системи і засобів автоматизованих розрахунків необхідно розробити такі види забезпечення:

математичне – сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів, представлених у заданій формі;

технічне – комплекс взаємопов'язаних і взаємодіючих технічних засобів (підготовки, введення даних і маніпулювання ними, засобу дистанційного зв'язку для передачі файлів даних великих обсягів);

комплексної обробки даних, їх документування і відображення, ведення архіву проектних рішень (збереження, контроль, відновлення, розмноження вихідних і результативних даних);

інформаційне – систему відомостей, необхідну для виконання автоматизованих землевпорядних розрахунків, яка організована як у традиційній формі представлення інформації, так і у вигляді автоматизованих банків даних;

програмне – сукупність загальносистемних і прикладних програм, представлених у заданій формі й об'єднаних відповідним чином;

лінгвістичне – сукупність мов програмування, включаючи терміни і визначення, правила формалізації

природної мови і методи стиску й розгортання інформації;

методичне – сукупність документів, що встановлюють склад і правила вибору й експлуатації засобів забезпечення автоматизованого проектування, а також правила, якими варто керуватися в обробці інформації, розрахунках і оформленні вихідних матеріалів;

організаційне – сукупність методичних і керівних матеріалів, положень, інструкцій, наказів та інших документів, що встановлюють склад проектної організації і її підрозділів, зв'язок між ними, їхньої функції, а також регламентуючий процес автоматизованого проектування [7].

У процесі розв'язання задачі інформація може виводитися не у всьому обсязі, а обмежуватися ключовими даними, необхідними для аналізу, оцінки отриманого результату й ухвалення необхідного рішення. У разі необхідності користувач коригує вихідну інформацію, змінює граф обробки, одержує нові результати доти, доки вони не будуть його задовольняти.

У реалізації схеми автоматизованих розрахунків землевпорядних задач велике значення мають досвід, знання, кваліфікація землевпорядника, що здійснює аналіз і ухвалює рішення.

З метою підвищення об'єктивності, зниження трудомісткості, зменшення кваліфікаційних вимог до користувача доцільно використовувати експертні системи зі штучним інтелектом.

Керування і маніпулювання даними в системі здійснюються користувачем у діалоговому режимі. Це дозволяє динамічно, вибірково і з необхідним контролем здійснювати заповнення відповідних баз даних.

Під час створення діалогової системи враховується можливість переривання роботи користувачем у будь-який момент і на будь-якому етапі розв'язання задачі.

Діагностика функціонування забезпечується вихідними повідомленнями задач, що видаються за

результатами рішення у формі таблиць цифрових показників (аналітичних, комплексних, синтетичних), з наступним візуальним контролем, інтерпретацією отриманих результатів і ухваленням остаточного рішення посадовою особою, відповідальною за вірогідність результатів.

7.3. Обчислення площ об'єктів

Одна з найпоширеніших задач, що буде розв'язуватися за допомогою автоматизованої системи проектування, – обчислення площ контурних і лінійних об'єктів з ув'язуванням у межах карти для будь-якого шару (у тому числі й результативного). Під час розв'язання цих задач бажано використовувати карти, які складені у рівновеликих проекціях, на яких відсутні спотворення площ.

До складу САЗПР повинні входити процедури, що забезпечують ідентифікацію контурних об'єктів і контроль їхньої замкнутості; ідентифікацію лінійних і точкових об'єктів, що відображаються позамасштабними умовними знаками, побудова буферних зон відповідно до їх лінійних розмірів; обчислення площ всіх об'єктів з обліком виділених буферних зон; облік площ вкладених (вкраплених) об'єктів; ув'язування площ у рамках секцій, планшетів; накладення на планшет нового контуру за геодезичними координатами і в разі необхідності переув'язування контурів на планшеті; розподіл об'єкта або об'єднання двох і більше контурів в один за заданим значенням площі.

Розширена схема розв'язку даної задачі з обчислення площ контурів на ЕОМ в автоматизованому режимі подана на рис. 7.1.

Використання в САЗПР принципу накладення висуває відповідні вимоги до програмного забезпечення. Зокрема, повинна забезпечуватися потреба користувача в інтегрованій інформації при графічному і логічному накладенні шарів для точки, контуру, групи контурів (наприклад, за їхніми номерами), для довільної області карти по границі, взятій з іншого шару, тощо. Довідка повинна будуватися за принципом вкладеності, тобто в контур першого шару входять контури другого, у кожний з яких входять контури третього шару і т.д.

За бажанням користувача результат накладення може бути збережений як новий шар, а інтегрована семантична інформація завантажена в базу даних. Система повинна також вміти виділяти з простого або інтегрованого шару заданий шар або підшар і зберігати його як самостійний.

Питання для самоконтролю

1. Які основні принципи автоматизації землевпорядних робіт?
2. Які задачі необхідно вирішувати при розробці програмних засобів для автоматизації землевпорядних розрахунків?
3. Що являє собою система засобів автоматизованих розрахунків?
4. Які види забезпечення входять у підсистему автоматизації землевпорядних розрахунків?
5. Які процедури САЗПР повинні забезпечувати обчислення площ об'єктів для будь-якого шару в межах карти?

ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА БАЗІ СИСТЕМИ AutoCAD

8.1. Загальні принципи створення елементарних графічних об'єктів

Одним із видів системи автоматизованого проектування є *AutoCAD*. Цей програмний продукт пропонує найдовершеніші засоби для отримання високоякісних планово-картографічних матеріалів, а також зручні інструменти тривимірного моделювання. Програмний продукт містить функції, які полегшують і прискорюють роботу над проектом. Швидкість і легкість, з якими створюються цифрові моделі планово-картографічних матеріалів місцевості, широкі можливості їх перетворення і редагування – усе це забезпечує величезну економію часу порівняно з “ручним” кресленням.

Можливості програмного продукту *AutoCAD* дозволяють оперативно й високоякісно, з невеликими затратами матеріально-грошових та трудових ресурсів виготовляти планово-графічні матеріали відповідно до завдань, які ставляться тим або іншим проектом землеустрою.

Сучасний пакет *AutoCAD* дозволяє працювати одночасно з декількома кресленнями, має могутні засоби візуалізації створюваних тривимірних об'єктів і розширені можливості адаптації системи до вимог користувача, забезпечує зв'язок графічних об'єктів із зовнішніми базами даних, дозволяє переглядати й копіювати компоненти креслення без відкриття його файлу, редагувати зовнішні посилання і блоки, що містяться в зовнішніх файлах, тощо [52; 35].

Програма *AutoCAD* призначена для проектування графічних об'єктів будь-якої складності. В *AutoCAD* є

можливість автоматизації процесу розробки проектної і конструкторської документації. Основне призначення системи *AutoCAD* – створення креслень для проектів різноманітних предметів. Це можуть бути предмети інтер'єру чи різноманітних механізмів, проекти землевпорядної документації.

Креслення в системі *AutoCAD* – це файл, який містить опис графічної та іншої інформації у спеціальному форматі (*DWG*). У процесі роботи над кресленням він тимчасово зберігається в оперативній пам'яті комп'ютера. Довготривале збереження креслення здійснюється на жорсткому або гнучкому дисках.

Головне вікно програми *AutoCAD* 2004 можна розділити на наступні функціональні зони: рядок заголовка, рядок меню, панелі інструментів, робоча зона, зона вікна команд, рядок стану (рис.8.1).

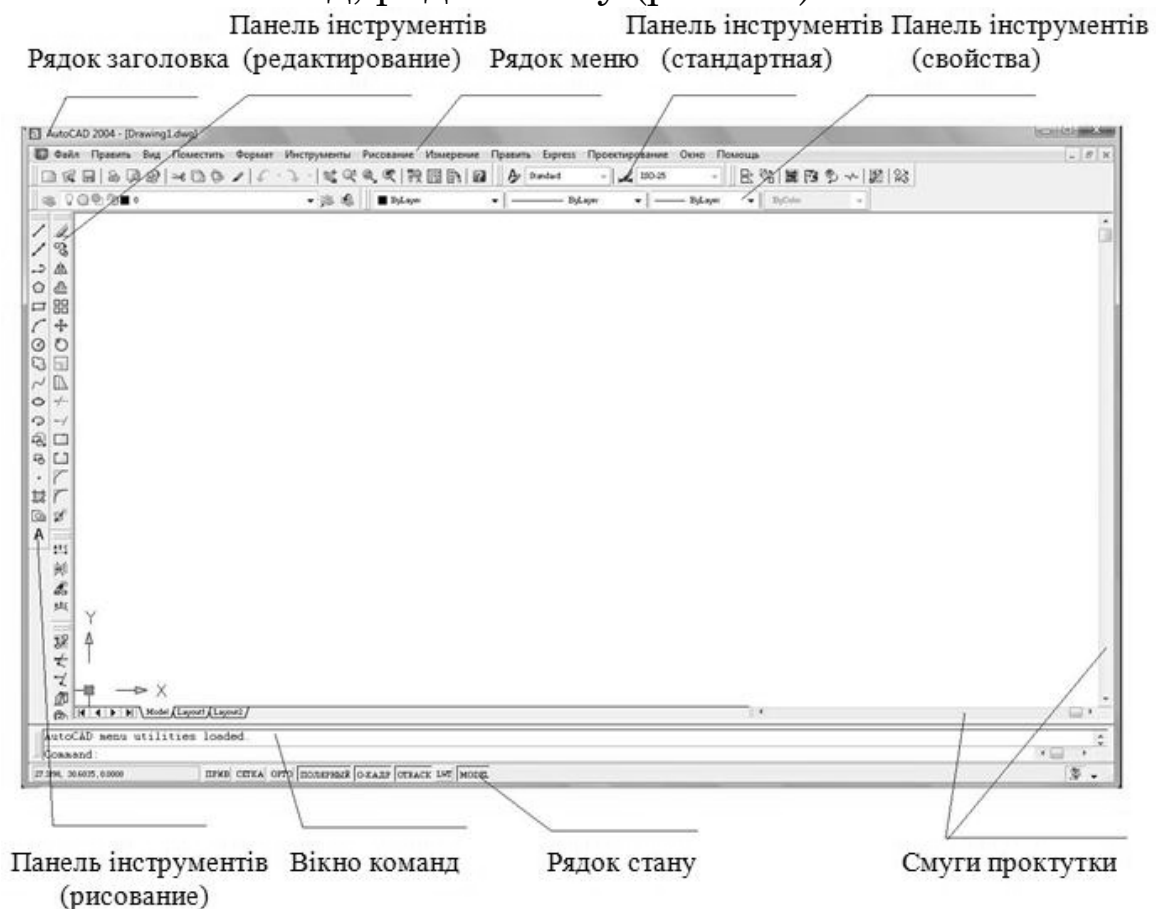


Рис. 8.1. Елементи робочого вікна програми AutoCAD 2004

Робоча зона – це найбільша область головного вікна програми *AutoCAD*, в якому будуються різні фрагменти креслення. Одночасно можуть бути відкриті вікна для декількох креслень. У лівому нижньому куті робочої зони розміщена піктограма системи координат користувача. Напрямок стрілок піктограми збігається з додатнім напрямком відповідних осей системи координат. Керування піктограмою здійснюється командою *UCSICON*. Внизу робочої зони розміщені заголовки вкладок *Model* і *Layout*.

Зона вікна команд, як правило, розташована у нижній частині екрана перед рядком стану (найнижчий рядок головного вікна *AutoCAD*). Вікно слугує для введення команд і ведення діалогу із системою, уточнення дій команди.

Програма *AutoCAD* дозволяє переходити з модельного простору (простору малювання) у паперовий простір (простір аркуша). Звичайно проекти створюються в модельному просторі, а потім створюються аркуші для друку малюнка у паперовому просторі. Ярлики вкладок *Модель (Model)*, *Аркуш 1 (Layout 1)* і *Аркуш 2 (Layout 2)* перебувають у нижній частині вікна малюнка.

Задати команду системі можна, набравши її ім'я за допомогою клавіатури в командному рядку. У вікні команд за замовчуванням розміщуються три командні рядки. Найнижчий рядок показує активну команду, а верхні – попередні команди або повідомлення системи. *Необхідно уважно слідкувати за повідомленнями у вікні команд, оскільки таким чином підтримується зв'язок користувача із системою AutoCAD.*

Повну інформацію про дії користувача і повідомлення системи на даний сеанс роботи з *AutoCAD* можна отримати у текстовому вікні, яке відкривається натисканням функціональної клавіші *F2* (у разі повторного натискання цієї ж клавіші вікно закривається). Смуга прокручування, розташована справа, допомагає проглянути передісторію виконання

команд. Крім того, у разі необхідності можна повторити їх виконання без повторного введення.

Вікно **Командний рядок** (*Command*) призначене для введення команд, перегляду значень системних змінних і опцій, висновку, повідомлень і підказок. Вікно **Командний рядок** (*Command*) може бути представлене у вигляді плаваючого вікна із заголовком і у вигляді панелі, прикріпленої до границі робочого вікна програми *AutoCAD*. Можна перетягти плаваюче вікно **Командний рядок** (*Command*) у будь-яке місце на екрані, а також змінити його ширину й висоту, перетягнувши будь-яку границю або кут вікна.

На рис. 8.1 відображено вікно **Командний рядок** (*Command*), що складається із двох складових частин: одиничного командного рядка, в якому програма *AutoCAD* відображає пропозиції для введення даних, видимих для вас, і області **Історія команд** (*Command History*), у якій відображається все, що відбулося в поточній робочій сесії. Одиночний командний рядок завжди відображається в нижній частині вікна.

Одним з головних елементів організації креслень є миша.

Маніпулятор «миша» являє собою додатковий пристрій позиціонування, який дозволяє переміщати графічний покажчик на екрані монітора за рахунок руху миші по поверхні стола. За допомогою миші можна відкривати файл креслення, вибрати об'єкт або пункт меню, здійснити різноманітні дії щодо редагування об'єктів креслення, настроїти панелі інструментів, керувати вікнами тощо.

Функції кнопок двокнопкової миші наступні:

- ліва кнопка служить для вибору об'єктів, пунктів меню або кнопок панелей інструментів;
- права кнопка слугує для виклику контекстного меню або за своєю дією відповідає натискуванню клавіші **ENTER** клавіатури. Режим функціонування кнопки вибирає користувач.

Спеціальні клавіші *CTRL* і *SHIFT* можуть змінювати ефект, зумовлений стандартними діями миші. Наприклад, одночасне натискання клавіші *SHIFT* і правої кнопки миші зумовлює появу на екрані монітора контекстного меню режимів об'єктної прив'язки.

Показчик миші на екрані монітора, як правило, має форму перехрестя з невеликим прямокутником, який слугує для вказування й вибору графічних елементів креслення. Однак під час виконання конкретних операцій форма показчика може змінюватися.

У системі *AutoCAD* існує два робочі середовища, що відображаються у вкладках «**Модель**» і «**Лист**». У вкладці «**Модель**» зазвичай, виконують загальне креслення, а у вкладці «**Лист**» – окремі частини креслення, що можуть розташовуватись на аркушах різних форматів і в різних масштабах. Вкладок «**Лист**» може бути кілька.

Одиниці виміру – задана користувачем величина, яка визначає відстань.

У системі *AutoCAD* користувач вибирає одиниці виміру лінійних величин, які прийняті в галузі його професійної діяльності: міліметри, метри, кілометри, дюйми і т. д. Таким чином, під час роботи з пакетом можна вважати, що графічне вікно *AutoCAD* безрозмірне і вироби будуються у ньому в натуральну величину. У робочій зоні екрана монітора відстані вимірюються системою в умовних одиницях, які визначають тільки формат подачі числа: цілий, дробовий, в експоненціальній формі або у вигляді дробів. Відповідність між реальною й умовною системами виміру встановлюється під час вибору масштабу виведення креслення на плотер.

Кутові величини, як правило, задають у програмі *AutoCAD* у градусах і частках градуса. Також, як і в попередньому випадку, користувачеві належить право вибирати для подання кутових величин інші одиниці виміру: радіани, гради або топографічні одиниці. За додатну зміну кутових величин прийнято поворот проти

годинникової стрілки від додатного напрямку осі координат X .

Система координат – фіксована система, яка включає точку – початок координат і зв'язані з нею осі для визначення розташування об'єктів у просторі.

У пакеті *AutoCAD* застосовується тривимірна прямокутна декартова система координат. У разі використання цієї стандартної системи точка розміщується у тривимірному просторі безпосередньо через встановлення відстані і напрямку від встановленого початку відліку, який вимірюється за трьома ортогональними осями (X, Y, Z).

Система визначення координат не залежить від одиниць виміру, які використовуються. Початок відліку пропонується у точці $(0, 0, 0)$. Додатний напрям осі абсцис (вісь X системи координат) і осі ординат (вісь Y системи координат) відповідає напрямку стрілок піктограми. Вісь спрямована від площини екрана монітора на користувача.

У програмі *AutoCAD* дозволене застосування двох систем координат: фіксованої світової системи координат (ССК) і рухомої системи координат користувача (СКК).

У ССК визначається місцезнаходження всіх об'єктів креслення, вона використовується для визначення інших систем координат. СКК – система координат, відносно якої об'єкт не змінює свого розташування й орієнтації.

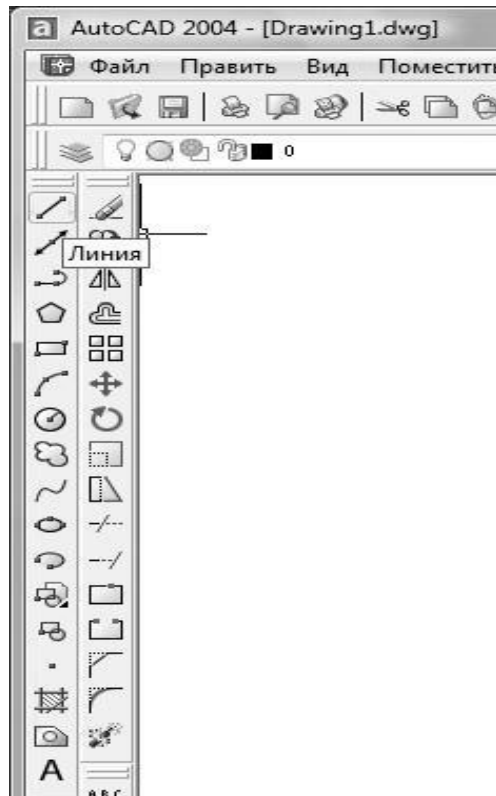
У програмі *AutoCAD* використовується *прямокутна система координат*, у якій не застосовуються вигнуті поверхні, кола, дуги або кути. Система складається з трьох взаємно перпендикулярних площин. Одна площина вважається горизонтальною, а це означає, що дві інші площини – вертикальні. Три прямі, утворені перетином трьох пар площин, називаються осями. Точка, де перетинаються три осі, є початком координат і має координати $(0,0,0)$. У прямокутній системі координат відстані на площині малювання збільшуються у додатному напрямі по осі X вправо, а перпендикулярні

відстані на площини малювання збільшуються в додатному напрямі по осі Y вгору.

Програма *AutoCAD* надає так званий значок системи координат, що допомагає не заплутатися під час роботи в різних системах координат при малюванні. Значок демонструє орієнтацію поточної системи СКК, указуючи додатні напрями осей X і Y . Автоматизоване креслення дозволяє спочатку намалювати об'єкт, використовуючи його реальні розміри, а потім розмістити навколо об'єкта границі, штамп та інші елементи, не асоційовані з об'єктом. Розміри завершеного креслення зменшуються (або збільшуються), щоб уміститися на папері того розміру, який потрібен під час друку. Складніша ситуація виникає, коли ви бажаєте намалювати об'єкти різного масштабу на одному аркуші. Це легко виконати за допомогою одного з декількох методів, які використовують широкі можливості команд програми *AutoCAD*.

Під час малювання схеми, не призначеної для масштабування, графічні й обчислювані можливості програми *AutoCAD* майже не використовуються. Але навіть якщо символи й відстані між ними не мають відношення до яких-небудь реальних розмірів, розмір аркуша, розмір тексту, ширина ліній та інші візуальні характеристики рисунка повинні бути продумані, щоб дати схемі бажану читабельність. Деякі види планування, включаючи визначення розмірів, необхідно застосовувати до всіх малюнків [20].

Далі описуватимуться команди, необхідні для побудови простих геометричних об'єктів. Основним об'єктом креслення є відрізок. Можна намалювати низку з'єднаних прямолінійних сегментів, викликавши команду ВІДРІЗОК (*LINE*), як показано на рис. 8.2, вибравши підходящу послідовність кінцевих точок. Програма *AutoCAD* з'єднає зазначені точки послідовністю відрізків [20].



*Рис.8.2. Виклик команд на панелі інструментів
Рисование*

Для побудови лінії необхідно на панелі інструментів натиснути кнопку **Линия**. Необхідно задати початкову точку лінії, натиснувши ліву кнопку миші, далі задаємо кінцеву точку лінії. Під час переміщення курсора на екрані в лівому нижньому куті відображаються абсолютні координати положення курсора. Після побудови лінії необхідно натиснути клавішу **Esc**, для виходу з даного режиму. Програма дозволяє будувати полілінію, яка складається з відрізків. Початкові координати кінця відрізка будуть кінцевими координатами попереднього. Для побудови прямокутника на панелі інструментів треба натиснути кнопку **Прямоугольник**, або можна задати початкові та кінцеві координати, але це будуть координати діагоналі прямокутника.

Крім того, побудувати ті чи інші геометричні об'єкти можна через меню **Рисование**. При цьому деякі команди мають ширші можливості побудови, наприклад, коло можна побудувати різними способами (за центром і радіусом, за центром і діаметром тощо).

У побудові цих об'єктів важливе значення має активність одного з режимів креслення. Рядок стану містить індикатори режиму креслення, які інформують, в якому з режимів ви працюєте в даний момент. Зображення натиснутої кнопки відповідає увімкненому стану режиму, а зображення ненатиснутої кнопки – вимкненому. Для перемикання режимів достатньо натиснути ліву кнопку миші на зображенні відповідної кнопки. Вмикання/вимикання режимів креслення здійснюється також командами **ПРИВ, СЕТКА, ОРТО, ПОЛЯРНЫЙ, О-КАД, ОТРЕК, LWT, MODEL**.

Є такі індикатори режиму креслення:

ПРИВ вмикає або вимикає режим покрокової прив'язки курсора, при якому графічний курсор переміщується тільки по вузлах уявної сітки із заданим кроком;

СЕТКА вмикає або вимикає зображення фонові допоміжної сітки на екрані монітора;

ОРТО вмикає або вимикає ортогональний режим, за якого система дозволяє будувати відрізки прямих ліній, напрямлені тільки вдовж осей координат;

ПОЛЯРНЫЙ вмикає або вимикає режим полярного трасування, за якого система дозволяє будувати відрізки прямих ліній під кутами, які визначені користувачем, при цьому на екрані точками відображаються тимчасові допоміжні лінії (лінії трасування), які допомагають користувачеві створювати нові об'єкти, точно позиціонуючи їх за кутом. Зазначимо, що режими **ОРТО** і **ПОЛЯРНЫЙ** повинні встановлюватися по чергово, їх спільна дія не допускається;

О-КАД вмикає або вимикає постійні режими об'єктної прив'язки, які дозволяють користувачеві задавати нові точки, опираючись на характерні точки існуючих об'єктів;

ОТРЕК вмикає або вимикає режим побудови відрізків прямих ліній від характерних точок існуючих

об'єктів під кутами, які задані користувачем, що дозволяє точно позиціонувати нові об'єкти відносно існуючих;

LWT вмикає або вимикає відображення товщини лінії на екрані монітора;

MODEL слугує для перемикання з простору моделі в простір аркуша і навпаки.

Використовуючи ці режими програми, можна забезпечити високу точність виконання креслень. Режими відображені у вигляді кнопок у рядку, розміщеному внизу робочого вікна.

У режимі **Сетка** можна вирівнювати об'єкти й оцінювати відстань між ними. Якщо вибрати цей режим, на екрані з'явиться сітка у вигляді системи точок. Відстань між ними можна змінити. Натиснувши праву клавішу миші, вибрати пункт **Параметри**.

Після введення кроку сітки по одній з осей координат натисніть клавішу <Enter> для виходу з діалогового вікна, якщо крок сітки по осях координат однаковий. Значення кроку по другій осі встановиться автоматично. У лівому нижньому куті графічної зони екрана з'явиться сітка.

Розгорніть сітку на весь екран, виконавши за допомогою меню команду *View | Zoom | All* (Вид | Масштабировать | Все). Зверніть увагу, що в лівому нижньому куті графічної зони програми встановлена піктограма декартової системи координат, що вказує напрям осей X і Y . Точкова сітка буде виведена в межах заданої прямокутної зони екрана з налаштованими кроками по осях X і Y . Сітку у вікні малюнка можна вивести або видалити в будь-який момент роботи з програмою, якщо клацнути мишею на кнопці **GRID** (СЕТКА) у рядку стану [34].

Перш ніж приступити до підготовки робочого середовища, необхідно визначитись із системою координат.

Призначення системи координат полягає у вказівці положень точок у просторі або на площині. У будь-який

момент часу при роботі з програмою *AutoCAD* насправді буде доступна всього лише одна поточна площина малювання. Усі виміри й точки на поточній площині малювання можуть бути виражені за допомогою конкретної системи координат, що застосовується в цей момент часу.

Як було зазначено раніше, границі частини земельної ділянки можуть бути намальовані від точки до точки, з використанням методу «перетинань і границь». Якщо будинок розташований на ділянці, точка, що позначає один кут будинку, може бути задана на малюнку за допомогою напрямку й відстані від точки, що позначає кут ділянки. Звичайно розміщення цієї точки вказується відстанню до меж володіння. Якщо дві межі ділянки перпендикулярні одна одній, вони можуть розглядатися як пара осей. Точки, що представляють інші кути будинку, або точки на інших елементах, наприклад, на дорогах, тротуарах і деревах, можуть бути розміщені в позиціях, заданих щодо першого встановленого кута будинку. Або ці точки можуть бути розміщені відповідно до їх відстаней від перпендикулярних меж господарства, осей, як показано на рис. 8.3.

Побудова плану земельної ділянки починається з нанесення точок окружної межі (за відомими координатами). Для полегшення сприйняття креслення точки, що мають координати на кресленнях, показують як кола. Центр кола і є точкою відомої координати. Отже, починаємо з побудови точки. У системі *AutoCAD* спочатку вибираємо стиль точки (стиль відображення маркера точки) (рис. 8.4). У системному меню «Формат» вибирають «Стиль точки...», потім вказують необхідний стиль відображення. Розмір маркера точки задається в полі «Розмір точки», при цьому розмір маркера точки можна визначати у відсотках від розміру екрана (залежно від масштабу відображення) та в абсолютних величинах. Рекомендують обрати стиль відображення у вигляді кола з позначеним центром і «Розмір точки» – 10 од.,

відображення маркера точки в «абсолютних одиницях». Після цього натискають клавішу «Enter».

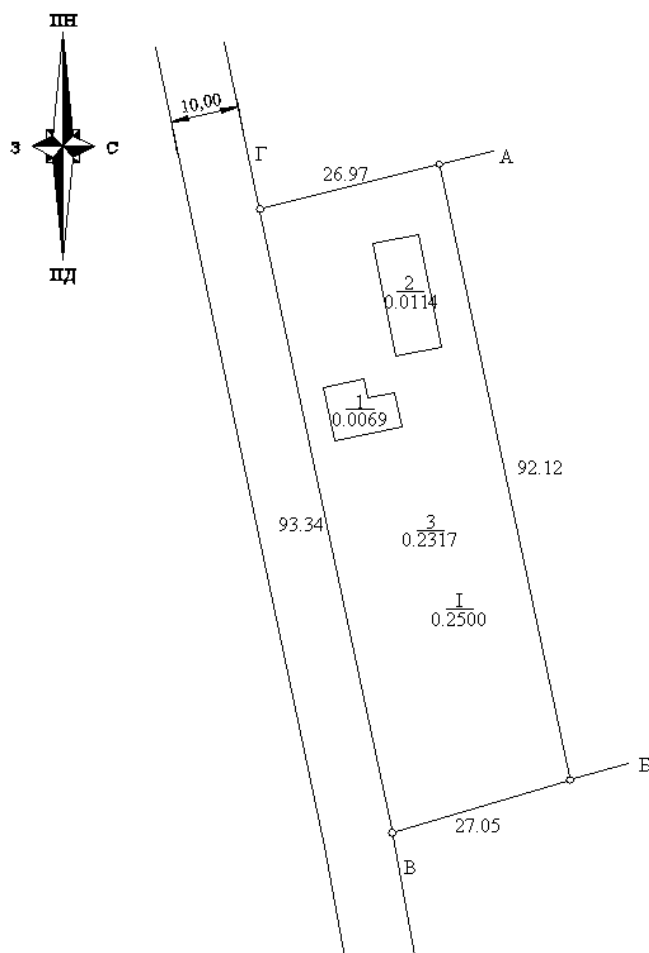
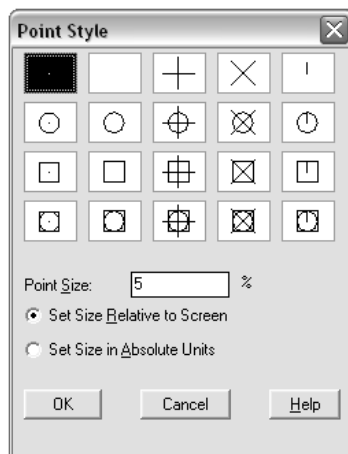


Рис. 8.3. Креслення земельної ділянки з розміщеними на ній господарськими будівлями

Побудова точок окружної межі полягає в послідовному введенні координат точок. Здійснюють спочатку введення геодезичних координат $У$, потім $Х$.



*Рис.8.4. Діалогове вікно **Формат точки***

Таким чином, побудоване креслення є примітивним планом земельної ділянки.

Система *AutoCAD* використовує великий набір *примітивів*: точки, відрізки, кола, дуги, полілінії (неперервна послідовність відрізків і дуг), мультілінії (ламана лінія, сегменти якої складаються з декількох паралельних відрізків), сплайни (гладкі криві, які гіроходять через заданий набір точок), тексти, блоки (іменованій об'єкт, сформований із декількох примітивів), еліпси, багатокутники, фігури (частина площини, обмежена трьома або чотирма відрізками), прості тіла тощо. Загальними властивостями, якими володіють всі примітиви, є належність до шару, кольору і типу лінії. Багато примітивів володіють також товщиною. Окремі примітиви (текст, блок) мають спеціальні властивості, такі як гарнітура, кут нахилу, точка вставки тощо.

Належність до шару забезпечує розміщення примітивів тільки на цьому шарі. Властивості створюваних у ньому примітивів можна визначати відповідно до властивостей шару. Колір лінії кодується числом від 1 до 255. Використання кольору поліпшує вигляд креслення на екрані монітора і корисне при його виведенні на плотер.

Тип лінії – це спеціальна послідовність повторюваних лінійних сегментів і пропусків.

Товщина ліній на кресленні встановлюється відносно до товщини основної лінії. Використовуючи колір, тип і товщину ліній, можна виділити на кресленні важливі деталі, останні зміни або візуально відзначити взаємозв'язок окремих фрагментів креслення.

Формування довільних графічних примітивів неможливе без введення точок, які визначають їх розташування й розміри. Кожна точка на полі креслення може бути однозначно визначена значеннями її координат X і Y , розташування точки у просторі визначають координати X , Y , Z .

При введенні координат землевпорядних креслень спочатку друкують значення координати Y , а потім, через кому, координати X .

Введення значень координат закінчується натисканням клавіші **ENTER**. Дозволено не вказувати знак для додатних значень координат, але знак “мінус” для від’ємних значень вказувати обов’язково. Десяткову частину числового значення координати відділяють від її цілої частини крапкою.

Задання координат точок за допомогою миші. Для введення точки необхідно помістити перехрестя графічного курсора в потрібне місце креслення і натиснути ліву кнопку миші. Тоді координати X і Y вказаної точки сприймаються так, ніби вони були введені з клавіатури, а координата Z приймає значення даного рівня. Одночасно координати точки після її вибору можуть бути відображені у рядку стану, якщо увімкнути клавішею **F6** режим статичного відображення координат.

Задання координат точок за допомогою режиму об’єктної прив’язки. Об’єктна прив’язка (**О-КАД**) дозволяє будувати нові точки на кресленні, прив’язуватись до характерних точок існуючих об’єктів або відносно них. Функція об’єктної прив’язки містить набір інструментів, які дозволяють виконувати точні геометричні побудови. Перед застосуванням цього способу задання координат точок необхідно настроїти і увімкнути режим **О-КАД**. Настроювання здійснюється в діалоговому вікні режимів малювання **Опции эскиза** меню **Инструменты**, яке також може бути викликане на екран командою **О-КАД** або натисканням правої клавіші миші при виборі на індикаторі режиму у рядку стану. Вибраний режим **О-КАД** діє впродовж даного сеансу, доки користувач його не вимкне або не призначить нові установки. У системі передбачена також можливість тимчасового відключення постійного режиму, для чого достатньо натиснути ліву клавішу миші на індикаторі **О-КАД** у рядку стану. У системі *AutoCAD* за замовчуванням

прийнято, що числове значення координат точок, введених з клавіатури, завжди має вищий пріоритет, ніж координат точок, отриманих з використанням постійних об'єктних прив'язок. Для одноразового використання будь-якого інструмента з набору об'єктних прив'язок у процесі виконання команди використовують контекстне меню, яке викликають, утримуючи клавішу **SHIFT** і натискаючи праву клавішу миші при перебуванні графічного курсора у робочій зоні вікна *AutoCAD*. Такий режим дозволяє вказувати потрібний режим об'єктної прив'язки щоразу, коли система потребує вказати координати наступної точки, і діє тільки для вказаної точки.

Для керування режимом **О-КАД** (ввімкнення або вимкнення) використовують клавішу *F3* або відповідну кнопку – індикатор рядка стану.

Вибір об'єктів у системі *AutoCAD*. Створюючи креслення, потрібно виконувати його редагування або в процесі побудови, або для внесення змін. Перед редагуванням об'єктів креслення їх необхідно вибрати, тобто вказати системі набір об'єктів, з якими пропонується подальша робота. Вибрані об'єкти відображаються на екрані монітора пунктирними лініями, що є візуальним підтвердженням їх вибору.

У системі *AutoCAD* використовують два методи вибору об'єктів:

- перед заданням команди;
- після задання команди.

Вибір об'єктів перед заданням команди. Цей метод є стандартним. Тут дозволені такі способи вибору об'єктів: явний вибір об'єкта прицілом графічного курсора; вибір за допомогою рамки.

Для цього графічний курсор встановлюють на порожній частині креслення і натискають ліву клавішу миші. У цьому випадку система сприймає вказану точку як одну із вершин прямокутного вікна вибору. Розмір рамки вікна визначається після вказання другої точки.

Якщо діагональ рамки визначається зліва направо, тоді вибирають об'єкти, повністю розташовані у вікні вибору. Якщо діагональ рамки визначається справа наліво, то вибирають об'єкти, які повністю розміщені у вікні вибору й перетнуті рамкою.

Вибір об'єктів після задання команди. Практично всі команди редагування у системі *AutoCAD* спочатку пропонують вибрати один або декілька графічних об'єктів для наступного маніпулювання ними. При формуванні набору з'являється запит **Select objects** і перехрестя графічного курсора приймає форму маленького прямокутника (прицілу). Для вказання об'єкта прямокутник повинен бути наведений на нього таким чином, щоб вибраний об'єкт повністю потрапив у межі прямокутника або перетинав одну з його сторін. Для широких ліній точка вибору повинна лежати на межі, а не всередині об'єкта, інакше вибір не відбудеться. Розмір прямокутника можна регулювати за допомогою системної змінної **PICKBOX**.

Виданий системою запит **Select objects** пропонує використання різних параметрів для визначення набору (великими літерами виділена аббревіатура параметрів для введення їх з клавіатури). Об'єкт може бути вибраний «прицілом» [29].

8.2. Створення шарів елементів землевпорядного проектування

Для структурування графічної інформації в системі *AutoCAD* застосовується корисний і зручний спосіб, в основі якого лежать шари. **Шар** – це потужний засіб для логічного групування даних, подібного накладанню один на одного прозорих плівок з фрагментами креслення. Таким чином, креслення подається у вигляді необмеженої кількості шарів, на кожному з яких можуть бути розміщені різноманітні об'єкти. Шар може відобразитися

на екрані монітора окремо або в комбінації з іншими шарами, він може бути увімкнений, вимкнений або заблокований для редагування.

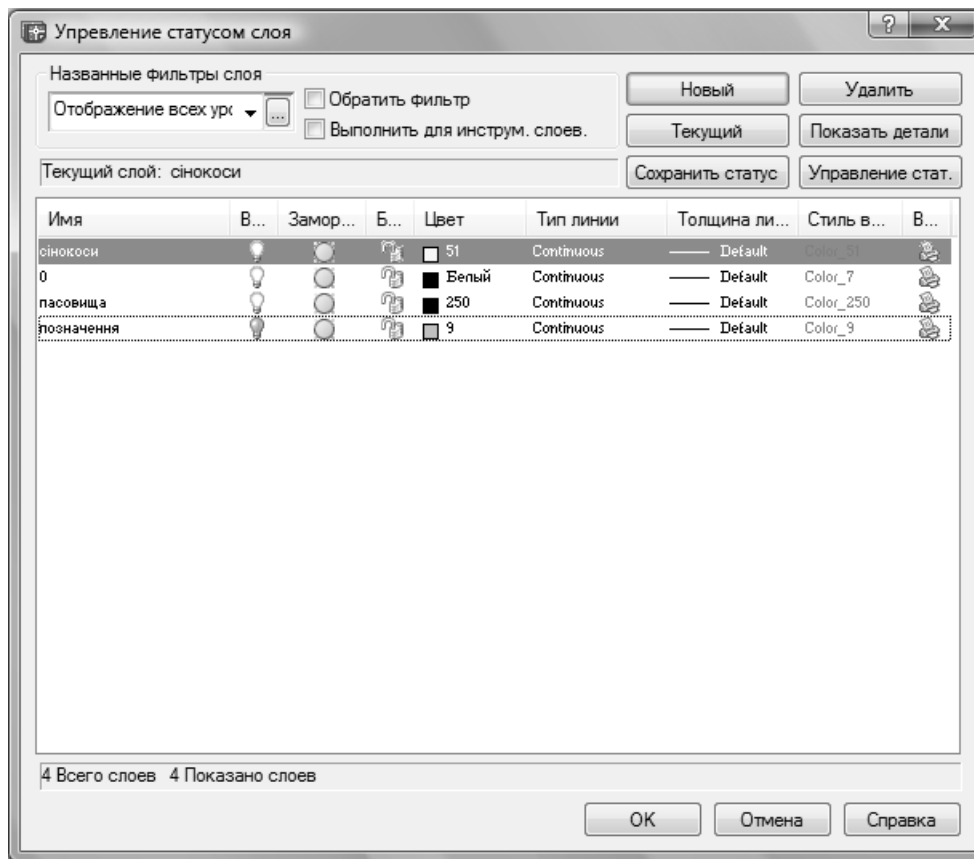
Кожен шар має своє ім'я (ім'я шару може містити до 255 символів) і характеризується кольором, типом і товщиною ліній, які встановлюються для всіх об'єктів, які належать шару. Крім того, кожному шару може бути дозволене або заборонене виведення об'єктів, які належать йому, на пристрій друку. Тому, замість того, щоб указувати ці властивості для кожного об'єкта, можна користуватися їх значеннями для даного шару, якщо вони відповідають потребам. Створити новий шар можна безпосереднім натисканням кнопки на панелі (рис. 8.5).



Рис. 8.5. Панель інструментів Слоу

Ця панель містить засоби для оперативного управління шарами креслення.

Після натискання з'явиться діалогове вікно **Управление статусом слоя**, у ньому після натиснення кнопки «Новый», створиться новий шар, якому присвоїмо нове ім'я, наприклад, «Інфраструктура» (рис. 8.6). Таким чином, оцифровувати дороги, господарські двори та інші елементи інфраструктури будемо під цим шаром. Аналогічно створюємо шари й для інших угідь.



*Рис. 8.6. Диалогове вікно **Управление статусом слоя***

У кожному рядку списку міститься п'ять значків, які характеризують стан шару і його колір, крім того, тут подано ім'я шару.

Значок **електричної лампочки** керує станом шару увімкнено/вимкнено. Якщо лампочка «горить», шар увімкнений і всі об'єкти, які належать шару, відображаються на екрані монітора. Якщо лампочка «згашена», шар вимкнений і всі об'єкти, які належать шару, не відображаються на екрані монітора.

Значок **сонечко** керує станом шару заморожено/розморожено. Якщо сонечко «світить», шар розморожений і всі об'єкти, які належать шару, відображаються на екрані монітора. Якщо у рядку показана **сніжинка**, шар заморожений і всі об'єкти, які належать шару, не відображаються на екрані монітора. Стани шару увімкнено/вимкнено і заморожено/розморожено зовнішньо однакові за впливом на об'єкти, які належать

шару. Проте якщо шар заморожений, то система *AutoCAD*, на відміну від вимкненого шару, не регенерує заморожені об'єкти, що забезпечує економію часу на виконання операцій з регенерації.

Значок **замок** управляє станом шару заблоковано/розблоковано. Якщо замок «зачинений», тоді всі об'єкти, які належать шару, недоступні для редагування, навіть якщо вони відображаються на екрані монітора. Якщо замок «відчинений», тоді всі об'єкти, які належать шару, доступні для редагування. **Кольоровий квадратик** вказує колір шару.

Інструментальна панель **Параметри** має три списки: **Цвета, Типы линий, Толщина линий**, за допомогою яких можна оперативнo змінювати колір, тип і товщину ліній об'єктів, які належать шару (рис. 8.7).



Рис.8.7. Панель Параметри²

Сканованому плану також необхідно присвоїти шар, для того, щоб після оцифрування закрити його і працювати лише з кресленням.

Залежно від поставлених завдань, під час розробки проекту землеустрою в різні шари може бути поміщена інформація, яка стосується: розміщення основних видів угідь, гідрографії, лісової рослинності, доріг, населених пунктів, рельєфу місцевості, ЛЕП та інших лінійних споруд, ґрунтових контурів, зон схилів різної крутості, еколого-технологічних груп земель тощо. На отриманих планово-картографічних матеріалах у системі *AutoCAD* в автоматичному порядку є можливість визначення площ, кутових величин, довжин ліній тощо. Спеціальні функції програми дозволяють в автоматичному режимі виконувати проектування ділянок заданої площі

² Стрілочками показано, як можна вивести деталі цих параметрів.

паралельно заданому напрямку [42]. На рис. 8.8 показано фрагмент розміщення земельних часток (паїв).

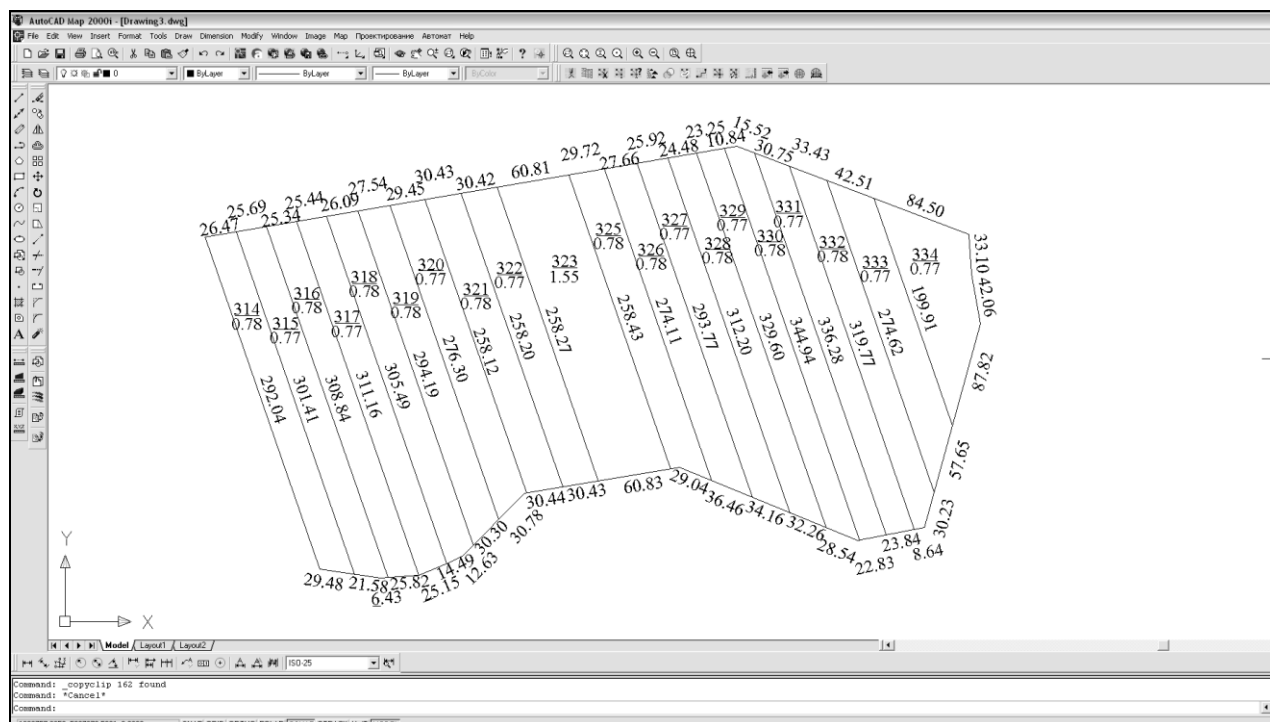


Рис. 8.8. Фрагмент схеми поділу на земельні частки (паї)

Розробка проектних рішень у середовищі *AutoCAD* дозволяє з достатньою точністю на одному кресленні відображати проектні рішення з їх деталізацією до робочих проектів та виводити креслення на друк у масштабі, що буде необхідний для тих або інших цілей.

Для кожного шару характерними є такі **властивості**:

1. **Видимість** (visible) – вмикається чи вимикається відображення цього шару на екрані (при цьому шар залишається в оперативній пам'яті і бере участь у всіх інших дозволених операціях). Крім того, є функції відображення шару залежно від масштабу екранного подання, задаються найменший і найбільший масштаби, за яких шар бачимо на екрані; вмикається чи вимикається відображення службової інформації для окремих об'єктів шару – опорних точок, центрів полігонів, напрямів ліній тощо.

2. **Редагованість** (editable) – у шар, що редагується, дозволено вносити зміни за допомогою всіх доступних інструментів створення і редагування форми об'єктів, а також змінювати графічні змінні об'єкти. Як правило, можна редагувати тільки один шар.

3. **Участь у запитах** (selectable) – із шару можна одержувати атрибутивну інформацію за допомогою різних засобів побудови запитів, а не то всі запити ігноруються.

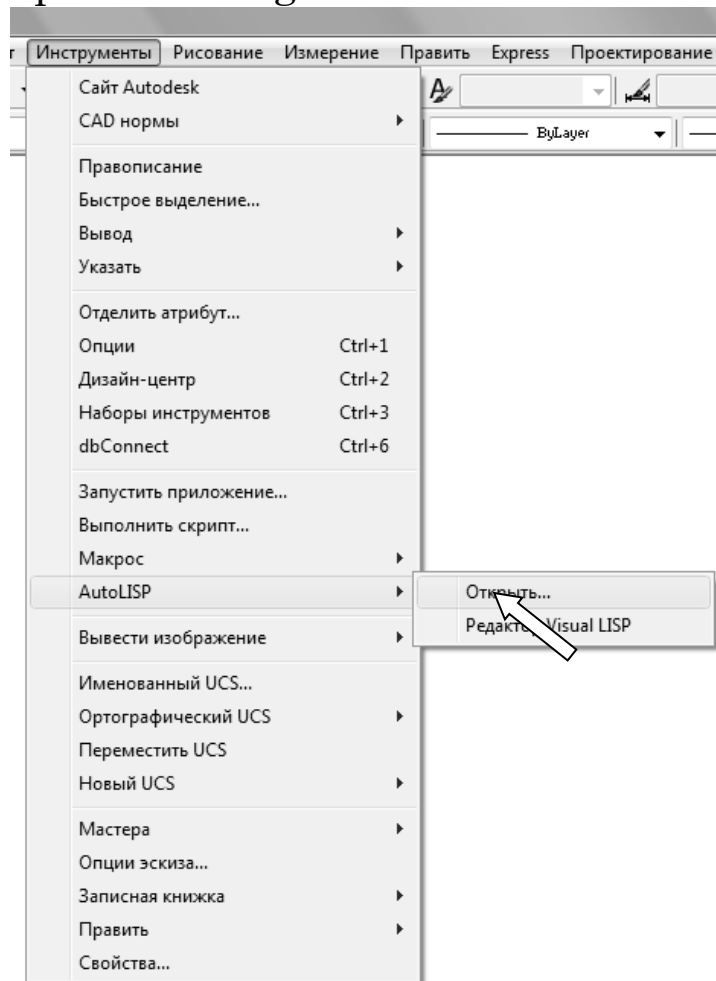
4. **Підписування** (auto label, labeled) – у відповідному шарі вмикається режим автоматичного друку пояснювальних підписів для картографічних об'єктів, наприклад, назв країн, міст, вулиць. За замовчуванням для підпису береться вміст першого текстового поля з атрибутивної бази даних, є можливість налаштування на будь-яке інше поле бази даних або використання як підпису результату обчислень (злиття фрагментів тексту) у кількох полях. Так само може задаватися формат відображення підпису – шрифт, розмір і колір шрифту, прив'язування до центра точки, лінії чи полігона (у центрі або збоку із зсувом униз чи ввверх). Задається метод контролю накладення і дублювання підписів (наприклад, підписи не можуть накладатися один на одній при даному масштабі, не може бути двох однакових підписів тощо.) [38, с. 126-127].

8.3. Обчислення площ землекористувань (землеволодінь) та створення каталогу координат

Обчислення площ контурів проводять за допомогою меню **Проектирование** → **Промеры** → **Площадные**. У діалоговому вікні вибирають відповідні параметри. Після цього наводять курсором у центр контуру і клацають ліву кнопку миші. Таким способом вираховують площу кожного контура.

За номерами контура та площами складають експлікацію обчислення площ контурів. Цю експлікацію

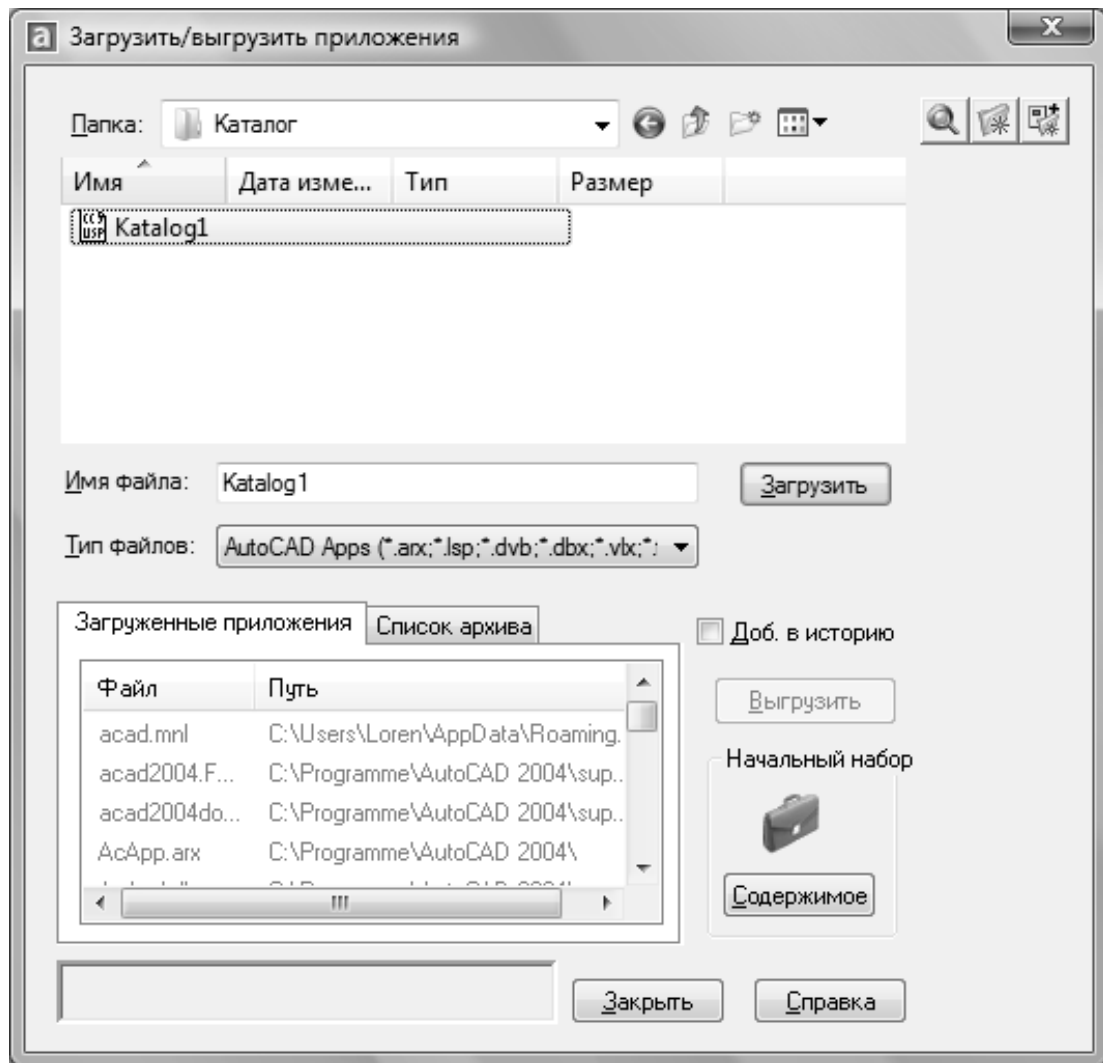
Инструменты (рис. 8.11). Для викачування координат необхідно створити папку *Каталог*, в яку зберігають каталог координат. Крім того, у цій папці збережено програмний файл *Katalog 1*.



*Рис. 8.11. Відкриття діалогового вікна
Загрузка/Выгрузка приложений*

Инструменты → *AutoLIST* → **Открыть**.

З'явиться діалогове вікно **Загрузка/Выгрузка приложений** (рис. 8.12). Знаходять папку *Каталог*, клацають лівою кнопкою миші на файл *Katalog1*, **Загрузить**, потім **Закреть**.



*Рис. 8.12. Діалогове вікно **Загрузка/Выгрузка приложений***

У командному рядку пишуть:

Kat, після чого натискають **Enter**.

У командному рядку вказують номер того контуру, координати якого викачують. З'являється діалогове вікно, в якому присвоюють ім'я каталогу, наприклад, 1 (рис. 8.13).

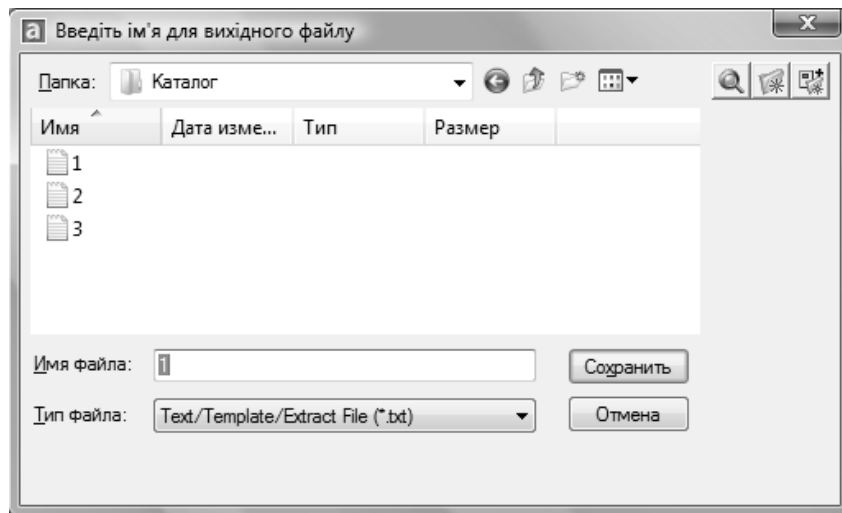


Рис. 8.13. Присвоєння ім'я вихідного файлу

Натискають **Сохранить**.

У командному рядку з'явиться запит: **Вкажіть точку**. Вказують лівою кнопкою миші всередині контуру, у командному рядку вказують прізвище виконавця, натискають **Enter**.

У *Word* відкривають збережений у *Каталозі* файл і таким чином отримують викачані координати відповідного контуру.

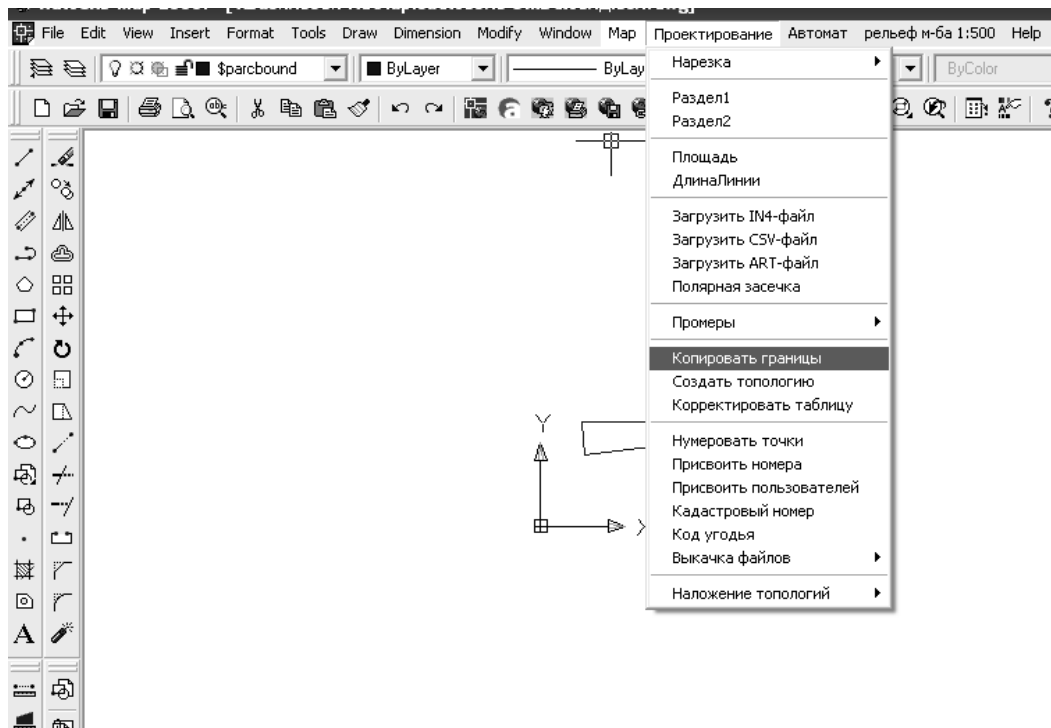


Рис. 8.14.. Копіювання меж земельних ділянок

Для викачування координат системи земельні ділянки використовують топологію. У меню **Проектирование** вибирають функцію **Копировать границы**, після чого закривають усі шари, крім новоствореного, що позначає межі ділянки (рис. 8.14).

Наступним кроком є очищення зображення (рис. 8.15).

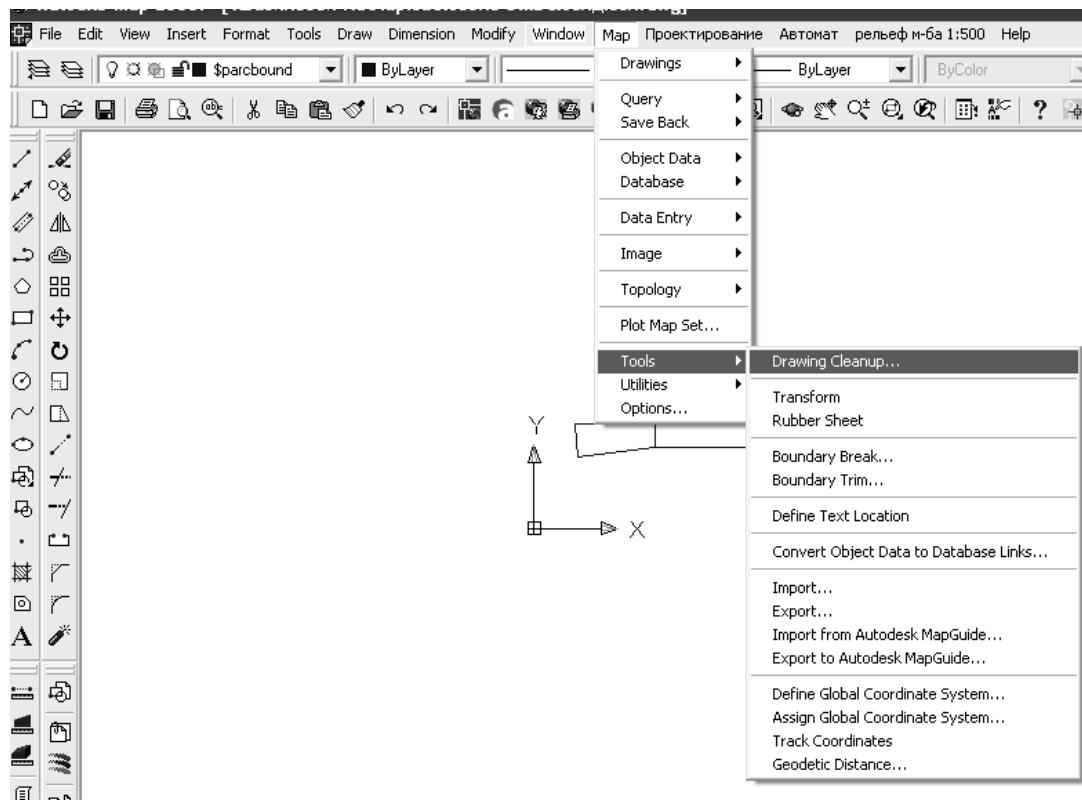


Рис. 8.15. Очищення зображення

Цю функцію повторюють до того часу, поки у рядку формул не з'являться всі нулі. Викачування топології проводять через меню **Проектирование** (рис. 8.16).

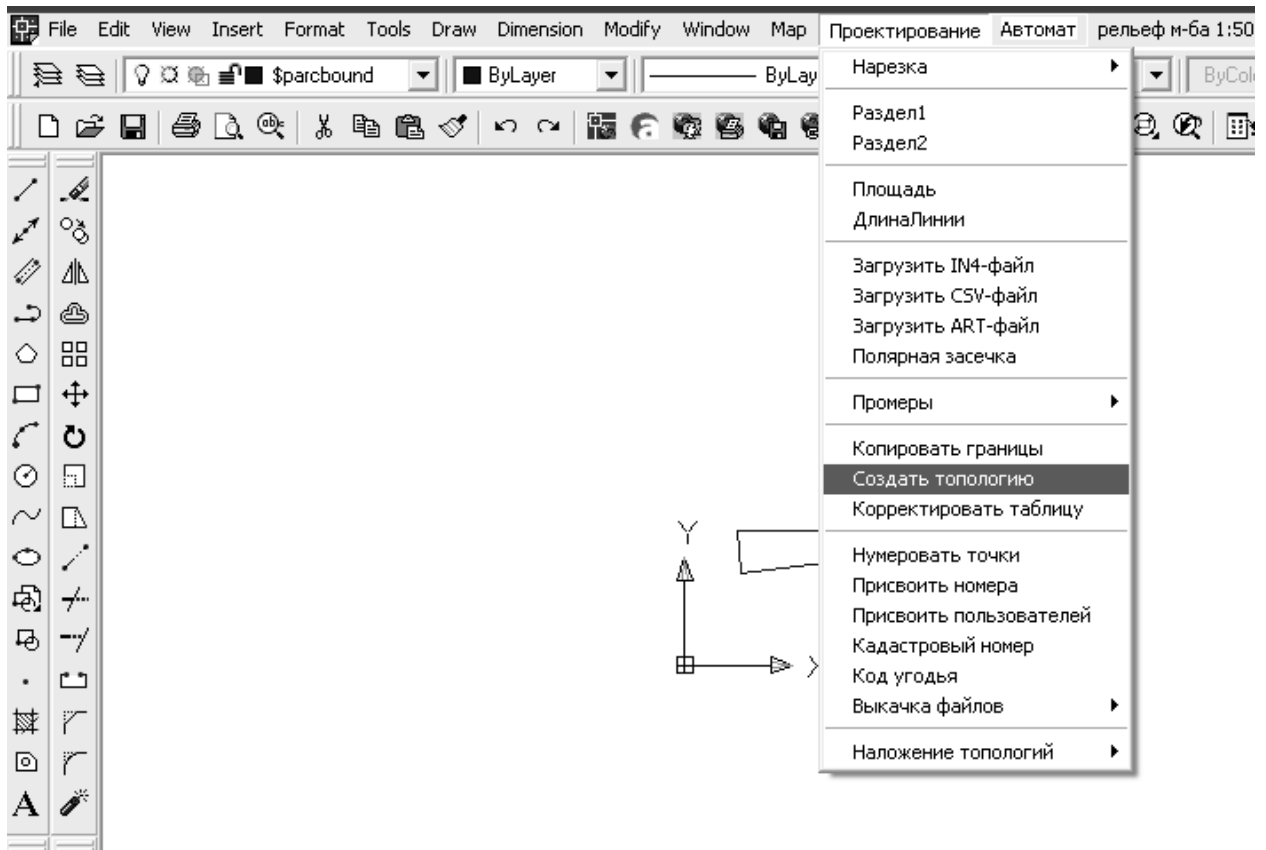


Рис. 8.16. Викачування топології

Вказуємо шар з номером земельної ділянки або зазначаємо «Автоматически нумеровать участки» (рис. 8.17) і клавішу «Создать».

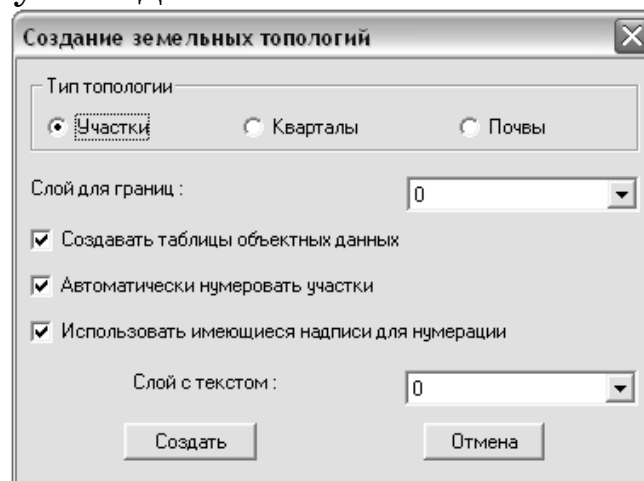


Рис. 8.17. Створення топології

Після створеної топології через меню **Проектирование** можна викачати каталог координат та обмінні файли у форматі IN4 (рис. 8.18).

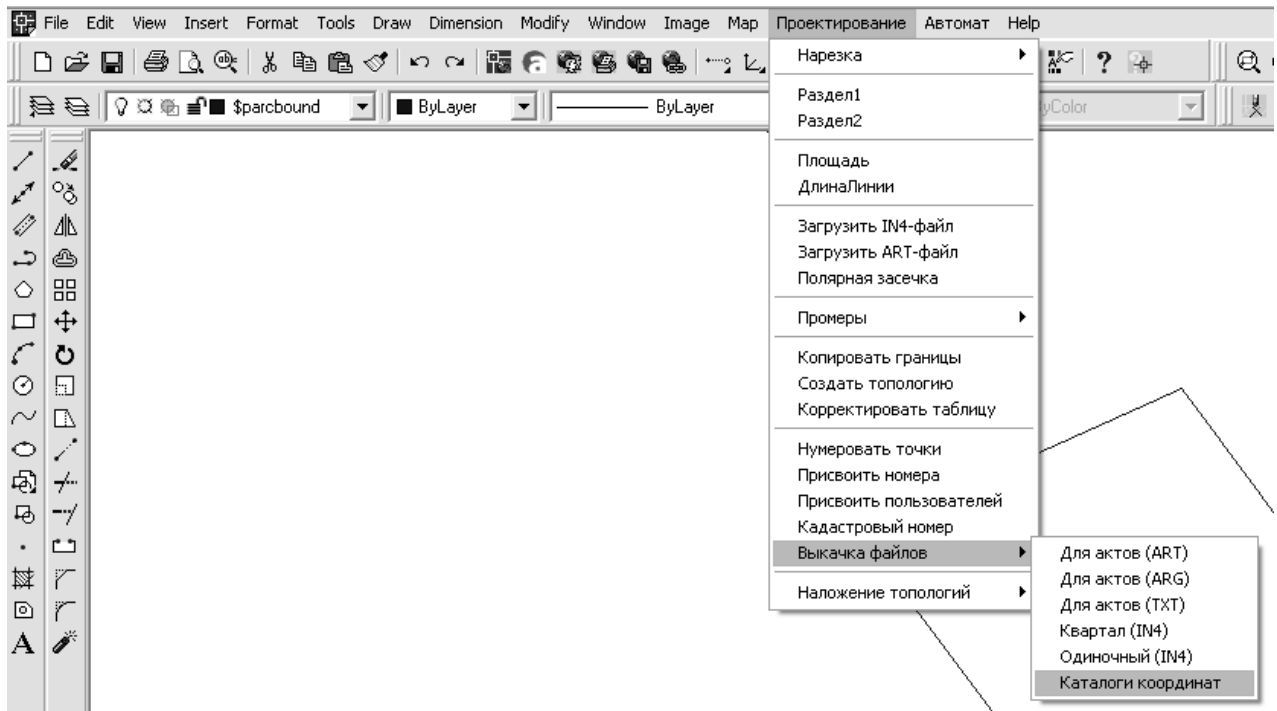


Рис. 8.18. Викачування каталогу координат

Таким чином, в результаті отримують каталог координат поворотних точок земельної ділянки.

Питання для самоконтролю

1. Які завдання виконує програма AutoCAD?
2. На які функціональні зони можна розділити головне вікно програми?
3. Які особливості використання системи координат у програмному середовищі AutoCAD?
4. Назвіть способи задання координат.
5. За допомогою яких команд відбувається прив'язка точок?
6. Що таке шар?
7. Назвати властивості, які характерні для кожного шару.
8. Якими способами здійснюється обчислення площ у програмі AutoCAD?
9. Як знайти значення координат точок земельної ділянки?

СТВОРЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ ЗАСОБАМИ *AutoCAD*

9.1. Підготовка планової основи. Програмні і технічні засоби візуалізації картографічної інформації

Подання інформації в зрозумілій і зручній для користувача формі є однією з основних функцій будь-якої системи обробки даних.

Побудова картографічного зображення є досить складним науково-методичним і технологічним процесом. Для створення карт та інших геозображень розроблені різні стандарти і нормативні вимоги. Водночас технологія автоматизованого проєктування дає користувачеві значно більші можливості для створення й обробки картографічної інформації, які в багатьох випадках не передбачені чи незатребувані традиційними методами паперових технологій.

На екран дисплея можна вивести кілька вікон з різними тематичними картами для їхнього спільного візуального аналізу; електронні карти легко масштабуються з можливістю автоматизованої генералізації; спеціальні засоби редагування дозволяють швидко змінювати підписи, умовні позначення і загальне компонування картографічного зображення. За наявності картографічної бази даних користувач одержує можливість робити швидкі інтерактивні запити про властивості того чи іншого об'єкта курсором миші, складати запити з використанням математичних і логічних функцій, робити вибірки, будувати тематичні карти й картодіаграми. Основні принципи виведення інформації на екран дисплея чи тверді носії, дизайн зображень і зручність сприйняття їх людиною характеризуються в цілому поняттям ***візуалізація***.

Візуалізація (visualization, visualisation, viewing, display, displaying, синоніми — графічне відтворення, відображення) у ГІС, комп'ютерній графіці і картографії — проектування і генералізація зображень, у тому числі геозображень, картографічних зображень та іншої графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних, правил і алгоритмів їхнього перетворення.

Процес одержання зображення на екрані чи аркуші паперу в різних випадках може містити в собі безліч окремих технологічних операцій, які необхідно виконувати в певному порядку. Вихідні дані, що зберігаються у файлах різних форматів, як правило, являють собою набори ідентифікаторів просторових об'єктів, координати їхніх опорних точок, посилання на записи в базах даних, посилання на бібліотеки умовних знаків тощо. У деяких випадках цифрова картографічна база даних створюється з урахуванням вимог подальшої візуалізації у середовищі визначеного програмного пакета і може бути зображена як карта визначеного відомчого стандарту без додаткової обробки. Здебільшого ж цифрові карти являють собою контури об'єктів у визначеному універсальному форматі, призначені для експорту в різні формати програмних пакетів. У цьому разі для одержання повноцінного геозображення необхідна додаткова обробка даних [38, с. 126].

Для створення карти за растровим зображенням у системі AutoCAD використовують додаток CAD Overlay. У меню Image вибирають Insert, вказуючи масштаб зображення. Виділяючи це зображення, вибирають Image\Correlate\Math (рис. 9.1) для попереднього поєднання хрестиків сітки з хрестиками на растровому зображенні плану гірничих виробок. З цієї команди починається зіставлення растрових зображень для зшивання у один фрагмент плану. Після цього виділяють хрестики растрового зображення й закріплюють із хрестиками векторної сітки за допомогою об'єктної

прив'язки, тобто зображення (растрове) прийме масштаб векторної сітки. Далі повторюють: Image \ Correlate \ Rubber sheet. Ця процедура робить більш точну накладку хрестиків. Для цього знову виділяємо хрестики растрового зображення й сполучаємо із хрестиками векторної сітки, тільки вже за допомогою «Rubber sheet».

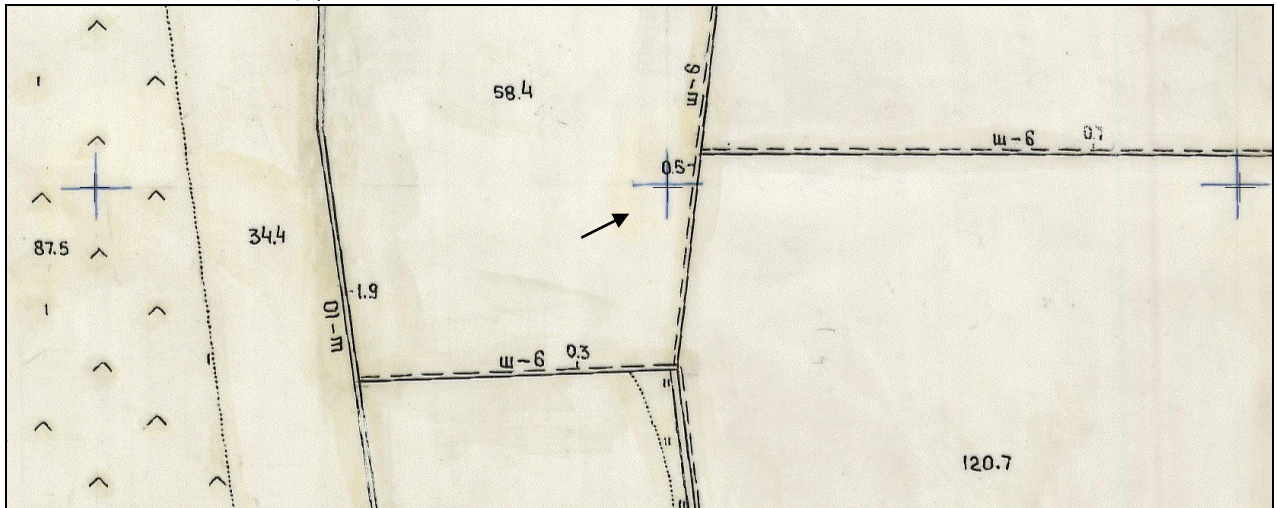


Рис. 9.1. Поєднання хрестиків векторної сітки з хрестиками растрового зображення

Після таких операцій з кожним растровим зображенням починають зшивати їх в одне ціле зображення. Зшивання растрових зображень проводять за допомогою функції Merge/Images.

Значне поширення програмних засобів ПС, що вміщують функціональні можливості картографічних редакторів, зняття грифа таємності з топокарт масштабу 1:100 000 і поява комерційного доступу до матеріалів вітчизняної і зарубіжної космічної зйомки дозволяють створювати цифрові карти в різних науково-виробничих, комерційних організаціях та навчальних закладах.

Велика частина інформації про навколишнє середовище сприймається людиною візуально, через зір. Саме на зорове сприйняття розраховані різні картографічні зображення. Карта, паперова або цифрова, повинна мати низку властивостей:

- просторово-часову подібність відображуваних об'єктів і явищ;

- змістовну відповідність властивостей і характеристик явищ, їх типових особливостей, генезису, ієрархії і внутрішньої структури;

- метричність, що передбачає вимірювання координат, довжин і обсягів (геометрична метричність), а також вимірювання змістовних характеристик карти (атрибутивна метричність);

- однозначність – передбачає, що кожен знак на карті має лише єдиний зафіксований у легенді зміст, будь-яка точка на поверхні з координатами X , Y має тільки одне значення Z ;

- наочність й оглядовість, які забезпечують різні картографічні масштаби і відповідні цим масштабам набори відображуваних об'єктів. Об'єкти відображуються за допомогою картографічних символів, логічна структура й описи яких подані в легендах.

Враховуючи те, що карта сама є моделлю будь-якої місцевості, усе частіше виникають думки, що цифрова карта не повинна бути копією паперової карти з її системою умовних знаків (моделлю моделі), а прямо відображати реальну дійсність, використовуючи власний арсенал засобів створення зображення і різноманітних джерел даних. За ступенем ускладнення зв'язків між окремими елементами підсумкової карти і використання спеціальних програмних та технічних засобів створення карт на сьогодні склалася така система визначень [2].

Цифрова карта (digital map) – цифрова модель місцевості, створена за допомогою цифрування картографічних джерел, фотограмметричної обробки даних дистанційного зондування, цифрової реєстрації даних польових зйомок або іншим способом. Цифрова карта є основою для виготовлення звичайних паперових, комп'ютерних, електронних карт, вона входить до складу картографічних баз даних, є одним із найважливіших елементів інформаційного забезпечення ГІС і може бути результатом функціонування ГІС.

Основними складовими цифрової карти є *координатна система і набір елементарних графічних об'єктів*, що відображають місце розміщення просторових обрисів відповідних реальних об'єктів чи явищ. У більшості ГІС-пакетів цифрові карти подаються окремим картографічним шаром і містять тільки однотипні об'єкти, а також є основною одиницею збереження даних (файлом або групою зв'язаних файлів).

Різні групи користувачів картографічної інформації можуть висувати різні вимоги до технологій її візуалізації. Це може бути простий перегляд готового картографічного зображення на екрані дисплея і друкування копії на звичайному принтері формату А4; презентація за участю серії карт та інших геозображень з використанням проєкційного устаткування; підготовка оригінал-макета великоформатної карти для подальшого друку на спеціальному поліграфічному устаткуванні, підготовка і перегляд анімованих карт тощо. Для обслуговування різних груп користувачів розроблено низку спеціальних програмних ГІС-продуктів, що містить різний набір функціональних можливостей для подання даних.

9.2. Створення тематичних карт

У практиці землевпорядкування широко використовуються тематичні карти, створені на основі аналізу атрибутивних даних, пов'язаних з тим чи іншим набором просторових об'єктів.

Тематичні карти характеризуються надзвичайно високим спектром картографованих явищ (природних, соціальних, економічних), сфер використання та способів відображення. Тематичні карти є аналітичним продуктом, який у найбільш концентрованій, точній та достовірній, легкосприйнятній формі описує певне явище. Відповідно до цих особливостей, під час створення тематичних карт

використовуються способи відображення й методи, описані нижче. Практичне розв'язання задач та технологічні операції залежать від конкретної карти.

Тематичні карти використовуються для візуального аналізу просторово-розподіленої інформації, у зв'язку з цим сприйняття й аналіз таких карт людиною значною мірою залежать від методики їхньої побудови і візуальних характеристик.

Основними особливостями тематичних карт є:

1) порівняння зі загальногеографічними на них зображують вузьке коло явищ;

2) передається насамперед просторове розміщення картографованого явища;

3) на них показують величину явища у відповідних одиницях виміру. При цьому можуть використовуватися як абсолютні, як і відносні величини;

4) на тематичних картах є змога відобразити якісні відмінності зображених явищ;

5) на тематичних картах можна передати:

а) переміщення в просторі та зміну явищ у часі;

б) напрям та інтенсивність руху явищ;

в) зміну форми та розміру території, зайнятої певним природним чи соціально-економічним явищем за певний час;

г) кількісні зміни явища за певний час;

г) зміни в структурі явища.

Щоб передати інформацію на карті, застосовують різні способи картографічного зображення на тематичних картах [22].

Процедура побудови тематичної карти або картодіаграми звичайно реалізована у вигляді спеціального програмного модуля, виклик якого здійснюється за допомогою спеціального пункту меню. У більшості програмних продуктів ГІС реалізована побудова декількох типів карт за тематичними шаблонами.

Основні етапи створення тематичної карти (дод. Н):

1. Проектування змісту карти.

2. Збір, підготовка та препроцесування даних.
3. Розробка структури карти.
4. Створення карти.
5. Підготовка до видання (публікації).

Проектування змісту карти

Проектування електронних карт передбачає як основні дії, визначені в традиційній картографії, так і проектування інформаційної складової. У розробці інформаційної складової застосовують підходи, які використовуються у розробці баз даних.

Проектування виконується із загальних положень тематичної дисципліни та часткових положень, що впливають з характеру створюваної карти чи серії карт. Під час проектування проводять:

- визначення цільового призначення і розкриття теми карти;
- проектування картографічної основи;
- розробку змісту карти і класифікацію об'єктів та явищ;
- визначення принципів та способів генералізації;
- встановлення характеристик об'єктів чи явищ та показників, що підлягають картуванню;
- додатково, виходячи з необхідності проектування інформаційної складової, виконують етапи:
 - вибоу класів географічних об'єктів, для яких потрібно накопичувати інформацію в БД;
 - формалізацію показників, вибір схем класифікації та кодування.

Збір, підготовка та препроцесування даних

Залежно від тематичного наповнення карти, можуть використовуватись різні типи вхідних матеріалів, які потребують різних методів підготовки та приведення до цифрового вигляду:

- паперові матеріали звичайно сканують, обробляють та векторизують (дигіталізують)

ручним, напівавтоматичним або автоматичним способом;

- проводять збір, формування та верифікацію баз даних;
- збір, верифікація та формування репрезентативних вибірок для точок пробо відборів;
- отримання, попередня обробка та орторектифікація даних дистанційного зондування.

Геокодування даних, або зв'язування записів таблиці з об'єктами на карті. Ключем для зв'язування має бути певний ідентифікатор, який забезпечує однозначний зв'язок між записом в БД та об'єктом на карті. Наприклад, код КОАТУУ (код Класифікатора об'єктів адміністративно-територіального устрою України), забезпечує унікальну ідентифікацію кожного адміністративного об'єкта України рівнів область – район – населений пункт.

Розробка структури тематичних карт

Цей етап визначає способи відображення, структуру карти та технологічні способи побудови карти:

- проектування способів картографічного відображення, системи умовних знаків та легенди;
- проектування оформлення карти;
- Проектування технології виконання робіт зі створення оригіналів та способів видання карти;
- розробка ескізів, макетів і вихідного оригіналу картографічного змісту;
- додатково, виходячи з необхідності проектування інформаційної складової, виконують етапи:
 - концептуальне та логічне проектування структури електронної карти;
 - проектування та розробка методів та технології побудови електронної карти.

Створення тематичних карт

Після виконання попередньої задачі, згідно з визначеними умовами, створюються карти. Цей етап охоплює:

- створення базової карти-основи. Типові географічні основи є “каркасом” карт і несуть уніфікований набір інформації для певного тематичного розділу та масштабу карт;

- створення тематичних карт передбачає створення атрибутивної та геометричної складових карти. Атрибутивна складова забезпечує функції пошуку, ідентифікації та опису об’єктів. Геометричною складовою є картогарми, картодіаграми, значки, підписи та інші компоненти, які забезпечують візуальне сприйняття карти.

Підготовка до видання (публікації)

Під виданням (публікацією) карти розуміється представлення карти користувачеві у найбільш зручному вигляді. Цей етап може передбачати:

- підготовку друкованої версії;
- підготовку Internet Web-версії;
- включення карти в інформаційно-пошукову картографічну систему (електронний атлас) [21].

Залежно від характеру й тематичного змісту карт можуть використовуватись наступні способи картографування (дод.П).

Спосіб значків

Значки використовують для показу місцеположення об’єктів, які не виражаються в масштабі карти або займають площу, меншу, ніж сам значок, або загалом явищ, локалізованих у точці. Крім двох головних функцій (вказують на вид і місцеположення об’єктів), характеризують величину, значення та його зміну в часі. За формою значки розрізняють на геометричні, буквені, наочні. Кількісні співвідношення (характеристики) передають розміром значка. Для передачі сумарного чи складного явища використовують структурні значки, а для передачі динаміки явищ – наростаючі значки [3].

Спосіб лінійних знаків

Лінійні знаки застосовують для:

- 1) передачі ліній в їх геометричному розумінні (трубопроводи, кордони, межі);
- 2) об'єктів лінійного простягання, які не виражаються за своєю шириною в масштабі карти (дороги, річки);
- 3) об'єктів площинного простягання (гірські хребти).

Кількісні та якісні особливості лінійних об'єктів передаються малюнком, кольором та шириною знаків [3].

Дійсне положення лінійних об'єктів передає вісь лінійного знака (дороги). Часто використовують і такий прийом, коли кольорову гаму чи штрихування розміщують збоку вздовж лінійного знака, або виносять вбік (типи берегів). Динаміка, розвиток, зміна положення лінійних об'єктів легко передаються поєднанням лінійних знаків, які належать до різних моментів часу (фронти) [36].

Спосіб ізоліній

Ізолініями називають криві на карті, які з'єднують точки з однаковим значенням кількісного показника, наприклад, горизонталі чи ізогіпси, ізобари, ізобати, ізотерми. Ізолінії застосовують для характеристики величини (інтенсивності) неперервних чи поступово змінних в просторі явищ (температура повітря, кількість опадів, абсолютні висоти, величина магнітного зміщення), а також для передачі співвідношень (відсотків) – кількості дощових і бездощових днів, днів похмурих і безхмарних. Будують ізолінії методом інтерполяції. Інтервали між ізолініями намагаються зберегти постійними. Величина інтервалу залежить від меж, в яких явище коливається, та від масштабу карти. Система ізоліній із перемінним інтервалом називається **шкалою ізоліній**. Оформлення ізолінії: їх підписують у розривах чи на виходах до рамки карти, а проміжки між ними фарбують певним кольором чи штрихують [3].

Ізолінії дуже прості, наочні і не вимагають пояснень у легенді. Вони добре поєднуються з іншими способами

картографічного зображення, але втрачають читабельність у разі сумісного використання на одній карті кількох систем ізоліній [22].

Спосіб якісного фону

Показує поділ території на однорідні за якістю ділянки, виділені за певними природними, соціально-економічними чи політико-адміністративними ознаками. Він використовується для характеристики явищ, які мають суцільне (клімат), значне (грунти) чи масове поширення (населення) [3].

Основний шлях диференціації території – її поділ за типами місцевостей (геоботанічними, ландшафтними, зоогеографічними, кліматичними тощо). У цьому разі спочатку розробляють класифікацію зображуваного явища, виділяють за нею однорідні ділянки, зафарбовують (заштриховують чи індексують) їх відповідно до шкали. Карти цього виду називаються *типологічними* [37].

Дві кольорові системи на одній карті поєднати неможливо, тому поруч із кольором використовують, як правило, штрихування: на карті ґрунтів кольором передається генетичний тип ґрунтів, штрихуванням – механічний склад. Спосіб якісного фону добре поєднується з іншими способами картографічного зображення – значками, локалізованими діаграмами тощо [22].

Спосіб кількісного фону

Застосовується для поділу території за певним кількісним показником (кількісними показниками) – модулем стоку, густотою та глибиною розчленування земної поверхні, кутом нахилу, довжиною схилів. Для цього карта розділяється на ділянки відповідно до встановленої шкали. Як правило, використовують два шляхи диференціації території:

1) попередньо районуєть територію, наприклад, виділяють річкові басейни, визначають для кожного територіального підрозділу значення кількісного

показника, відносять цей підрозділ до відповідного ступеня в шкалі, оформлюють як якісний фон (штрихують, фарбують, індексують);

2) визначення значень кількісного показника (крутизни схилу) на всій площі карти, проведення меж ділянок відповідно до ступеня шкали, оформлення.

Спосіб локалізованих діаграм

Локалізовані діаграми відносять до певних пунктів, точок чи площ і використовують для характеристики сезонних та інших періодичних явищ – їхнього ходу, величини, тривалості, ймовірності, повторюваності тощо.

Діаграми будують у декартовій та полярній системах координат, у вигляді кривої розподілу чи стовпчикової діаграми. Широко використовують «рози» (діаграми-рози) – для характеристики повторюваності та швидкості вітрів, повторюваності вітрового хвилювання, повторюваності та швидкості морських течій [3].

Інколи діаграми узагальнюють спостереження на певних площах – клітинках картографічної сітки; у цьому випадку їх локалізують у центрі клітинок. Діаграми відтворюють певні характеристики, зіставлення яких дає змогу судити про просторову зміну явищ суцільного поширення [22].

Точковий спосіб

Використовується цей спосіб для картографування масових розосереджених явищ (населення, посівні площі, поголів'я худоби) через точку чи іншу геометричну фігуру однакового чи різного розміру, яка позначає однакову кількість одиниць картографованого явища і розташовується на карті в місці його фактичного розміщення. На карту наноситься певна кількість точок, густина яких дає наочну картину розміщення явища, а число точок – його розміри [3].

Важливим моментом у побудові карт із використанням точкового способу виступає вибір «ваги» точки – кількості одиниць, які виражаються

однією точкою. При цьому вагу підбирають так, щоб точки не зливалися і показували дійсне положення явища.

Мінімально можлива «вага» точки залежить від її графічного розміру. Існують два способи розміщення точок – геометричний і географічний [36].

Якщо крапку (точку) замінити іншою геометричною фігурою (трикутником, квадратом, прямокутником, рисою), суть способу не зміниться. Але точка (крапка) найбільш економні і яскраві; інший малюнок точок зустрічається рідко, як правило, у тих випадках, коли на карті зображається кілька явищ і не можна використати колір крапки [37].

Спосіб ареалів

Ареалом називають область поширення якого-небудь явища. Ареал може бути неперервним, суцільним чи розсіяним. Розрізняють ареали абсолютні (за його межами явище не зустрічається) та відносні (територія, де явище володіє певними властивостями, наприклад, густина тварин, достатня для промислового відстрілу) [3].

Для передачі ареалів на тематичних картах використовують різні прийоми: обмеження ареалів суцільною чи пунктирною лінією певного рисунку; фарбування ареалу; штрихування ареалу; рівномірне розміщення в межах ареалу штрихових знаків (художніх чи символічних значків) без передачі його точних меж; написом у межах границь ареалу, окремим малюнком (художнім значком). Таке багатство прийомів оформлення ареалів дає змогу на одній карті показати навіть ті ареали, які перекриваються [22].

Ареали можна поєднувати з іншими способами картографування.

Спосіб знаків руху

Знаки руху слугують для передачі різних просторових переміщень, які належать до природних чи соціально-економічних явищ. Інша область застосування способу – передача різних зв'язків (транспортних, економічних, торгових, фінансових, політичних,

культурних тощо). Знаки руху застосовують для показу переміщення будь-якого явища: крапкового (судно, літак, потяг), лінійного (фронт), площинного (лавове поле, льодовик, конус виносу, дельта), розсіяного в просторі (міграції тварин), суцільного (переміщення повітряних мас). За допомогою знаків руху можна передати шлях, спосіб, напрям і швидкість переміщення, якість, потужність та структуру рухомого явища [3].

Основним графічним засобом зображення (передачі) руху і зв'язків слугують вектори – напрямлені відрізки (стрілки), які можуть різнитися за орієнтуванням (напрямом), формою, величиною (шириною), кольором, яскравістю, внутрішньою структурою. Найзручніше використовувати ширину та довжину вектора, інколи – оперення стрілок.

Іншим засобом передачі руху є смужка (стрічка чи епюр), ширина якої виражає потужність потоку пасажирів чи вантажів. Співрозмірність стрічок може бути абсолютною чи умовною, неперервною чи ступінчастою. Структуру потоку перевезень передають кольором чи штрихуванням стрічки [22].

Знаки руху можуть передавати рух точно і схематично.

Картодіаграма

Картодіаграмою називають спосіб зображення розподілу якого-небудь явища (його кількісного показника чи показників) через діаграми, розміщені на карті всередині одиниць територіального поділу (найчастіше адміністративного) і які виражають сумарну величину явища в межах кожної одиниці територіального поділу [3].

Найчастіше вживають:

лінійні діаграми – стовпчики, смужки, довжина яких пропорційна величині зображеного явища (довжина залізниць, км, на 1 000 км²);

площинні діаграми – кола, квадрати, прямокутники, площа яких пропорційна величині

зображеного явища (площа сільськогосподарських угідь, га, у розрізі землекористувачів, кількості населення, тис. чол., у районах чи областях певної країни);

об'ємні діаграми – куби, кулі, паралелепіеди, об'єм яких пропорційний величині зображеного явища.

Діаграмні фігури можуть бути **структурними**, якщо кола, квадрати, кулі, куби тощо поділити на частини відповідно до складу (структури) зображеного явища. Для структурних діаграм використовують і **зоряні діаграми**, у яких довжина променя (від основи чи центра основної фігури) пропорційна складовим частинам явища (показники діяльності цукрових заводів – а) виробництво цукру, б) виробництво жому, в) виробництво патоки) [2].

Відмінність картодіаграми від значків у тому, що значки показують пункти локалізації зображених об'єктів і не пов'язані з територіальним поділом. Картодіаграма немислима без територіального поділу, вона не стосується певних пунктів, а виражає сумарну величину явища в межах певних територіальних одиниць, не показуючи, де саме це явище розміщене [22].

Діаграмні фігури на низку дат передадуть динаміку явища.

Картограма

Картограма – спосіб зображення середньої інтенсивності явища в межах одиниць територіального поділу (найчастіше адміністративного). У картограмі, на відміну від картодіаграми, для побудови слугують абсолютні показники, використовують відносні показники, отримані в результаті ділення двох рядів абсолютних величин, обчислених для одних і тих же територіальних одиниць, або ж із підрахунку відсоткових відношень [3].

Для наочності зображення кожен територіальну одиницю зафарбовують чи заштриховують так, щоб за інтенсивністю кольору чи штрихування можна було робити висновок про інтенсивність явища. Для цього використовують ступінчасту шкалу інтенсивності.

Перевагою картограми є простота її побудови і сприйняття. Недоліки картограми: не показує відмінностей в інтенсивності явищ всередині одиниць територіального поділу; створює неправильне враження про рівномірність розподілу явища і зміну інтенсивності на його межах [36].

Часто картограми складають за квадратами прямокутної сітки координат, що зручно для машинної обробки.

Інтенсивність явища можна передати і стовпчиком (дод. П). Найчастіше картограму поєднують із картодіаграмою, а також крапковим способом [37].

9.3. Автоматизоване картографування в системі середовища AutoCAD для цілей землевпорядкування

ГІС-пакеми, зокрема AutoCAD (Autodesk) містять різні функціональні модулі, що дозволяють виконати весь цикл робіт зі створення картографічного зображення, починаючи зі збору інформації з різних джерел і закінчуючи поліграфічним макетом.

Оснoву системи автоматизованого картографування складають банки даних цифрової картографічної й атрибутивної інформації. Тематичний банк даних, створений для обслуговування певної предметної області (наприклад, створення топографічних карт, архітектурних планів, кадастрових карт, геологічних, гідрологічних, автодорожніх, туристичних карт), містить певний фіксований перелік об'єктів. Кожному об'єкту заздалегідь присвоюється певний тип умовного знака і параметри їхнього відображення в різних типах карт; у разі відкриття певного картографічного шару одночасно відбувається і його оформлення в системі умовних знаків. Також при постійному картографуванні території у певному масштабі створюються спеціальні шаблони, в

яких зазначаються межі області відображення карти, масштаб карти, відображається стандартна легенда карти й елементи оформлення карти – рамка, заголовок, масштабна лінійка, стрілка «північ-південь», текстові виноски, логотипи тощо. Для одержання повноцінної карти в цьому випадку досить вибрати потрібний шаблон, далі відбувається завантаження необхідних тематичних шарів і їхнє оформлення [38, с. 130].

Формування креслень у середовищі *AutoCAD* для цілей землевпорядкування здійснюють з урахуванням вимог землевпорядного проектування. Побудову цифрової моделі землекористування починають з векторизації растрового зображення. На базі оцифрованої планово-картографічної основи землекористування розробляють варіантні проектні рішення.

Автоматизоване проектування здійснюють залежно від обраної користувачем проектної документації із землеустрою.

У процесі розроблення проектів землеустрою *AutoCAD* використовують для формування графічних матеріалів, зокрема планів відведення земельної ділянки, креслення меж контурів, виконання проектів організації території (дод. Р), картограми агровиробничих груп ґрунтів (дод. С), проекту еколого-економічного обґрунтування сівозмін (дод. Т), при якому проектування системи сівозмін, їх полів і робочих ділянок проводять з урахуванням агроекологічного потенціалу земель та рельєфу.

Створення просторових об'єктів, заливок, штрихувань, точкових умовних знаків і ліній проводять за допомогою інструментів *AutoCAD*. Введення і редагування просторових об'єктів здійснюють за допомогою «миші».

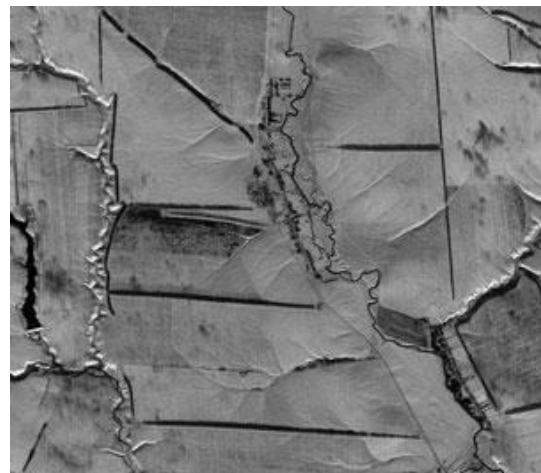
Засоби автоматизованого проектування, зокрема програмне забезпечення *AutoCAD*, можна використовувати для створення карт полів господарства в процесі розроблення проектів землеустрою. Кожен окремий шар електронної карти відображає номер

контуру; індекс ґрунтової комбінації; повну назву ґрунтової комбінації; склад ґрунтів; генетичну характеристику ґрунтоутворювальних порід і їх гранулометричний склад; площу контуру.

Електронні карти полів мають загальну проекцію та єдину систему координат, внаслідок чого виробляється точна географічна прив'язка ґрунтових контурів і поєднання ґрунтових контурів з відповідними їм формами рельєфу. Прив'язку починають з мережі гідрографії, яробалкового комплексу, часто доповнюють дорожньою мережею та іншими об'єктами, які добре виділяються на ґрунтовій карті та картографічній основі (рис. 9.2). На рис. 9.2, а добре видно солонцеві комплекси (світлі плями), які сильно погіршують якість земель і які вимагають хімічної меліорації, та виразно видно водно-ерозійну мережу (рис. 9.2, б).



а)



б)

Рис. 9.2. Фрагменти космічних знімків, які використовують при складанні електронної карти полів: а) знімок КА Cartosat (просторова роздільна здатність 2,5 м); б) знімок КА IKONOS (просторова роздільна здатність 1 м)

Далі на фотоплан наносять кадастрові дані щодо розміщення земельних часток (паїв), земель запасу та резервного фонду тощо. Накладання шарів, що містять

такі дані, дасть змогу виявити зміни в межах земельних ділянок, можливі накладки контурів (дод. У).

За допомогою взаємного накладання тематичних шарів електронної карти полів формується комплексна карта агроекологічних груп і видів земель, тобто елементарних ареалів агроландшафту (однорідних ділянок), кожен з яких забезпечується банком даних за всіма параметрами (дод. Ф).

При агрогосподарських обмеженнях земель можна використати існуючі чи актуалізовані цифрові карти, складені на територію одного чи декількох господарств. При цьому дані щодо земельних ділянок – тип ґрунту, гранулометричний склад, зволоження, показники родючості – заносять до атрибутивних таблиць. Додаткові дані, наприклад про крутість схилів, ерозійну небезпеку тощо, можна розрахувати за ЦМР.

Дані спеціальних обстежень земель – ґрунтових, агрохімічних, гідрогеологічних, геоботанічних – також легко ув'язувати з цифровою картографічною основою і, таким чином, отримувати повну характеристику земель у господарстві, агрофірмі, районі [11].

Питання для самоконтролю

1. Що таке візуалізація?
2. Що таке цифрова карта?
3. Назвати складові цифрової карти.
4. Що таке тематична карта?
5. Які особливості створення тематичної карти?
6. Назвати основні етапи створення тематичної карти.
7. Назвати способи картографування.
8. Що таке картограма?
9. Як здійснюють автоматизоване проектування в програмі AutoCAD?

Бібліографічний список

1. Автоматизированные системы проектирования в землеустройстве : методические указания для выполнения контрольных работ студентами заочного обучения, специальность 120301 – «Землеустройство» / ФГОУ ВПО ПГСХА ; сост. М. М. Суржик. – Уссурийск, 2009 – 20 с.
2. Берлянт А. М. Справочник по картографии / Берлянт А. М, Гедымин А. В., Кельнер Ю. Г. – М. : Недра, 1988. – 154 с.
3. Божок А. П. Картографія : підручник / Божок А. П., Осауленко Л. Є., Пастух В. В. – К. : Фітосоціоцентр, 1999. – 279 с.
4. Бойко В. В. Проектування баз даних інформаційних систем / В. В. Бойко, В. М. Савинков. – К. : Фінанси та статистика, 2003. – 352 с.
5. Векторизатор Easy Trace [Електронний ресурс]. – Режим доступу :
<http://www.geotekomsk.ru/index.php?idx=638.620>.
6. Використання даних лазерного сканування для побудови цифрових моделей рельєфу гідрографічних мереж гірських систем / Х. Бурштинська, А. Бабушка, І. Василюха, С. Пікулик // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвід. наук.-техн. зб. : присвяч. Міжнар. наук. конф. «Культурний ландшафт і науки про Землю - основні завдання та шляхи вирішення». - Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2009. – С. 146-151.
7. Волков С. Н. Землеустройство. Системы автоматизированного проектирования в землеустройстве / С. Н. Волков. Т. 6. – М. : Колос, 2002. – 328 с.
8. Геопросторове моделювання потенціалу розвитку деградаційних процесів на орних землях / [І. П. Ковальчук, Т. О. Євсюков, О. С. Мкртчян, Н. І. Лобанська] // Землеустрій і кадастр. – 2009. – Вип. 4. – С. 72-82.

9. ГІС Асоціація України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://gisa.org.ua>.
10. ГІС панорама [Електронний ресурс]. – Режим доступу :
<http://www.panorama.vn.ua/products/geodesy/geodesy.php>
11. Готинян В. С. Дистанційне зондування землі [Електронний ресурс] / В. С. Готинян, Г. Я. Красовський. – Режим доступу :
<http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=1148>.
12. Гребенюк Т. М. Порівняльна характеристика методів створення топографічних карт для АСУ військового призначення / Т. М. Гребенюк // Військово-технічний збірник «Розроблення та модернізація ОВТ». – 2010. – № 3. – С. 41-44.
13. Грід [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D2%90%D1%80%D1%96%D0%B4>.
14. Гряник О. В. Еколого-економічна ефективність автоматизації системи землеустрою : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.08.01 / О. В. Гряник. – К., 2004. – 19 с.
15. Давидчук В. Методи ландшафтного картографування з використанням ГІС та інших комп'ютерних технологій [Електронний ресурс] / В. Давидчук, Л. Сорокіна, В. Родіна. – Режим доступу : http://geograf.com.ua/pdf/visnyk_lnu_31/40_davydchuk_sorokina_rodina_263-273.pdf.
16. Данилин И. М. Лазерная локация земли и леса [Електронний ресурс] / И. М. Данилин, Е. М. Медведев, С. Р. Мельников. – Новосибирск : СГГА, 2007. – Режим доступа : <http://www.ssga.ru/eossib/les/index.html>.
17. Де Мерс, Майкл Н. Географические информационные системы : пер. с англ. / Де Мерс, Майкл Н. – М. : Дата+, 1999. – 489 с.
18. Добряк Д. С. Автоматизація проектування в землеустрої: еколого-економічна та соціальна

ефективність / Д. С. Добряк, А. Г. Тихинов, О. В. Гряник. – К. : Урожай, 2004. – 128 с.

19. Зражевська, Л. А. ГІС-технології у землевпорядкуванні та меліорації [Текст] / Л. А. Зражевська, П. В. Мацко, А. С. Романча // Таврійський науковий вісник. – 2006. - Вип. 43. – С. 160-168.

20. Інженерна комп'ютерна графіка : навч. посіб. / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. – 2-ге вид. – Львів : Апріорі, 2005. – 346 с.

21. Інтелектуальні системи ГЕО [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

http://83.218.232.229/index.php?menu_id=324&menu_p id=30&p=1.

22. Картография с основами топографии : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. «География» / [Г. Ю. Грюнберг, Н. А. Лапкина, Н. В. Малахов, Е. С. Фельдман]. – М. : Просвещение, 1991. – 463 с.

23. Кобець М. І. Використання сучасних інформаційних технологій в системах сільськогосподарського менеджменту / М. І. Кобець // Проект «Аграрна політика для людського розвитку». – 2005. – 19 с.

24. Коваленко О. Ю. Геоінформаційна система у землевпорядкуванні [Текст] / О. Ю. Коваленко // Таврійський науковий вісник. – 2008. – Вип. 57. – С. 48-52.

25. Комплекс геодезичних розрахунків [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

<http://www.panorama.vn.ua/products/geodesy/geodesy.p hp>.

26. Лисицин В. Э. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : практический курс на базе программных продуктов Erdas Imagine 9.1 и Leica Photogrammetry Suite / В. Э. Лисицин. – К., 2007. – 430 с.

27. Лихогруд М. Г. Науково-технічні аспекти створення в Україні єдиної кадастрово-реєстраційної системи [Електронний ресурс] / М. Г. Лихогруд, О. Р. Чертов, О. В. Константинов. – Режим доступу :

<http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2005/ggeo/danilova/library/publ2.htm>.

28. Мельник А. В. Інтеграція CAD і GIS в програмних продуктах компанії Autodesk [Електронний ресурс] / А. В. Мельник. – Режим доступу : <http://gisa.org.ua/pdf/melnik-ac06-ukr.pdf>.

29. Методичні рекомендації з дисципліни «Автоматизація землевпорядного проектування» / уклад.: М. С. Богіра, Н. Є. Стойко, Л. В. Ткачук. – Львів : Львів. нац. аграр. ун-т, 2009. –

30. Морозов В. В. ГІС в управлінні водними і земельними ресурсами : навч. посіб. / В. В. Морозов. – Херсон, Вид-во ХДУ, 2006. – 88 с.

31. Одарюк О. О. Основні напрями процесу розробки і створення регіональних автоматизованих земельних інформаційних систем / О. О. Одарюк // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 2. – С. 114–117.

32. Павлик І. В. Комп'ютерна графіка : конспект лекцій / І. В. Павлик, Л. Є. Шкіца, С. С. Чаплінський / Івано-Франківськ : Факел, 2005. – 137 с.

33. Павлик І. В. Комп'ютерна графіка : лабораторний практикум [Електронний ресурс] / І. В. Павлик, Л. Є. Шкіца, С. С. Чаплінський. – Івано-Франківськ : Факел, 2006. – 58 с. – Режим доступу : http://myfoto.at.ua/_ld/0/2_lab_komp_grafik.pdf.

34. Погорелов В. И. AutoCAD 2005 для начинающих / В. И. Погорелов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 400 с.

35. Полещук Н. Н. Самоучитель AutoCad 2007 / Н. Н. Полещук, В. А. Савельева. – СПб. : БХВ – Петербург, 2006. – 624 с.

36. Салищев К. А. Картоведение / К. А. Салищев. – 2-е изд. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1982. – 385 с.

37. Салищев К. А. Картография : учебник для геогр. спец. ун-тов / К. А. Салищев. – 3-е изд., перераб. и дополн. – М. : Высш. шк., 1982. – 427 с.

38. Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатики : навч. посіб. / О. О. Світличний, С. В. Плотницький, за заг. ред. О. О. Світличного. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.

39. Світличний О. О. Основи геоінформатики : навч. посіб. / О. О. Світличний, С. В. Плотницький ; за заг. ред. О. О. Світличного. – 2-ге вид., виправл. і доповн. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2008. – 294 с.

40. Сербенюк С. Н. Картография и геоинформатика – их взаимодействие / С. Н. Сербенюк. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 159 с.

41. Сохнич А. Менеджмент у землевпорядкуванні : автоматизоване робоче місце [Електронний ресурс] / А. Сохнич, І. Худякова, О. Сохнич. – Режим доступу : http://www.nbuu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Vldau/Zem/2009/files/09saysaw.pdf .

42. Тимошевський В. В. Застосування систем автоматизованого проектування в землеустрої [Електронний ресурс] / В. В. Тимошевський, Н. В. Мокерова. – Режим доступу :

http://www.nbuu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Vldau/APK/2010_1/files/10tvdilu.pdf.

43. Управління водними і земельними ресурсами на базі ГІС-технологій : навч. посіб. [Електронний ресурс] / В. В. Морозов, П. П. Надточій, Т. М. Мислива, О. В. Морозов та ін.; за ред. проф. В. В. Морозова. – Режим доступу :

<http://gisau.org.ua/docs/manuals/Management%20of%20water%20and%20land%20resources%20.pdf>.

44. Хміль Ф. І. Основи менеджменту : підручник / Ф. І. Хміль. – К. : Академвидав, 2003. – 608 с.

45. Хміль Ф. І. Основи менеджменту : підручник / Ф. І. Хміль. – 2-ге вид. – К. : Академвидав, 2007. – 576 с.

46. Часковський О. Створення цифрових моделей рельєфу на основі даних аерофотознімання [Електронний ресурс] / О. Часковський, С. Гаврилюк, В. Костишин. – Режим доступу :

<http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/4532/1/52.pdf>.

47. Черняка П. Г. Використання ПС-технологій в землевпорядному проектуванні / П. Г. Черняка, С. В. Булакевич // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. праць. – Львів : Львів. політехніка, 2005. – С. 209-294.

48. Черняга П. Г. Навчальний модуль «Інформаційні технології в системі органів земельних ресурсів» [Електронний ресурс] / П.Г. Черняга. – К., 2010. – 110 с. – Режим доступу :

http://zemreforma.info/files/06/information-technology_09.doc.

49. AutoDesk [Electronic resource]. – Made of access : <http://www.autodesk.com>.

50. Computer-aided designing [Electronic resource]. – Made of access : http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design.

51. GeoGuide [Electronic resource]. – Made of access : <http://www.geoguide.com.ua>

52. Instruction use of software “AutoCAD” : AutoDesk [Electronic resource]. – Made of access : <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/u/gsearch/results?siteID=123112&catID=123155&id=2088334&qt=2.%09Instruction+use+of+software+%E2%80%9CAutoCAD%E2%80%9D>.

53. Lovett A. GIS for Environmental Decision-Making / Andrew Lovett and Katy Appleton. – Boca Raton, FL, 2008. – 259 p.

54. Magnuszewski A. GIS w geografii fizycznej / A. Magnuszewski. – Warszawa : PWN, 1999. – 187 s.

Предметний покажчик

- Автоматизація землевпорядних розрахунків 212
- Автоматизована векторизація 192
- Автоматизована технологія 100
- Автоматизоване проектування 16, 261
- Автоматизоване робоче місце 39
- Автоматизовані банки даних 63
- Автоматизовані системи 20
- Авторизація 153
- Апаратне дигітизування 167
- Апаратне забезпечення САЗПР 37
- Апаратний комплекс 71
- Апаратно-програмне забезпечення 37
- Архітектура САЗПР 35, 37
- Атрибут даних 156
- Атрибутивна база даних 73
- Аутентифікація 153

- Багатоцільові ГІС 87
- База знань 53
- Банк даних 17, 67

- Векторизація 190
- Векторизатори растрових зображень 23
- Векторно-топографічне зображення 191
- Візуалізація 200, 246, 247
- Відображення рельєфності поверхонь 159
- Висвітлення 158

- Геоінформаційні системи 70, 71, 77
- Геоінформаційні технології 72
- Географічна база даних 73
- Геометрична обробка 158
- ГІС-в'юери 25
- ГІС-технології 71
- Графічні технології 157

Грід 83

Грід мережа 84

Дані дистанційного зондування 58

Дистанційне зондування Землі 138

Діалогова система 56

Дигітайзер 164

Довідково-картографічна система 25

Екранне дигітизування 169

Експертні системи 67

Економіко-математичні методи 76

Елементи САЗПР 56

Забезпечувальна структура АРМ 41

Земельно-інформаційна система 124,125, 127

Землевпорядне проектування 13

Інтерактивний режим 57

Інтегровані ГІС 92

Інтерпретація зображень 143

Інформаційна система 72

Інформаційні технології 71, 72

Інформаційний блок 71

Інформаційний шар 128

Картодіаграма 259

Картограма 260

Комп'ютерні технології 95

Концепція створення САЗПР 42

Конфігурація САЗПР 37

Лідарне знімання 139

Напівавтоматична векторизація 191

Національна інфраструктура просторових даних 82

Одиниці виміру 222

Піксель 155, 179

Плотер 202

Поліноміальне перетворення 178

Програмне забезпечення 26

Програмні засоби 24

Програмний комплекс 71

Програмний продукт 23,

Програмно-методичний комплекс 39, 148

Програмно-технічний комплекс 150

Проектувальні системи 60

Просторово-локалізовані дані 155

Принтер 201

Прямокутна система координат 219

Радарне знімання 139

Растр 155

Растрезація 160, 190

Растрова графіка 178

Растрове представлення 155

Растрово-векторне представлення 190

Рендеринг 158

Розрахунок перетворень 160

Система автоматизованого землевпорядного проектування 16

Система автоматизації проектних робіт 107

Сканер 170

Сканерне знімання 139

Сканування 174

Система введення даних 73

Система координат 223

Система управління базами даних 27, 73

Спектрометричне знімання 139

Спеціалізовані ПС 87

Тематична карта 250
Теплове знімання 139
Технічне забезпечення АРМ 41
Технологічне забезпечення АРМ 41
Технологія автоматизованої інтерпретації 68
Трасування 191

Формат графічного зображення 183
Фотознімання 139
Функціональна структура САЗПР 34, 40

Цифрова карта 249
Цифрова модель рельєфу 116

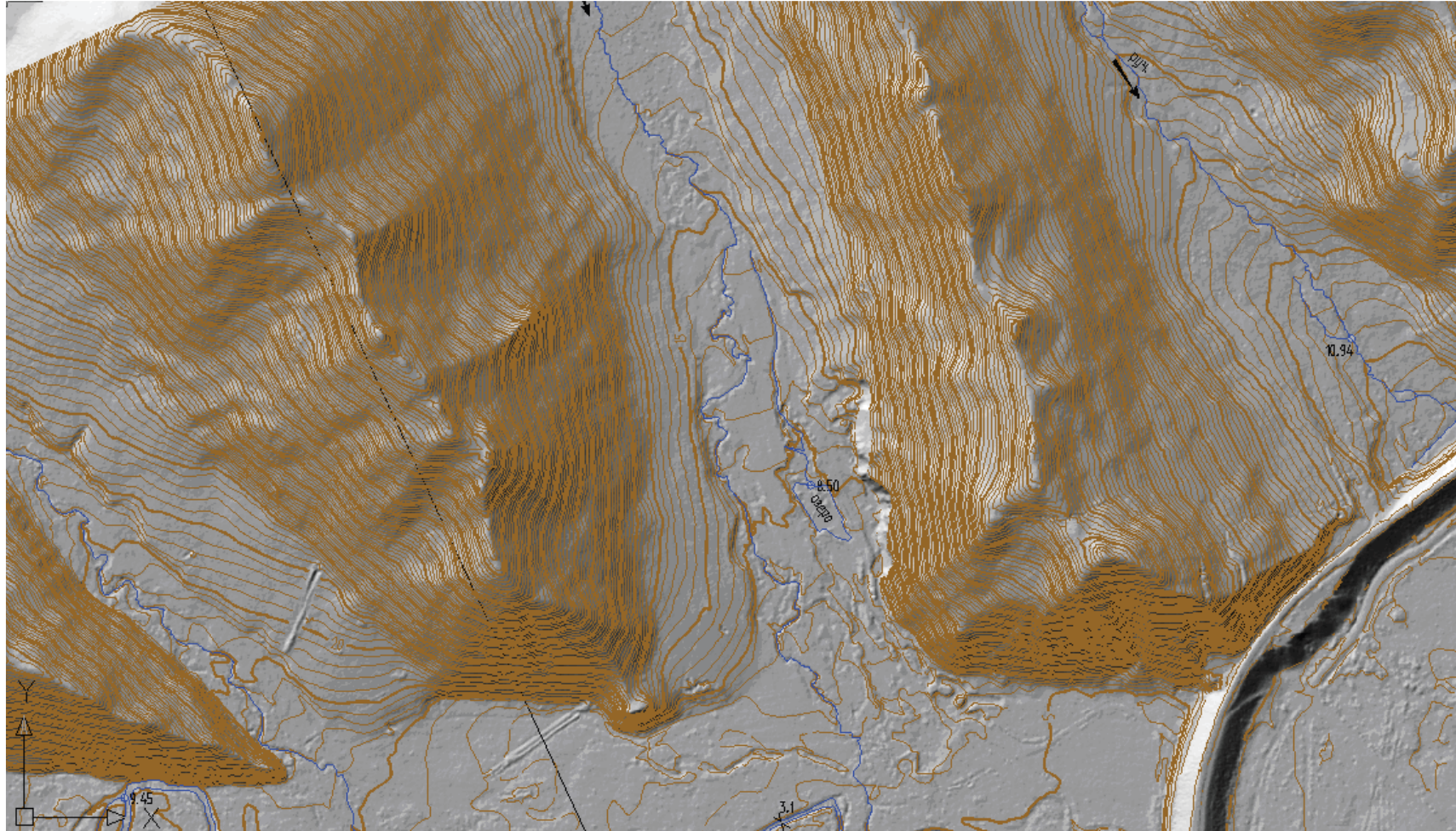
Шар 233

Якість програмного забезпечення 150

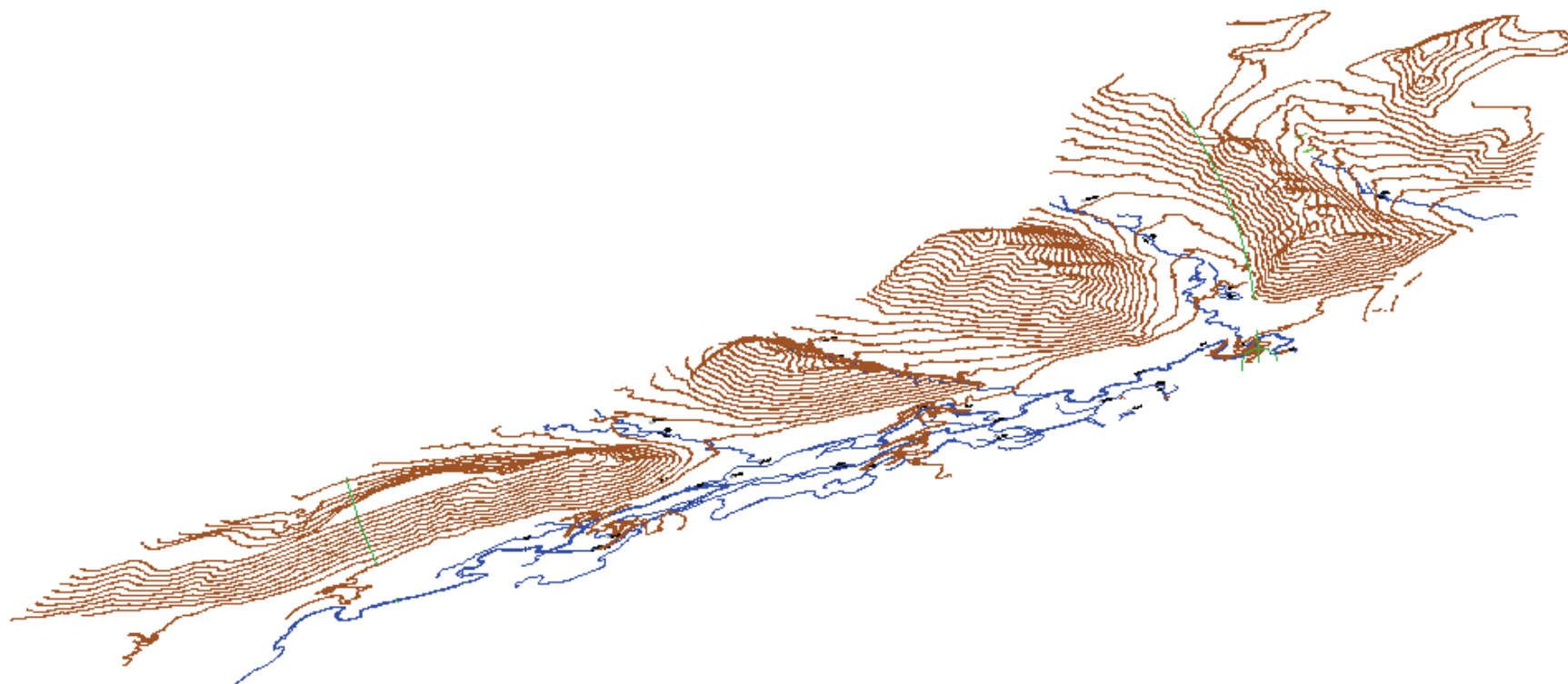
Додатки

Додаток А

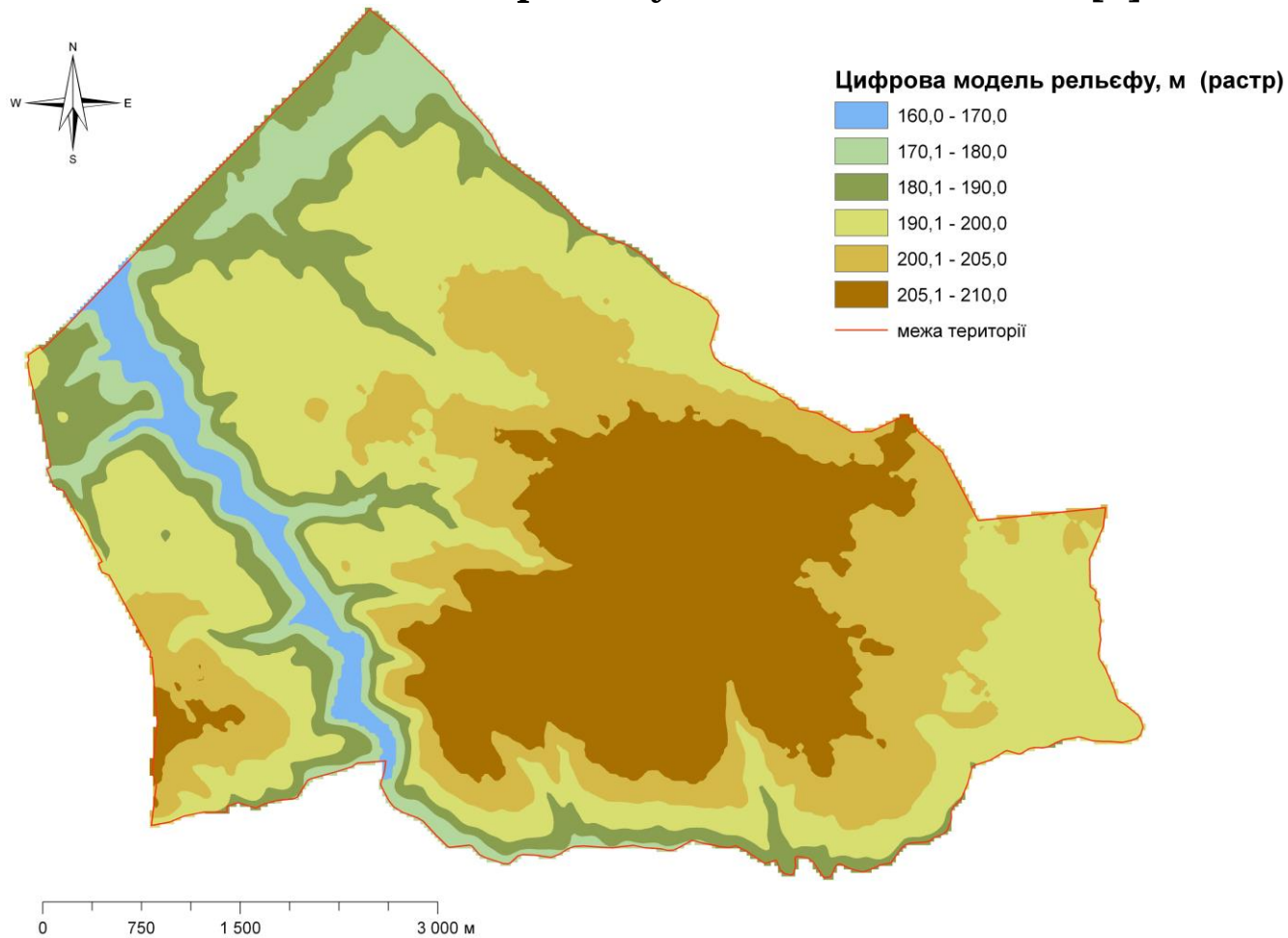
Растр Hillshade з контрольними горизонталями і гідрографічною мережею [6]



Додаток Б
Фрагмент карти в 3D-моделі [6]

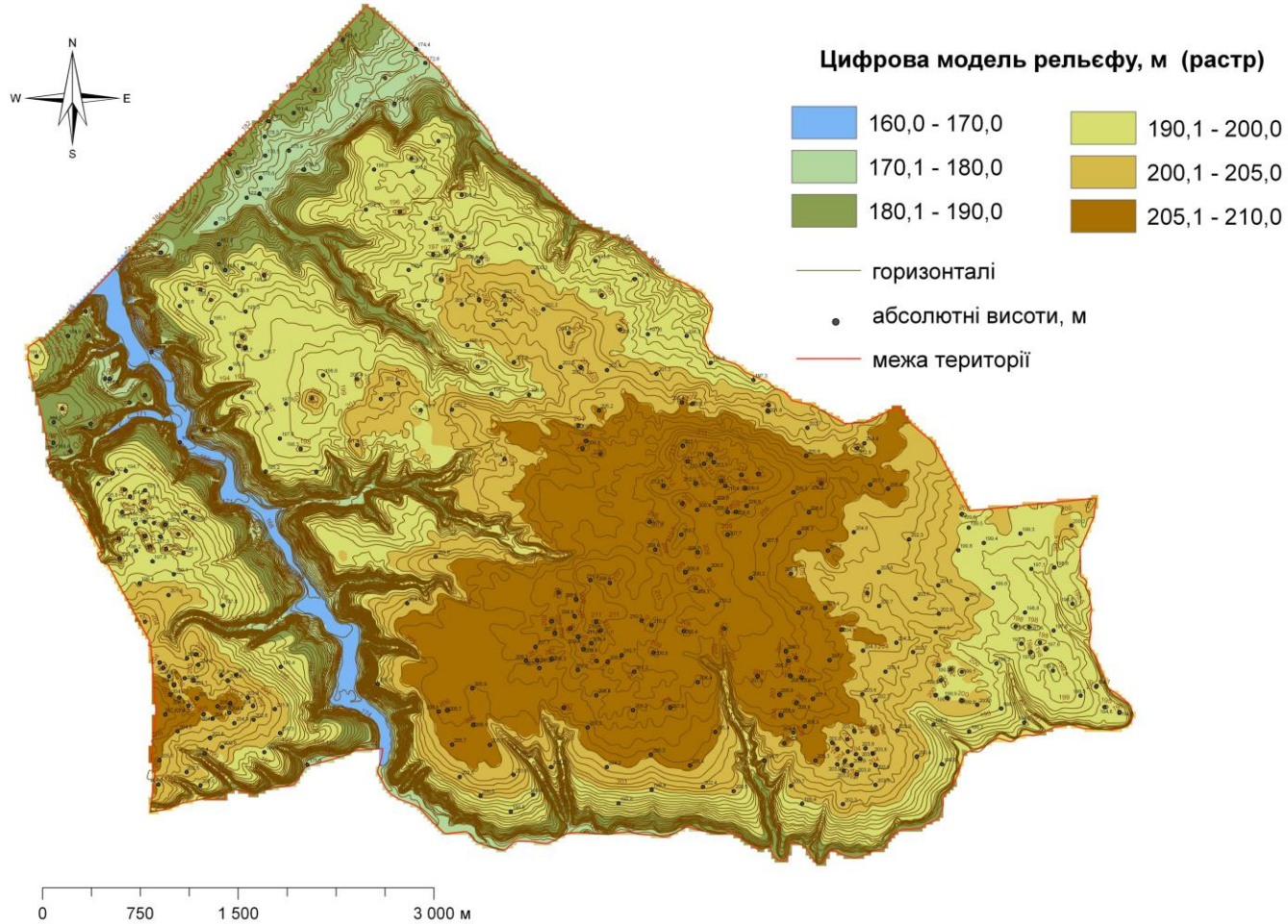


Додаток В
Цифрова модель рельєфу (тіньова) території Великоснітинської сільської ради
Васильківського району Київської області [8]



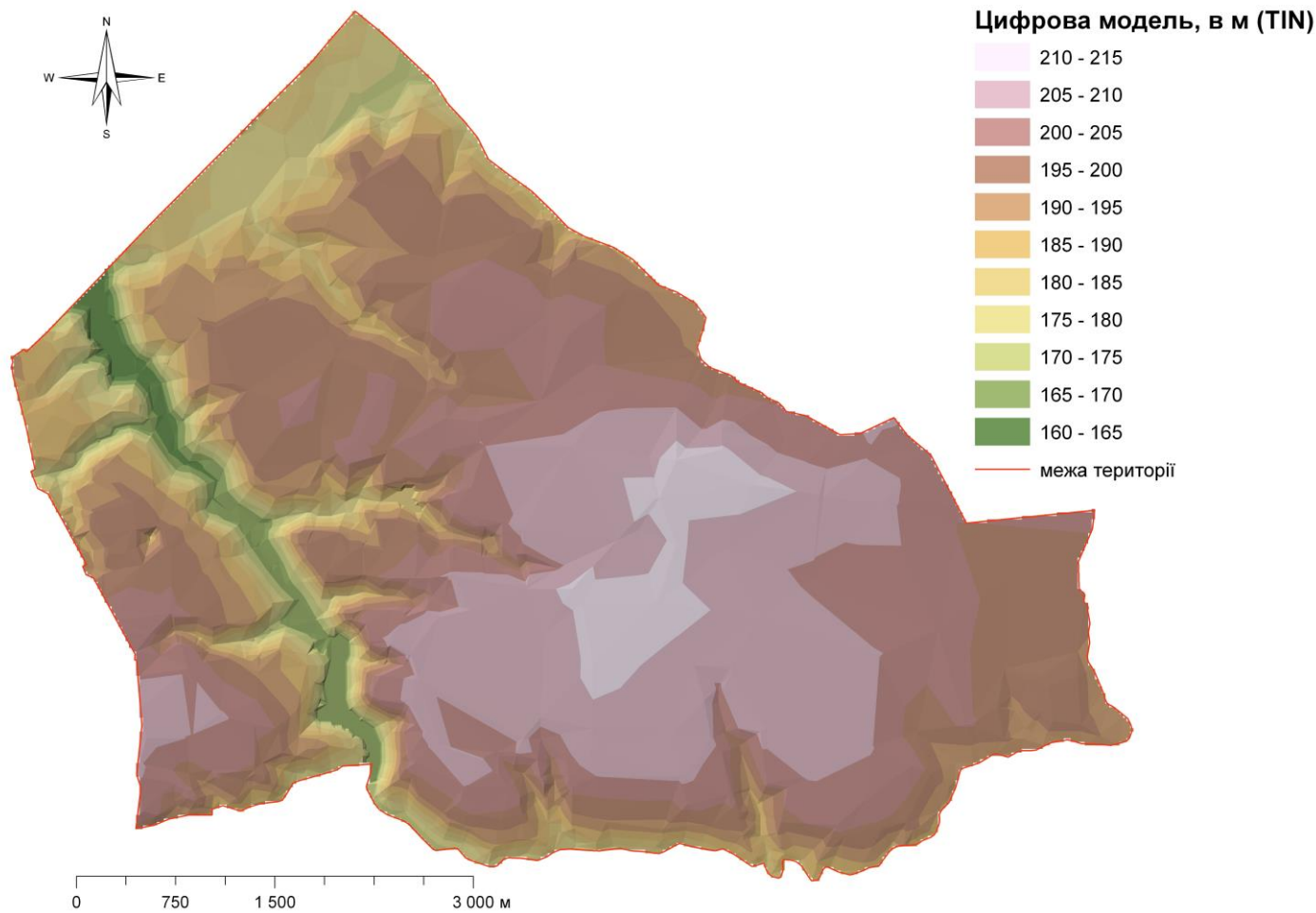
Додаток Д

Цифрова модель рельєфу (тіньова у поєднанні з ізолініями) території Великоснітинської сільської ради Васильківського району Київської області [8]

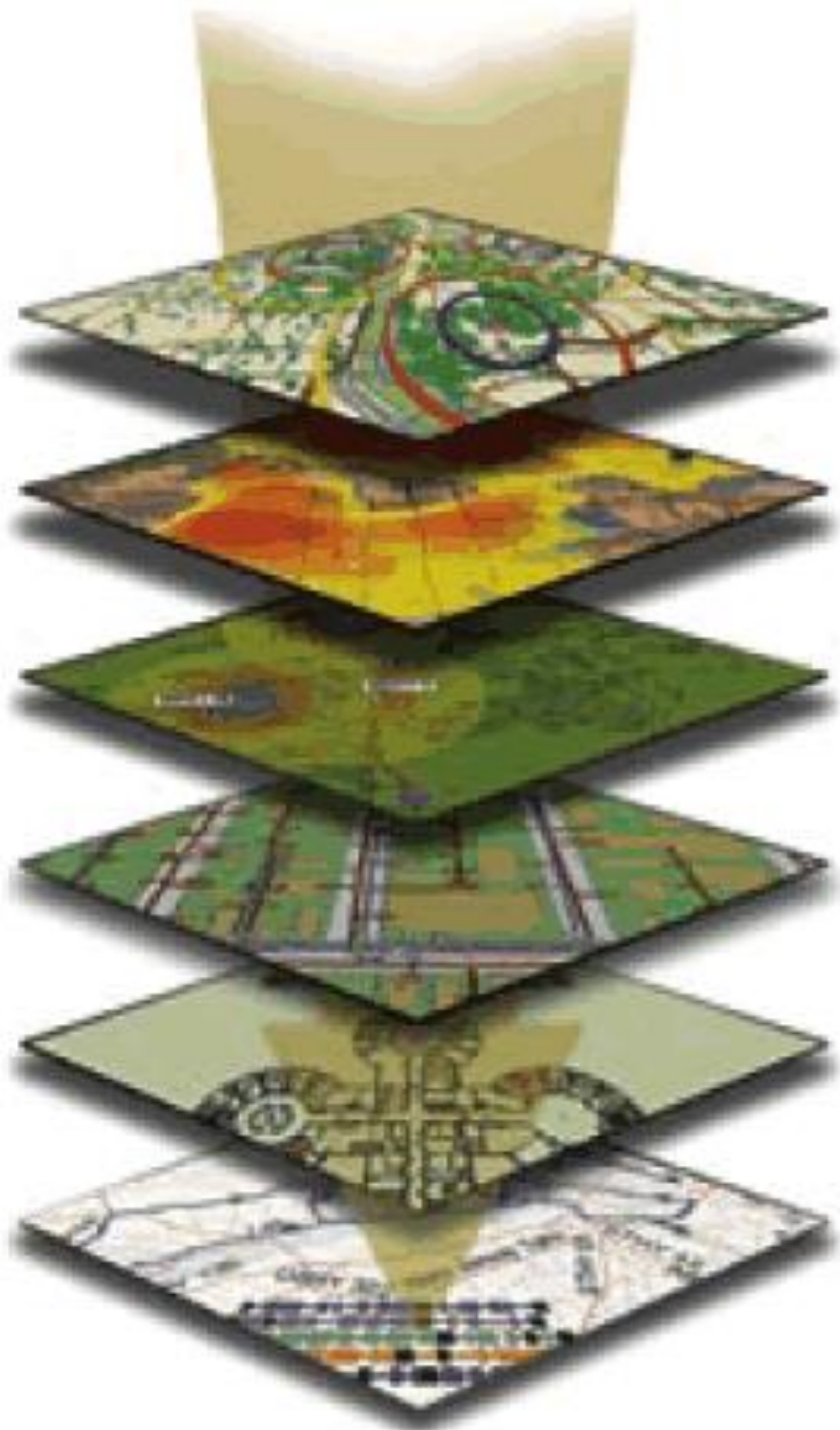


Додаток Е

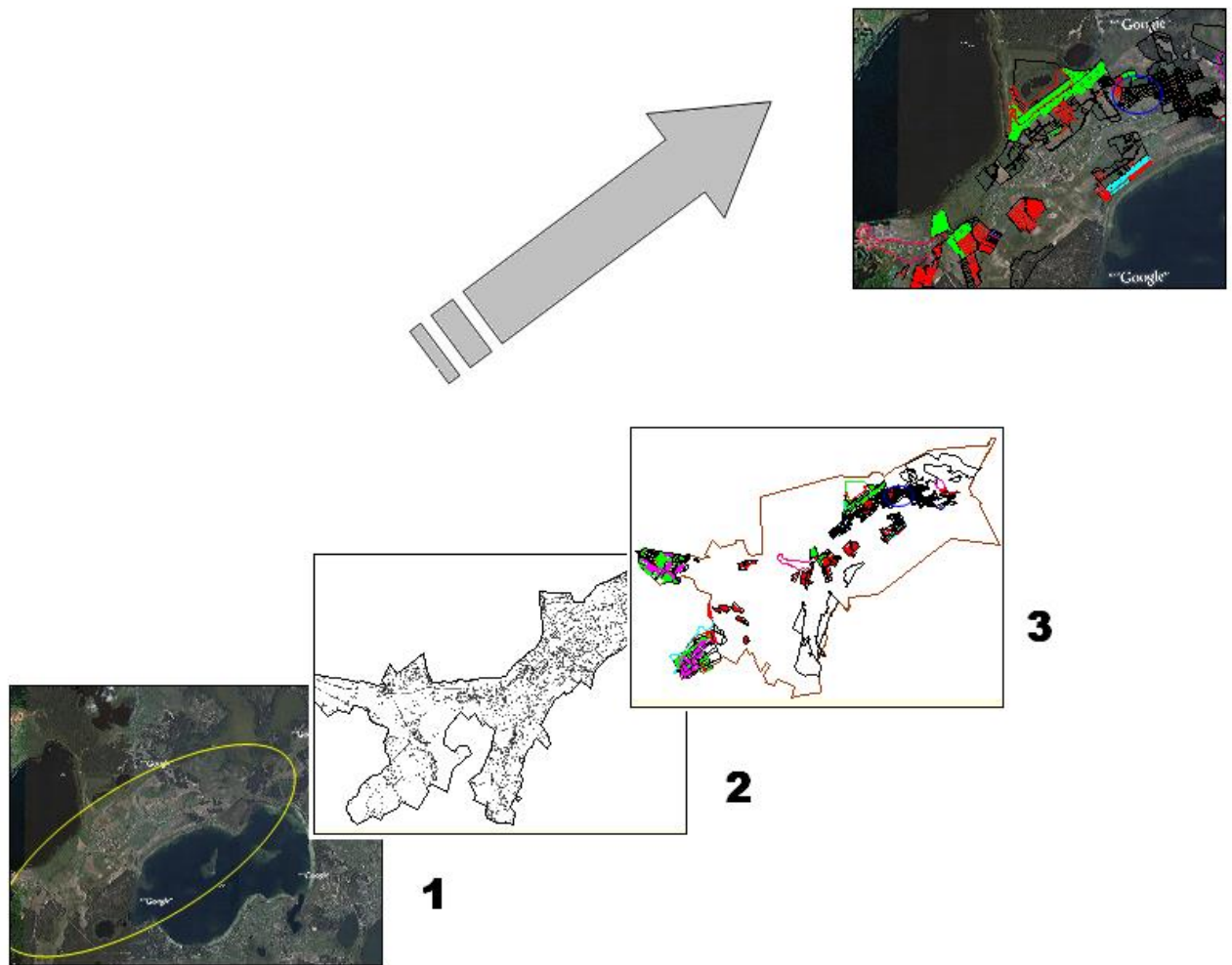
Цифрова тріангуляційна модель рельєфу (TIN) території Великоснітинської сільської ради Васильківського району Київської області [8]



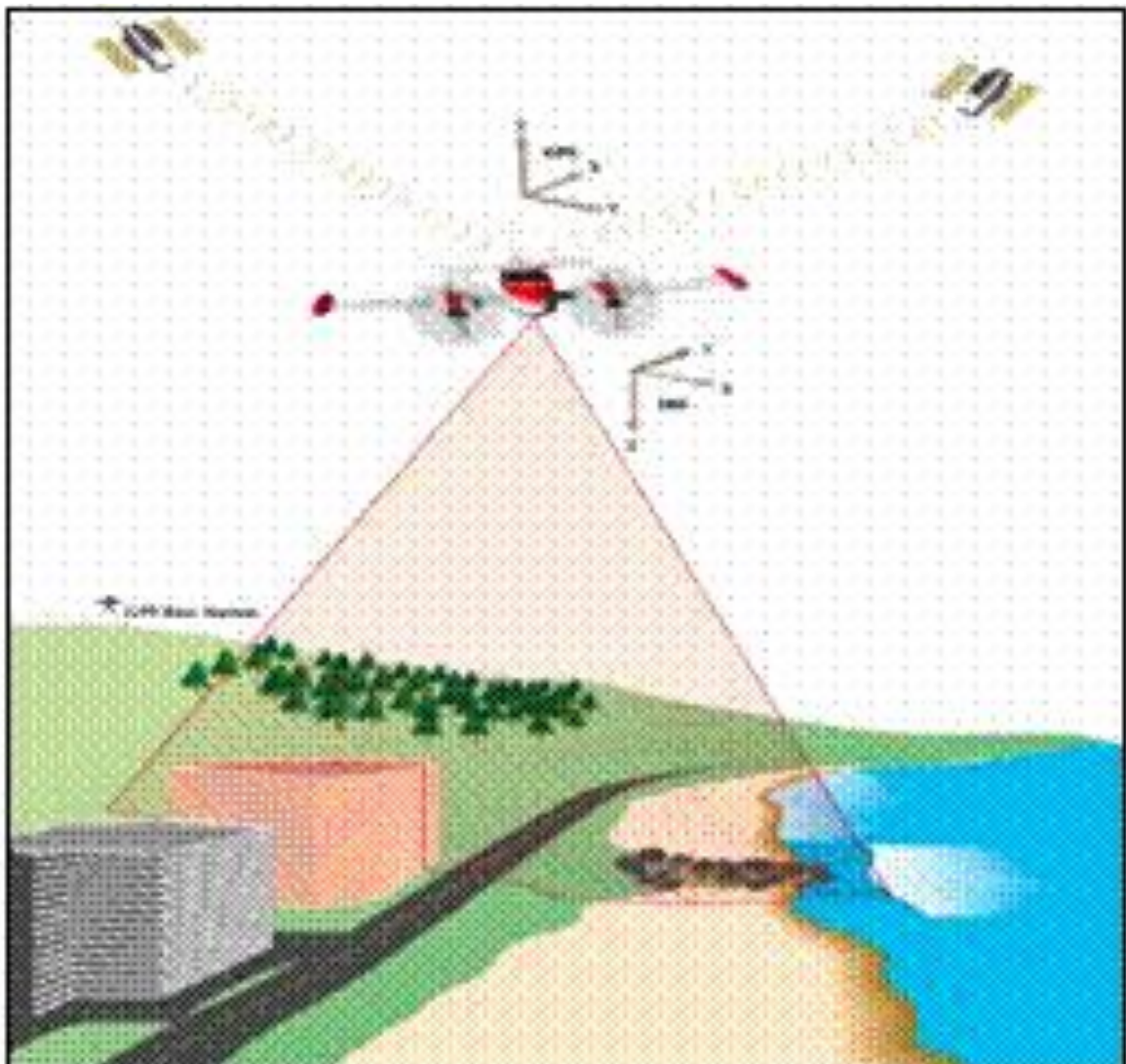
Додаток Ж
Інформаційні шари ЗІС



Додаток 3 Накладання інформаційних шарів ЗІС



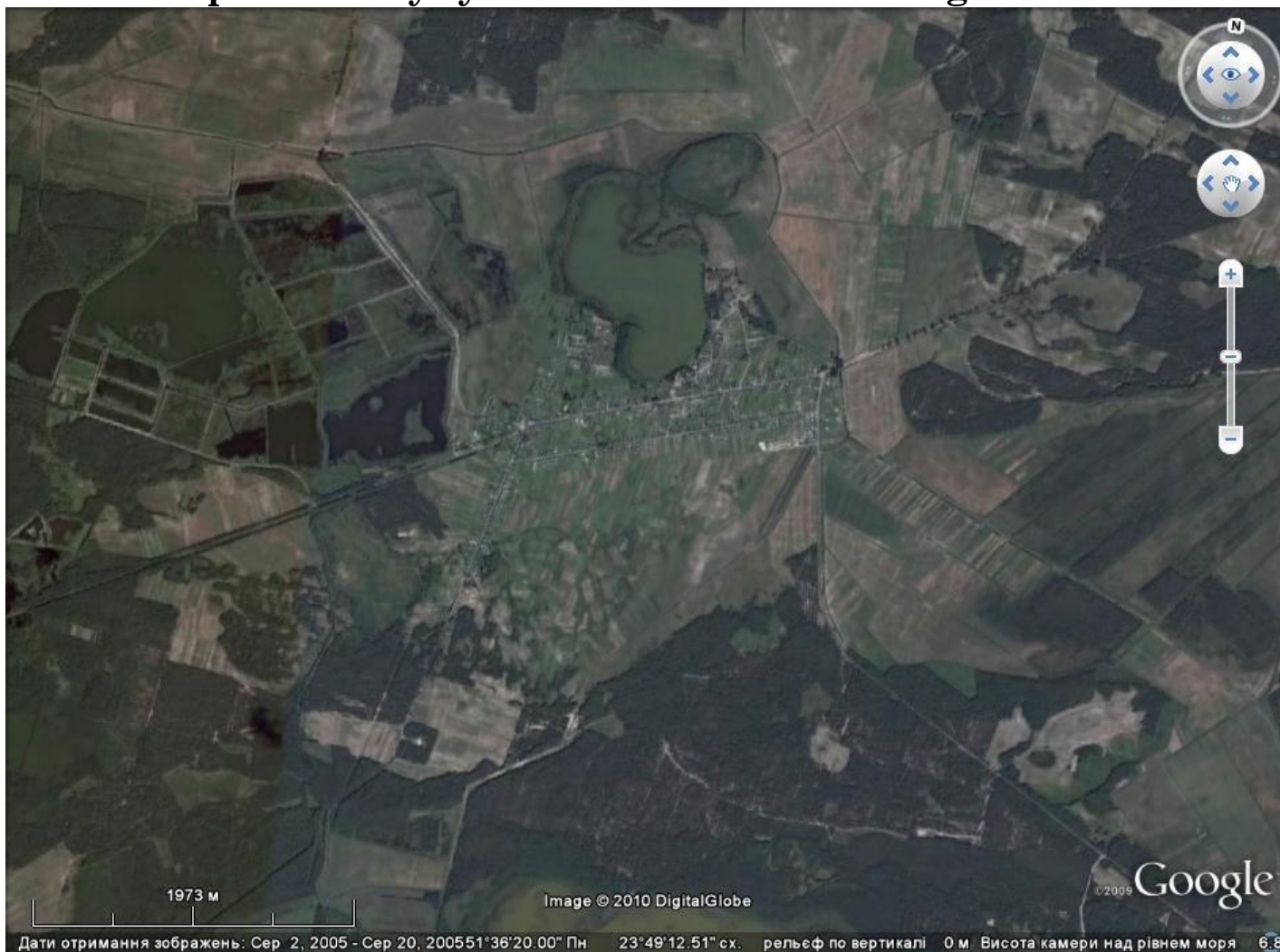
Додаток И
Принцип лідарного знімання прибережної території [16]



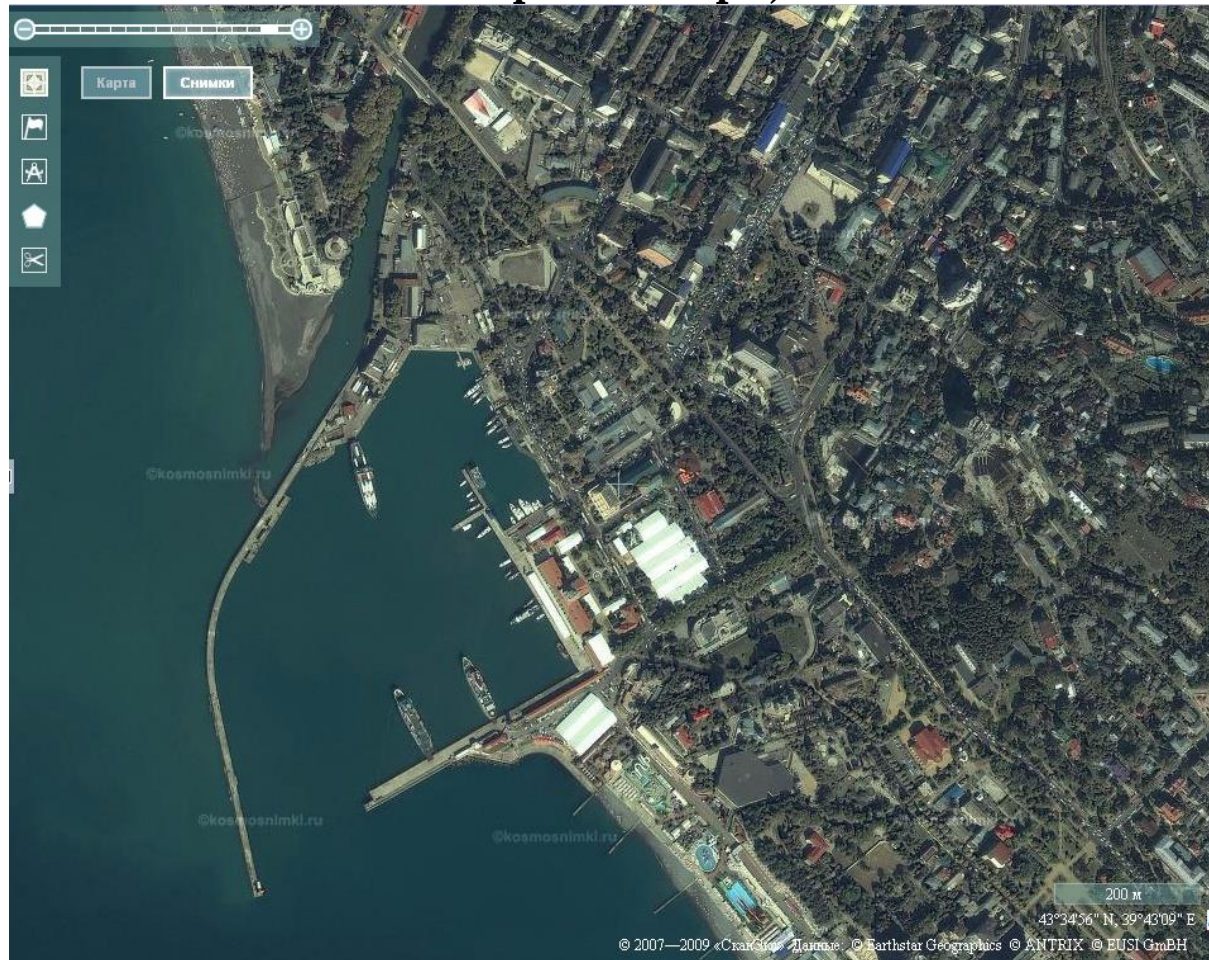
Додаток К
Космічний знімок IKONOS, Харків, 2008 рік



Додаток Л
Фрагмент супутникового знімка Google earth



Додаток М
Фрагмент мозаїки IKONOS, геосервіс kosmosnimki.ru (м. Сочі, узбережжя Чорного моря)

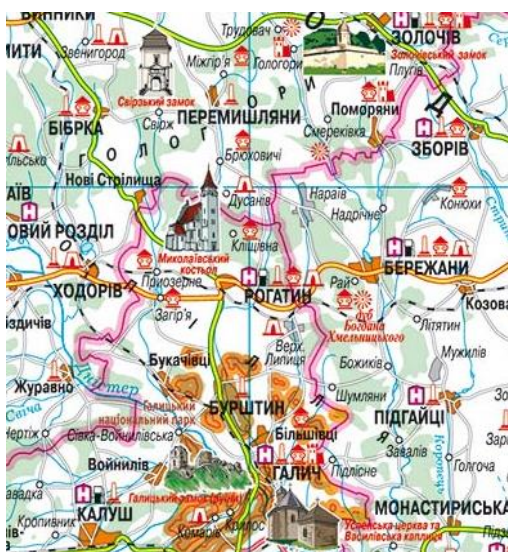


Додаток Н Створення тематичної карти

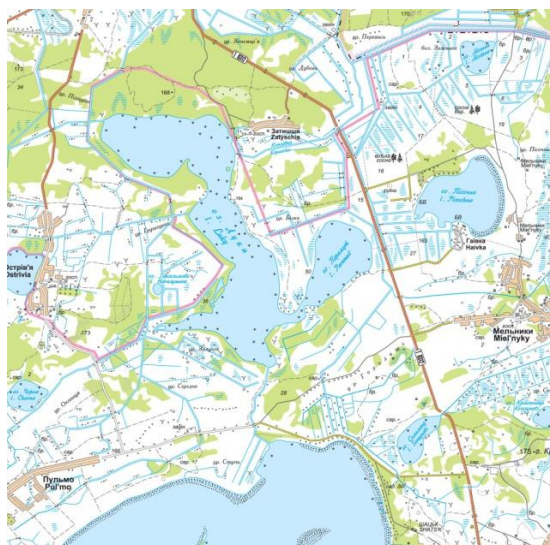


Додаток П

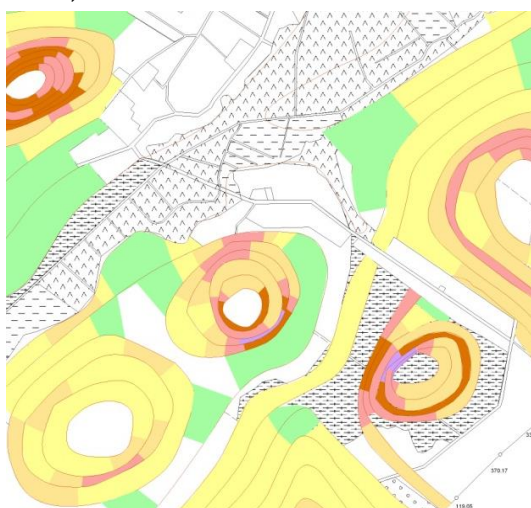
Способи створення тематичних карт [21]



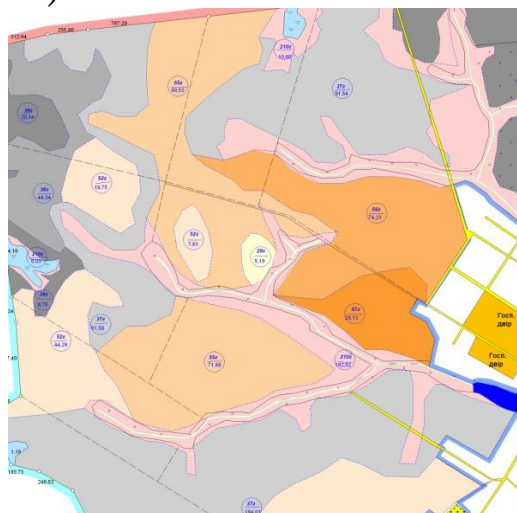
а) Спосіб значків



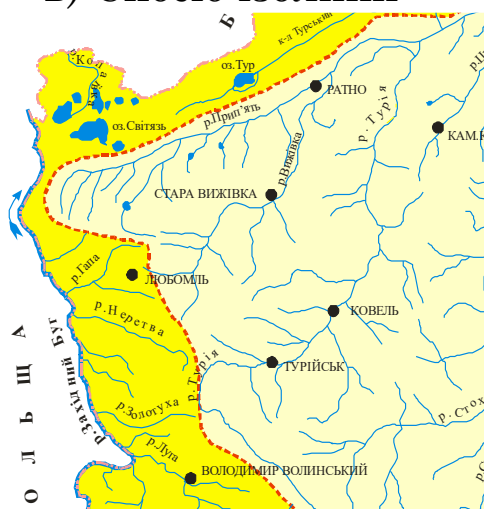
б) Спосіб лінійних знаків



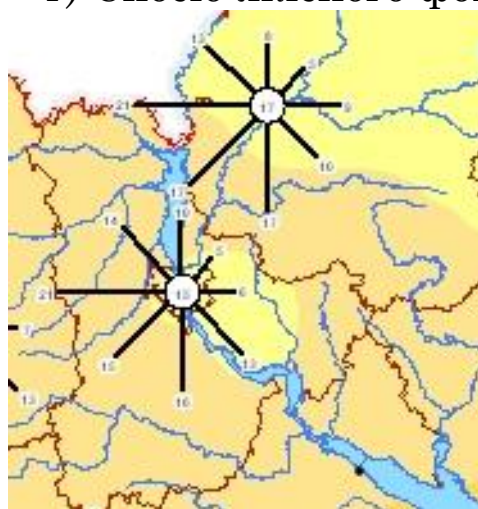
в) Спосіб ізоліній



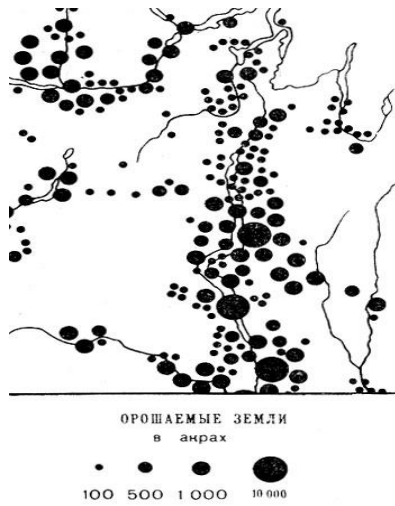
г) Спосіб якісного фону



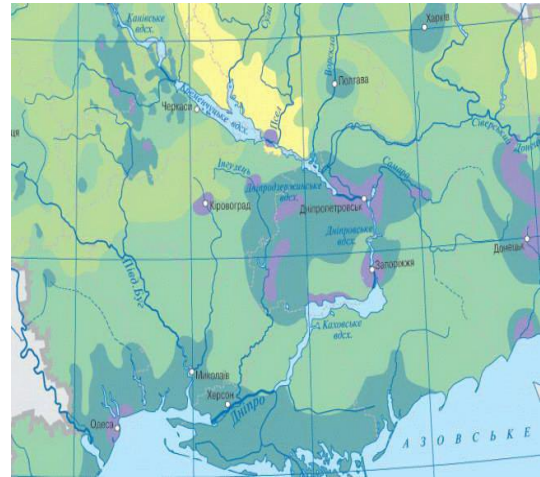
д) Спосіб кількісного фону



е) Спосіб локалізованих діаграм



ж) Точковий спосіб



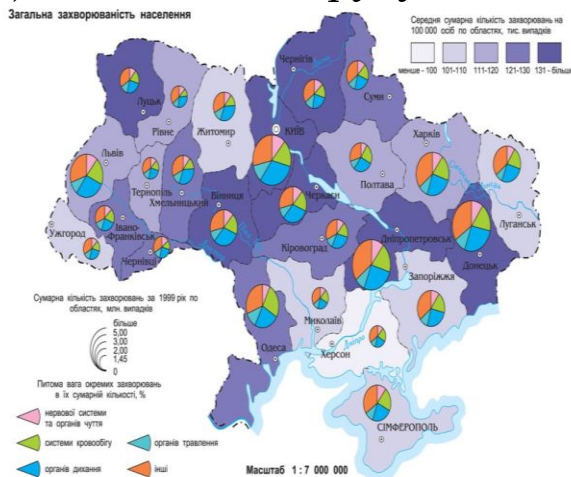
з) Спосіб ареалів



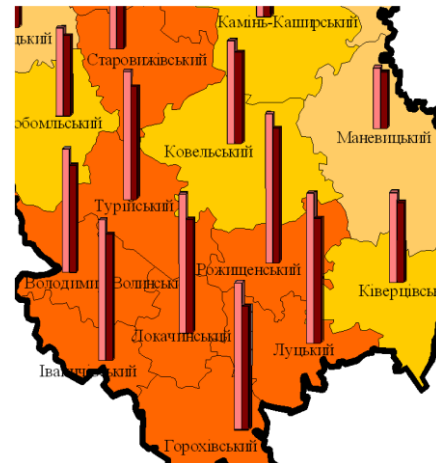
и) Спосіб знаків руху



к) Картограма

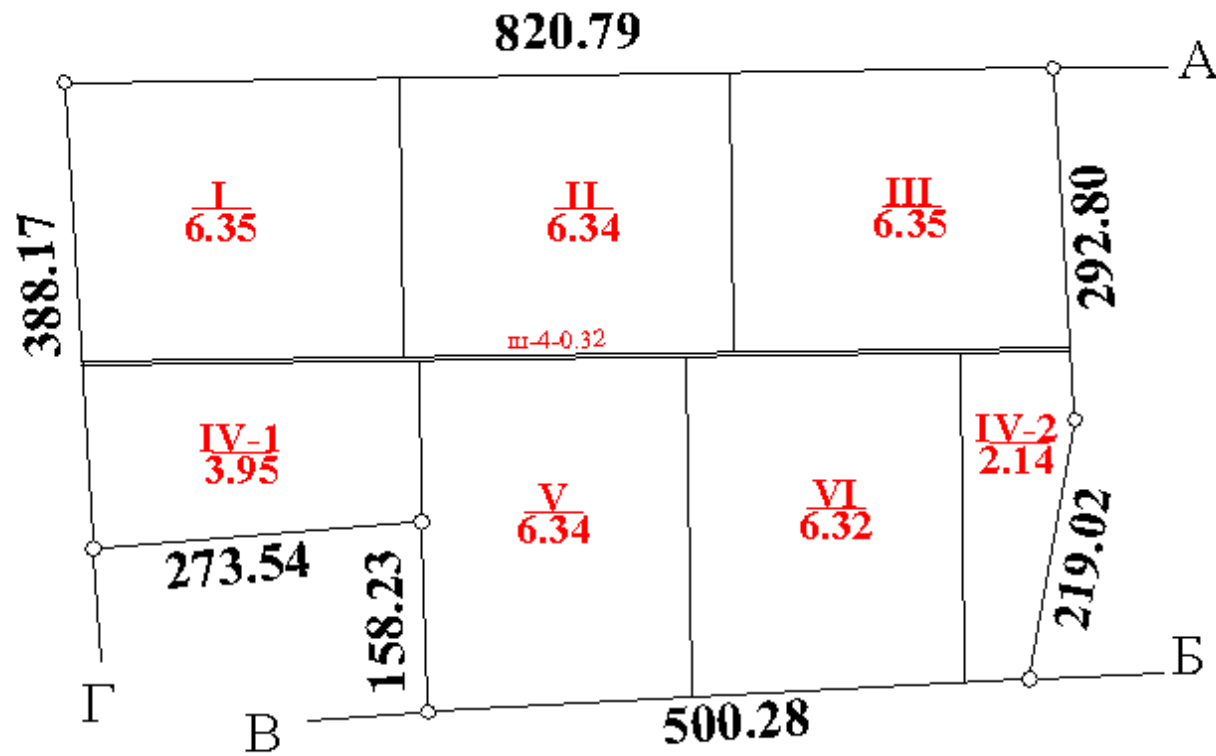


л) Картодіаграми (кругові структурні діаграми)



м) Картодіаграми (стовпчикові діаграми)

Додаток Р
Фрагмент проекту організації території ФГ

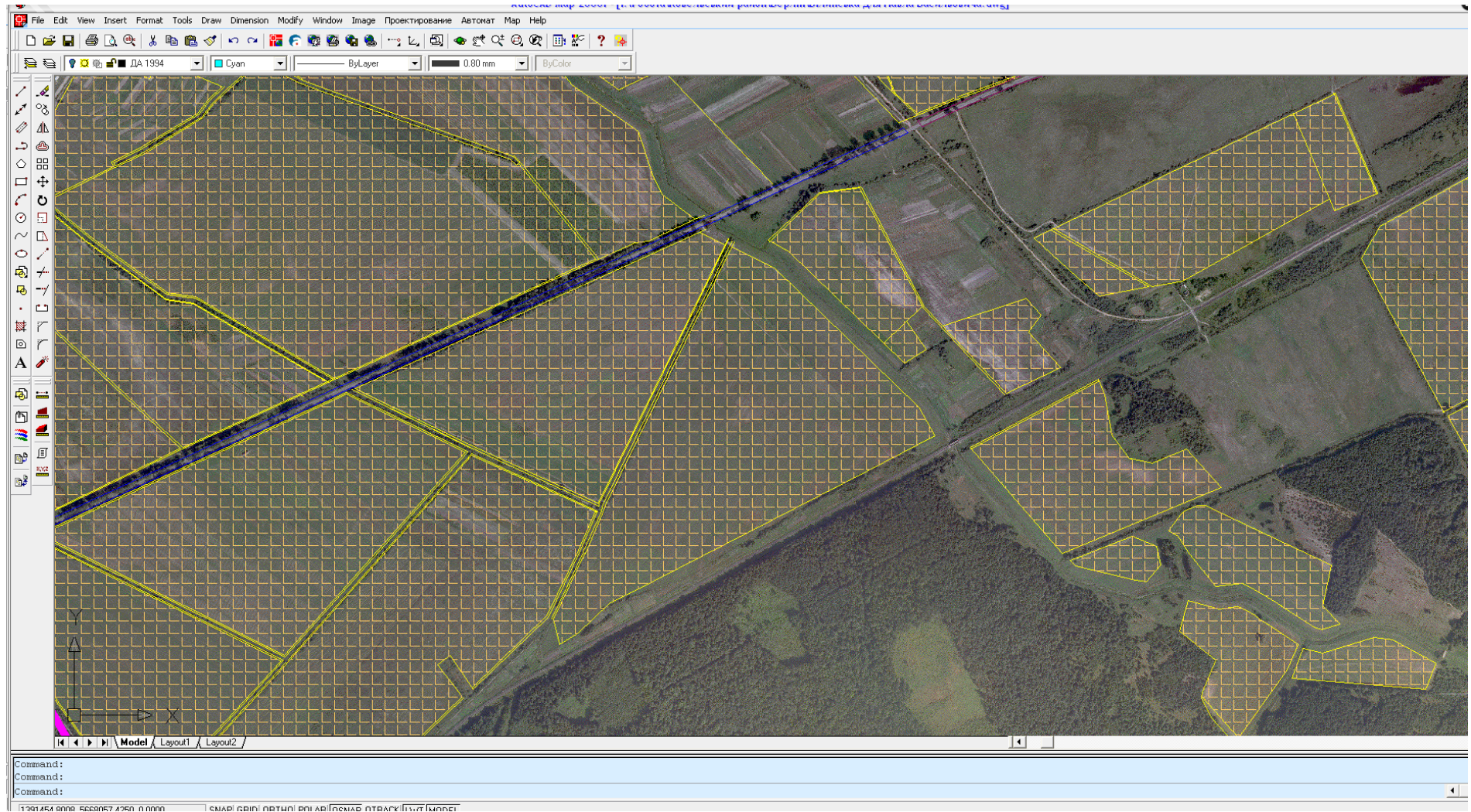


Всього - 38.1200 га

М 1:5 000

Додаток У

Накладання масивів земельних часток (паїв) на фотоплан у програмі AutoCAD



ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

**Богіра Мирослав Степанович
Стойко Наталя Євгенівна
Ткачук Лариса Василівна**

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Навчальний посібник

Редактор Д. Б. Дончак
Коректор Д. В. Митякинська

ПП «Видавництво «Український бестселер»
79019, Львів, вул. Б. Хмельницького, 63
E-mail: ukrbes@gmail.com
Свідоцтво про державну реєстрацію: серія ДК №3611
від 23 жовтня 2009 р.

Підписано до друку 25.03.2011 р. Формат 60×84/16
Папір офс. Гарнітура Times New Roman. Друк на різнографі.
Ум. друк. арк. 18,5. Наклад 500 прим. Зам. № 14.

Віддруковано ПП «Іванюк В.П.», 43021, м. Луцьк, вул. Винниченка, 63
Свідоцтво Держкомінформу України
ВЛн №31 від 04.02.2004 р.