

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська Політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури та будівництва
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему:

«Використання ГІС в управлінні
землями оборони»

Розробила: Соколова Ірина Віталіївна
студентка групи 401 – БЗ
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
№ з.к.: 17053

Керівник: Нестеренко Світлана Вікторівна
к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг,
геодезії, землеустрою та сільських будівель

Рецензент: _____

Полтава 2021

Вступ

Як свідчать дослідження науковців ефективність виконання Збройних Сил України покладених на них завдань знаходиться в прямій залежності від оперативності, точності та вірогідності забезпечення військ інформацією, а саме Гіс технології та їх інформація відіграє при цьому одну із важливих ролей.

Вдосконалення сучасних і поява новітніх типів та зразків зброї докорінно змінили характер і способи ведення бойових дій. Швидкоплинність бойових дій значною мірою скорочує час, необхідний для прийняття рішення командиром на управління боєм, що значно ускладнює процес управління військами. Все більше зростає залежність бойових можливостей військ від рівня інформаційних технологій, якості та повноти інформації, яка в них використовується, тобто від інформаційного забезпечення.

У сучасних умовах значною мірою зросли обсяги та різноманітність даних, які використовуються при плануванні, організації та проведенні військових операцій. Склад інформації, необхідної органам управління і штабам у процесі їх діяльності, постійно доповнюється різними видами даних. Крім даних про місцевість, зростає потік оперативно-тактичної, розвідувальної, метео - і геофізичної інформації, яку необхідно аналізувати та враховувати при підготовці та проведенні операцій [1].

Вже сьогодні необхідні різновиди даних у потрібних обсягах не можуть бути прийняті, оброблені та інтегровані з використанням наявних програмно-технічних засобів органами військового управління при прийнятті оперативних рішень на проведення операцій та застосування зброї. Обсяги цієї інформації колосальні. Для її передачі та обробки потрібні високошвидкісні канали передачі даних, засоби зберігання даних у практично необмежених обсягах, комп'ютери з продуктивністю від десятків мільйонів до сотень мільярдів операцій за секунду, засоби обробки та зображення графічної інформації, у тому числі в тривимірному поданні.

Ця інформація отримується за допомогою, в першу чергу, космічних засобів, але також обробкою оперативної інформації та великого обсягу відкритої інформації, в тому числі та в засобах масової інформації [2].

Військовий потенціал держави, бойова готовність ЗСУ сьогодні, як ніколи раніше, залежать від досягнутого рівня їхнього інформаційного забезпечення, що здійснюється завдяки створенню та функціонуванню спеціалізованих військових інформаційних структур і технологій. Нині за складову частину військових інформаційних систем дедалі ширше обирають географічні інформаційні системи (ГІС) та ГІС технології.

У зв'язку з суттєвим розширенням напрямків застосування військових інформаційних систем наша країна приділяє дуже велику увагу підвищенню інформаційно - технологічного рівня своїм збройним силам, застосовуючи сучасні геоінформаційні технології на базі ГІС.

Географічні інформаційні системи – множина структурних елементів, що знаходяться між собою в багатофункціональних відносинах і які реалізують досягнення в галузі збору, зберігання, аналізу та розповсюдження просторової інформації про об'єкти земної поверхні, природні та суспільні процеси та явища. ГІС призначені для вирішення різноманітних завдань людської діяльності з використанням формалізованої географічної інформації різного ступеня деталізації з різних сфер (політичної, економічної, демографічної, оборонної тощо) і подання результатів у зручній для візуального сприйняття формі. Ця технологія поєднує традиційні операції при роботі з базами даних з перевагами повноцінної візуалізації та географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Все це відрізняє ГІС від інших інформаційних систем і забезпечує унікальні можливості для їх застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних факторів і причин, а також можливих наслідків, із плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій [3].

Розробка військових інформаційних систем на базі ГІС розпочалася за кордоном у 80-х роках ХХ ст. Такі системи добре себе зарекомендували під час бойових дій у Перській затоці, операцій з підтримання миру в колишній Югославії тощо. Після цього деякі фахівці навіть стали називати такі системи "військовими інформаційними системами ХХІ століття".

Певні кроки в цьому напрямку були зроблені й у Збройних Силах України, але основна робота зі створення вітчизняних військових інформаційних систем на базі ГІС технологій ще попереду, тому цілком корисним є вивчення та використання іноземного досвіду з метою визначення та здійснення необхідних заходів щодо їхньої розробки, впровадження та експлуатації в інтересах підвищення воєнної безпеки країни [4].

Метою бакалаврської роботи є огляд наявних і визначення перспективних шляхів застосування сучасних ГІС в землях оборони, а також застосування методологічного апарату методу аналізу ієрархій для побудови геоінформаційної моделі місцевості та створення оцінної карти місцевості оптимального розміщення військових підрозділів геоінформаційними методами. Відповідно до зазначеної мети були сформовані наступні завдання:

- ✓ обґрунтувати теоретичні та методичні засади розвитку геоінформаційних систем на землях оборони України;
- ✓ дослідити розвиток геоінформаційних систем міста Полтави;
- ✓ проаналізувати загальний стан геоінформаційних систем на землях оборони;
- ✓ визначити напрямки розвитку геоінформаційних систем міста Полтави.

Об'єктом роботи є геоінформаційна система на базі програмного забезпечення MapInfo Professional.

Предметом дослідження є теоретико-методологічні основи та практичні рекомендації зі створення геоінформаційної системи для аналізу місцевості.

Методологія і методика виконання бакалаврської роботи. Методологічну і теоретичну основу дослідження склали фундаментальні положення сучасних геоінформаційних систем, системний підхід до вивчення досліджуваних тактичних властивостей місцевості та праці провідних вітчизняних і закордонних вчених, що розкривають закономірності розвитку бойових інформаційних-управляючих систем.

Практичне значення одержаних результатів. Основний науковий результат бакалаврської роботи полягає в обґрунтуванні необхідності та можливості формування механізмів аналізу місцевості при проведенні операцій в потребах земель оборони.

Структура й обсяг роботи. Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Текст роботи викладено на 73 сторінках друкованого тексту. Матеріали магістерської роботи містять 20 малюнків. Список використаної літератури складається з 52 джерел.

РОЗДІЛ 1. ПРАВОВЕ ТА НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ ГІС У ЗЕМЛЕУСТРОЇ

1.1. Науково-методологічні, нормативно-технічні та технологічні засади сучасних ГІС-технологій

Фахівці використовують проблемно-орієнтовані підходи й передові нові методології, використовуючи ГІС як засіб в більш ніж 70 дисциплінах. Також розглядають ГІС як дисципліну або як тему в інформаційних технологіях або комп'ютерних науках. Тому ще можна зустріти визначення типа *"ГІС – це програмне забезпечення"*, або *"ГІС – це електронна карта"*, або *"ГІС – це база даних"*, які істотно відрізняються від поширеного розуміння цієї області людської діяльності. При будь-якому погляді в розгляд мають бути включені певні фундаментальні концепції типа системи, картографічні проєкції, масштаб, структури просторових даних, введення, зберігання, перетворення і точність даних, метадані, просторовий аналіз, проєктування, управління і впровадження ГІС [5].

ГІС – це система, яка:

по-перше, є комплексом скоординованих п'яти компонентів, що складається з комп'ютерних засобів, програмного забезпечення, географічних даних, регламенту і користувачів (рис.1.1.1);

по-друге, виконує функції введення, інтеграції, зберігання, обробки, аналізу, моделювання і візуалізації географічної інформації".

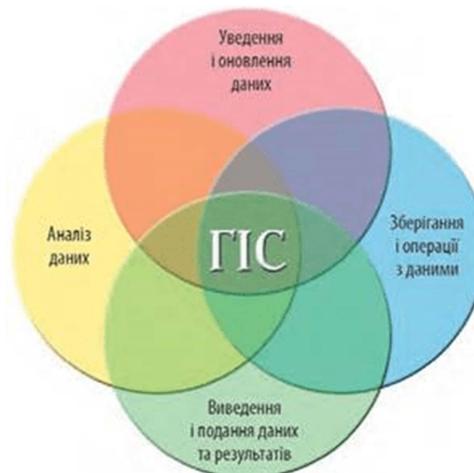


Рис. 1.1.1 Графічне представлення геоінформаційної системи

Ефективна робота сучасних ГІС можлива тільки на основі потужної технічної комп'ютерної підтримки.

Апаратні засоби ГІС - це окремі комп'ютери або системи комп'ютерів з мережевим устаткуванням плюс комп'ютерна периферія, до якої відносять принтери, плотери, сканери. Апаратні засоби ГІС повинні забезпечувати можливість:

- ✓ введення даних з різних джерел;
- ✓ зберігання, маніпулювання, обробки великих масивів даних;
- ✓ виконання складних операцій просторового аналізу великих масивів даних;
- ✓ якісного представлення даних на монітор або на паперові носії;
- ✓ ефективну взаємодію компонентів.

Впровадженню ГІС сприяли досягнення в області виробництва персональних комп'ютерів на основі процесорів класу Pentium, доступних для масового використання. Апаратні засоби розвиваються дуже швидко і вимагають спеціального освітлення поза цим навчальним посібником [6].

Апаратні засоби ГІС спільно з технічними засобами позиціонування, засобами дистанційного зондування Землі інтегруються в технічні комплекси, які дозволяють ефективно отримувати та обробляти геопросторову інформацію.

Програмне забезпечення ГІС можна представити як сукупність взаємозв'язаних концентричних оболонок. Ядро такої сукупності складає системне програмне забезпечення, у тому числі операційна система, система управління базою даних та ін.

Оболонкою ядра є базовий інструментальний програмний засіб ГІС, який забезпечує виконання всіх функцій: введення, інтеграція, зберігання, обробка, аналіз і презентація географічній інформації. Базовий інструментальний програмний засіб ГІС може бути представлений сукупністю програмних продуктів, що реалізують окремі функції. Але якщо програмний продукт не виконує всі вказані функції ГІС, він

розглядається як спеціалізоване ГІС - прикладання, призначене для задоволення специфічних запитів користувачів.

На даний час розроблено сотні комерційних програмних продуктів ГІС різної якості й функціональних можливостей. Розібратися в цьому не просто навіть фахівцям. Похибка у виборі базового програмного продукту пов'язана з великими втратами фінансових і часових ресурсів [7].

За даними маркетингового аналізу індустрії ГІС, який традиційно проводиться різними фірмами, у тому числі фірмою Daratech, Inc., визначаються щорік долі ринку найбільш поширених програмних продуктів ГІС. Ці частки склали для Esri 30%, Intergraph 18%, Smallworld (GE) 8% [8].

У середньому третя частина продажів програмного забезпечення ГІС припадає на частку Esri та складає 37 -29 %, що говорить про багато переваг і привабливі властивості програмного забезпечення цієї фірми.

Компанією Esri створені потужні системи програмних продуктів під назвою ArcGIS 9.x, ArcGIS 10.x, які є оптимальним рішенням для побудови корпоративної ГІС, фундаментом інформаційної системи ефективного управління.

Фундаментальна архітектура ArcGIS забезпечує її використання у багатьох прикладних сферах і на різних рівнях організації роботи: на персональних комп'ютерах, на серверах, через Web або в польових умовах. ArcGIS 9.3 включає:

- ✓ настільні ГІС (ArcView, ArcEditor, ArcInfo, та інші), які дозволяють ефективно виконувати та моделювати операційний процес, виконувати просунутий просторовий аналіз, візуалізувати результати на картах високої якості;
- ✓ серверні ГІС (ArcGIS Server, ArcGIS Server Extensions, ArcGIS for AUTOCAD), які дозволяють розподіляти карти, моделі й інструменти іншим користувачам в організації так, що вони добре відповідають їх процесам;

- ✓ мобільні ГІС (ArcGIS Mobile, ArcPad), які надають можливість виконавцям в польових умовах отримувати, зберігати, оновлювати, маніпулювати, аналізувати та відображувати географічну інформацію;
- ✓ інтернет ГІС (ArcGISOnline), які забезпечують загальну платформу для користувачів ArcGIS, щоб знаходити, розподіляти та створювати ГІС додатки, сервіси й інформаційні ресурси.

Спеціалізовані ГІС:

- ✓ Esri Business Analyst - є доступне і масштабоване сімейство продуктів, які дозволяють малим підприємствам і підприємствам дістати доступ до великого об'єму даних і збільшити свій прибуток на інвестиції в цьому економічному кліматі;
- ✓ ArcLogistics - є комплексне рішення для створення оптимізованих маршрутів і вирішення завдань складання розкладів.
- ✓ ArcLogistics Navigator - є GPS-керований транспортний навігаційний продукт, який дозволяє мобільним професіоналам перебувати на маршруті й у встановлені терміни.
- ✓ MapIt - це програмне забезпечення та онлайн-послуги, які дозволять створити прості карти з ваших корпоративних даних;
- ✓ PLTS ArcGIS використовують для всіх типів організацій для поліпшення своїх робочих процесів і задоволення своїх найскладніших карт і діаграм потреб.

Геоінформаційні системи відрізняються від інших інформаційних систем тим, що вони мають багаті можливості роботи з геопросторовими даними.

Географічна інформація – інформація про об'єкти і явища, які безпосередньо або опосередковано зв'язані з певним місцем розташування відносно Землі.

Географічні дані є єдністю геопросторових, семантичних і часових даних географічних об'єктів.

Геопросторові дані – це інформація, що визначає географічне положення та характеристики природних та побудованих об'єктів та кордони на поверхні Землі. Дані про об'єкти та явища, які безпосередньо або опосередковано пов'язані з місцезположенням на Землі, що визначені у певній системі просторово-часових координат; набори даних про такі об'єкти та зв'язки між ними.

Базовий набір геопросторових даних — стандартизована сукупність загально географічних даних, покладених в основу інтегрування і спільного використання у геоінформаційних системах геопросторових даних різноманітного походження.

Геопросторові дані - сукупність даних про геопросторовий об'єкт (пункт 6 частини 1 статті 1 Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних").

Базові геопросторові дані - загальнодоступні геопросторові дані, що складають уніфіковану цифрову координатно-просторову основу для виробництва, інтеграції та провадження іншої діяльності з різними геопросторовими даними (пункт 1 частини 1 статті 1 Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних").

Семантичні дані – це дані, якими описується змістовна, смислова інформація про географічні об'єкти, властивості географічних об'єктів. Властивість – це категорія, що виражає таку сторону об'єкта (сутності), яка обумовлює його відмінність або спільність з іншими об'єктами й виявляє себе при зіставленні різних об'єктів. Властивості типа об'єктів виділяють з множини всіх типів об'єктів підмножину об'єктів конкретного типа і є постійними для всіх об'єктів цього типа. Властивості різних об'єктів конкретного типа розрізняються своїми значеннями: так, наприклад, будівлі можуть мати різне число поверхів, матеріал споруди, призначення і тому подібне. Тематичний аспект обумовлений наявністю ознак визначеної тематики або предметної області. Це можуть бути економічні, статистичні, технічні, організаційні, управлінські та інші види даних.

Вимогу до тематичних даних "повнота" означає, що цих даних вистачає для вирішення практичних завдань і нема потреби проводити додатковий збір даних.

Часові дані фіксують час дослідження об'єкта і показують зміну властивостей об'єкта з часом. Основна вимога до часових даних - актуальність. Це означає, що актуальні дані можна використовувати для обробки. Неактуальні дані - це застарілі дані, які не можна повністю застосовувати в нових умовах, що змінилися.

Географічна інформаційна система має бути здатна управляти спільно частинами географічних даних.

Властивості географічних об'єктів представляються в базах даних набором атрибутів. Атрибут (attribute) – синонім реквізиту – властивість, якісна або кількісна ознака, що характеризує просторовий об'єкт, і асоційований з його унікальним номером або ідентифікатором. Набори значень атрибутів (attribute value) зазвичай представляються у формі таблиць реляційних баз даних. При цьому рядок (запис) представляє атрибути одного об'єкта, а стовпець (поле) – атрибути одного типу. Для впорядкування, зберігання і маніпулювання атрибутивними даними використовуються засоби систем управління базами даних (СУБД).

Для атрибутів найважливішою характеристикою є тип використаної шкали вимірів. Атрибути можуть бути категоризовані по шкалах виміру даних. Шкали виміру даних розділяються на шкали відношень, інтервальні, порядкові та номінальні. Загальноприйняте ділення шкал (і, відповідно, даних в цих шкалах) на якісні й кількісні. До кількісних відносять інтервальну (інтервалів) і раціональну (відношень) шкали, до якісних відносять шкали номінальну (найменувань) і ординальну (порядкову, рангову).

Дані відношень – дані, які представляють кількості в умовах рівних інтервалів і точки абсолютного нуля від початку. Представляються числами,

які можуть бути перетворені або об'єднані з будь-якою математичною функцією, щоб генерувати значущі результати.

Приклади: виміри характеристик типа віку, частоти, фізичних відстаней і грошових значень.

Інтервальні дані – дані, які представляють кількості в умовах рівних інтервалів або мір різниці, але чия нульова точка (або точка початку) довільно встановлена. Інтервальні значення даних і співвідношення значень даних дозволяють робити обчислення. Використовують для визначення кількості відмінності, але не пропорцій і характеристик відносно положення у просторі, часу або розміру. Порівняння можуть робитися з точнішою оцінкою відмінностей, ніж в разі порядкових даних.

Порядкові дані – дані, які визначають кількість відмінностей порядком, а не величиною. Розмір інтервалів не визначений. Використовуються там, де кількісні відмінності очевидні, коли величини представлені впорядкованим порядком. Приклади: відмінність типу "більша" або "менша", відмінність між "бідними", "помірними" і "хорошими" сільськогосподарськими землями.

Номінальні дані використовуються для позначення змінних без будь-якого кількісного значення. Поширені приклади включають чоловіків / жінок (хоча і дещо застарілих), колір волосся, національності, імена людей тощо.

Окрім цього, атрибути можуть бути первинними (вимірними, введеними) і вторинними, розрахунковими, отриманими розрахунком зі значень інших атрибутів. Окремий випадок таких розрахункових – це атрибути (звичайно просторові), які розраховуються виходячи з позиційних параметрів об'єктів (наприклад, периметр).

Деяку властивість, безперервно розподілену в просторі, наприклад, на земній поверхні, зручно в математичному сенсі розглядати як поле (взагалі кажучи, різного вигляду – скалярного, векторного, тензорного, тривимірного або двовимірного, визначеного тільки на поверхні землі або з

нею не зв'язаного).

Надзвичайно важливою обставиною є те, що об'єм просторових даних, необхідних для управління територією, складає 70–90% по оцінках наукових досліджень, виконаних різними організаціями. Це означає, що ГІС обробляє велику частину інформації, використовуваної як при управлінні територією, так і її компонентами. ГІС тому грає провідну роль в управлінні територіями. Клас геоінформаційних систем спеціально створений розв'язання актуальних проблем земного простору, які виникають в самих різних сферах людської діяльності.

Створення географічних даних – найбільш трудомістка, дорога і відповідальна частина ГІС. За світовими оцінками вартість географічних даних складає до 80-90% вартості системи. Тому при створенні ГІС виключно важливими є завдання:

- 1) збереження даних тривалий проміжок часу – до 80 років;
- 2) можливості обміну даними між системами, що існують сьогодні;
- 3) можливості передачі даних в майбутні системи в умовах, коли програмно-технічне забезпечення істотно змінюється через 2-3 роки [11].

Регламент ГІС встановлює суворі правила системної організації даних, інформаційної діяльності та технології робіт. Розробку регламенту функціонування системи ведуть в період планування ГІС.

Регламент ГІС вимагає використання ряду стандартів. Стандарти встановлюють, як дані визначаються, зберігаються і переміщаються між системами та додатками. Ці стандарти можуть бути сконструйовані так, щоб забезпечити оптимальний баланс між спільним і індивідуальним використанням за допомогою визначення мінімальних вимог для обміну даними.

Робота ГІС неможлива без розробників, персоналу що обслуговує і користувачів. Від них залежить ефективність ГІС. Обов'язковою умовою реалізації ГІС є наявність найважливішого компонента – користувачів, які мають підготовку для вивчення земного простору, роботи з географічними

даними, уміють працювати в середовищі ГІС-прикладань, створювати їх і підтримувати, мають певні знання з предметної сфери застосування ГІС. Для створення ГІС потрібні розробники, а для функціонування – користувачі, причому кількість останніх складає переважну більшість [12].

1.2. ГІС як технологічна основа ведення державного земельного кадастру та управління земельними ресурсами.

Необхідно зазначити вимоги до електронних карт. Картографічні проєкції, що застосовуються при створенні карт, повинні забезпечувати суцільне (без розривів) картографічне зображення окремих регіонів і значних за довжиною територій з мінімальними спотвореннями кутів, ліній і площ.

Масштабний ряд карт повинен забезпечити зображення місцевості з деталізацією і точністю, необхідною для вирішення завдань усіма користувачами. Карти повинна бути узгоджені за змістом і уніфіковані за математичною основою та умовними знаками. Правдиво і повно зобразити сучасний стан місцевості, її типові риси та характерні особливості, а також забезпечувати нанесення елементів оперативної інформації та визначення координат об'єктів. Вони повинні наочно виділяти головні елементи й об'єкти, дозволяти швидко оцінювати місцевість та її властивості, служити засобом пізнання структури зображених на ній явищ і процесів, їх взаємного зв'язку, динаміці в часі та просторі.

Повнота змісту карти означає, що на ній повинні бути зображені всі типові риси, характерні елементи та об'єкти місцевості відповідно до її масштабу і призначення. Карти великого масштабу повинні містити всі елементи, об'єкти й підписи, які є на картах більш дрібного масштабу.

Правдивість (правильність відомостей, зображених на карті на певний час) і сучасність (відповідність сучасному стану зображених об'єктів) карти означає, що зміст карти повинен відповідати місцевості на момент її використання.

Вимога точності карти (ступеня відповідності місця розташування об'єктів на карті їх розташуванню на місцевості) полягає в тому, що зображені на ній об'єкти повинні зберігати точність свого місцеположення, геометричну подібність та розміри відповідно до масштабу карти та її призначення [22].

Умовні знаки електронних карт повинні забезпечувати:

- ✓ передачу максимального обсягу інформації про зображені на картах об'єкти і явища мінімальною кількістю умовних знаків;
- ✓ максимальну точність, подібність і наочність їх графічного зображення та легкість запам'ятовування;
- ✓ автоматизоване зчитування, обробку і відтворення. Кольорове оформлення карт має здійснюватися з урахуванням вимог споживачів і законів психології сприйняття поєднань кольорів на карті, які утворюють кольорову гаму картографічного зображення.

З появою комп'ютерних систем аналогові карти замінюються цифровими та електронними картами. Сьогодні, коли ми говоримо про картографію, ми маємо на увазі цифрову/електронну картографію. Використання комп'ютерів у створенні карт є невід'ємною частиною сучасної картографії. Роль карти змінюється. Сьогодні традиційна карта зі сховища даних перетворюється у візуальне представлення геобаз даних.

Цифрові топографічні карти створюються шляхом:

- ✓ оцифрування аналогових топографічних карт;
- ✓ обробки матеріалів топографічних знімків, геодезичних вимірів електронними тахеометрами та приймачами глобальної системи позиціонування;
- ✓ обробки матеріалів дистанційного зондування Землі (аерофотознімків, космічних знімків);
- ✓ комбінованим способом.

Цифрові карти створюються різними технічними та програмними засобами, тому виходять в різних форматах. Трансформація даних з одного

поширеного формату в іншій сьогодні вже не є проблемою.

Останніми роками здійснений перехід топографо-геодезичної служби України на масове використання цифрового картографування. Наявна технологія великомасштабного цифрового картографування спирається на "Класифікатор інформації, яка зображає на топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500". У ряді підприємств для цифрового картографування використовується програмне забезпечення Digitals/Delta з використанням матеріалів аерофотознімання.

Наявна технологія цифрового картографування орієнтована:

- а) на видання паперової топографічної карти;
- б) певного масштабу;
- в) умовних позначеннях.

У зв'язку з цим виникає розбіжність у представленні просторових даних цифрового картографування з моделлю даних в геоінформаційній системі. Тому дані цифрового картографування потребують інструментів трансформації їх в інформаційне середовище геоінформаційної системи.

Дані топографічних знімання, вимірів електронними тахеометрами та приймачами глобальної системи позиціонування бази даних ГІС тепер можна завантажувати тривимірні дані будь-якої інструментального знімання, вимірів електронними тахеометрами, GPS-приймачами, виконувати в ній всі традиційні обчислення, необхідні для коректування цих даних і створення координатних точок з відомими рівнями похибок. Для набуття найкращого значення точки можна виробити коректування розрізнених даних методом найменших квадратів.

Виміри координатної геометрії (COGO) можуть бути також об'єднані з даними знімання, їх можна обробляти одним і тим же способом. У базу даних також можна включити координати, отримані GPS-приймачами. Обробку даних топографічного знімання й обчислення виконують в базі геоданих в тому ж координатному просторі, що й обробка інших даних.

Процес передачі даних від польових станцій, обробки даних

інструментального знімання, подальшої передачі оброблених даних в системи COGO і САПР для рисування і структуризації та потім передач ГІС для інтеграції з іншими даними сьогодні може бути реалізований одній базі геоданих в єдиному координатному просторі.

Нова можливість, істотна з точки зору забезпечення точності бази даних ГІС, – інтеграція даних топографічного знімання з ГІС-об'єктами на карті. Може бути встановлена прив'язка між координатами, отриманими з даних знімання, і точками на об'єктах. Після цього об'єкти можна перемістити в правильне положення та у такому вигляді зберегти їх в базі даних. Можна вибрати допуски замикавання, алгоритми конфігурації та пакетну обробку по зрівнюванню. Можна додати цілком нові ГІС об'єкти, визначені за даними геодезичних вимірів, а також підвищити точність чинних ГІС-даних. Похибки місць розташування нових об'єктів можуть бути представлені еліпсами погрішностей. Тепер можна провести кількісне порівняння допусків відносної та абсолютної похибки, вказаних в описах інформаційних продуктів, з точністю розміщення об'єктів.

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) – спостереження поверхні Землі авіаційними й космічними засобами, оснащеними різними видами знімальної апаратури. Робочий діапазон знімальної апаратури складає від доль мікрометра (видиме оптичне випромінювання) до метрів (радіохвилі). Методи зондування можуть бути пасивні, тобто що використовують природне відбите або вторинне теплове випромінювання об'єктів на поверхні Землі, обумовлене сонячною активністю, і активні, використовуючи вимушене випромінювання об'єктів, ініційоване штучним джерелом направленої дії. Матеріали дистанційного зондування Землі є одним з основних джерел даних для геоінформаційних систем. Це перш за все матеріали аерофотознімання космічного знімання.

Аерофотознімання виконують в основному для топографічного картографування території, також застосовують в геології, в лісовому і сільському господарстві.

Сучасні методи обробки матеріалів аерофотознімання – цифрова фотограмметрична обробка, яка дозволяє визначати геометричні, кількісні та інші властивості об'єктів на поверхні землі за фотографічними зображеннями, що отримуються за допомогою літальних апаратів будь-яких видів. У цей час обробка отриманих зображень ведеться за допомогою комп'ютерної техніки та програм для фотограмметричної обробки зображень. При цьому додатково виконують корекції перспективи, інших оптичних деформацій, світло корекцію отриманих знімків.

Фотографічне зображення перетворюється у цифрову форму шляхом сканування. При цьому зображення ділиться на певну кількість пікселів рівних площ. Кожен такий площинковий об'єкт містить достатню інформацію відносно кольору і щільності кольору. У цифровій фотограмметрії точність здобуття результатів зростає зі збільшенням роздільної здатності сканування. Чим менше розмір пікселя, тим точніше результат.

Для дистанційного зондування Землі використовують ультрафіолетовий, видимий або світловий діапазон, ближній або фотографічний, інфрачервоний, тепловий інфрачервоний і мікрохвильовий діапазони хвиль електромагнітного випромінювання. Результати дистанційних вимірів, здійснюваних з допомогою бортової інформаційно-вимірювальної апаратури аерокосмічної системи, є реєстрацією в аналоговій або цифровій формі характеристик електромагнітного випромінювання, відбитого від ділянок земної поверхні або власного випромінювання цих ділянок.

Для збору геопросторових даних більше личать об'єднані дані мультиспектральних знімків або панхроматичні знімки. Сьогодні геометрична роздільна здатність панхроматичних знімків в чотири рази вище мультиспектральних.

Види космічних матеріалів дуже різноманітні. Особливо слід зазначити знімки надвисокої роздільної здатності, які мають підвищений попит. З 2001

р. супутник QuickBird, QuickBird-2 (США) поставляв найдетальніші (61 см) зображення Землі, доступні комерційним користувачам. У 2007 році був запущений супутник Землі WorldView-1, який забезпечує велику детальність отримуваних зображень Землі з космосу. Просторовий роздільна здатність знімків – 50 см в надирі та 59 см при куті відхилення у 25 градусів; точність географічної прив'язки 6,5 м. У 2008 р. був запущений комерційний супутник Землі GeoEye-1 субметрової роздільної здатності. Сенсори GeoEye-1 удосконалюють лінійку сучасних оптичних супутникових систем по ряду параметрів: надвисока детальність зображень (розрізнявальна здатність 0,41 м в панхроматичному і 1,65 м в мультиспектральних режимах), висока точність прив'язки знімків (3 м при зніманні в надирі), висока продуктивність. У 2009 році був запущений супутник Землі WorldView-2 з роздільною здатністю знімків 50 см.

В результаті цих запусків не тільки збільшується розрізнявальна здатність отримуваних даних, зростає також точність позиціонування (по оцінках фахівців, до 4-5 м) і можливість добування якісних і кількісних даних (внаслідок збільшення числа спектральних діапазонів, оптичної та просторової розрізнявальної здатності, зменшення періодичності знімання). Значно зростає обсяг щодня отримуваної інформації, як внаслідок збільшення числа апаратів, так в результаті поліпшення їх технічних параметрів (обсяг бортової пам'яті, швидкість передачі, ширина смуги зйомки).

Базові набори геопросторових даних визначаються як такі, які:

- ✓ призначені для використання в геоінформаційних системах для різних галузей людської діяльності;
- ✓ є основою створення похідних наборів даних, таких як шари або підтипи даних в геоінформаційній системі;
- ✓ мають однозначне визначення на місцевості;
- ✓ мають відносно тривале існування в часі;
- ✓ мають практичне значення.

Все більша кількість об'єктів реального світу представляється готовими моделями в цифровому форматі. Значна частина цієї інформації пробиває собі дорогу на ринок інформації. Частина цієї інформації можна придбати у постачальників інформації за гроші, іншу частину можна отримати в організаціях державного і місцевого управління безкоштовно або за ціну.

При визначенні того, чи варто придбати цифрові дані, необхідно знати про походження, просторове розповсюдження, надійність даних, масштаб даних, роздільну здатність, точність і формат даних, актуальність і оновлюваність, умови та вартість придбання. Для цього слід отримати метадані (дані про дані) у формі словника даних або звіту про якість даних від їх постачальника.

Загально географічні карти масштабу від 1:200000 до 1:1000000 і дрібніше містять всілякі відомості про рельєф, гідрографію, ґрунтово - рослинний покрив, населені пункти, господарські об'єкти, шляхах сполучення, лініях комунікацій, кордонах.

Тематичні карти створюються по певній предметній області. Серед тематичних виділяють карти природи, населення, економіки та ін. [16].

Карти природи включають карти геологічної будови та ресурсів надр, геофізичні, рельєфу земної поверхні та дна океанів, метеорологічні й кліматичні, гідрологічні й океанографічні, ґрунтові, геоботанічні, ландшафтні, зоогеографічні, медико-географічні, загальні фізико-географічні, охорони природи, екологічні карти.

Карти економіки включають карти промисловості, карти сільського господарства, карти лісового господарства, карти транспорту та інші, а також комплексні атласи різної тематики. Політичні, адміністративні й історичні карти виділяють в окрему групу.

У системах управління військами ЕК використовуються як у якості основи для відпрацювання документів з управління військами, вироблення планів мобілізаційного розгортання формувань, зображених даних

оперативної обставини, так і для інформаційного забезпечення при вирішенні завдань з оцінки впливу тактичних властивостей місцевості (умов прохідності, орієнтування, спостереження, захисту і маскуванню військ) на організацію і ведення бою, виконання розрахунків щодо бойового застосування засобів, ціле вказання і ціле розподілу, розробки моделі бойових дій тощо. Вони також використовуються в бойових системах високоточної зброї, яка використовує дані про місцевості [23]. Крім того, дані про місцевість, представлені в ЕК, використовуються в комплексі з розвідувальною та іншою інформацією, є одним з розділів інформаційних даних, на основі яких виконується оцінка обставини та прогнозування дій противника.

Отже, які ж існують вимоги до цифрової інформації про місцевості, що впливають з основних положень функціонування ГІС і особливостей завдань, що вирішуються у військовій галузі на основі ГІС технологій. Очевидно, що крім загальних вимог до топогеодезичної інформації (точності, правдивості, наочності) можна визначити низку вимог, що пред'являються саме до цифрової інформації про місцевості.

Цифрова інформація про місцевість повинна задовольняти наступним вимогам:

- ✓ формуватися в рамках номенклатурних аркушів топографічної карти;
- ✓ створюватися в прийнятій системі координат і картографічній проєкції, наприклад, у рівнокутної поперечно-циліндричної проєкції Гаусса - Крюгера;
- ✓ мати класифікацію елементів і об'єктів місцевості, які відповідають класифікації, прийнятій для базової топографічної карти;
- ✓ мати мінімально необхідний для вирішення користувачьких завдань об'єктовий склад;
- ✓ забезпечувати можливість машинного визначення даних про місце знаходження об'єктів та їх характеристик;
- ✓ забезпечувати зшивку зображень за елементами та об'єктами на

- окремі ділянки (райони) місцевості та території;
- ✓ мати структуру представлення, що забезпечує можливість внесення змін і доповнень без спотворення наявних даних та погіршення їх характеристик;
- ✓ забезпечувати перетворення програмним шляхом інформації з однієї форми подання в іншу (з векторної в растрову, з табличної у векторну і т. п.).

Розглянемо основні цифрові документи про місцевість.

Цифрові карти – цифрові моделі ділянок земної поверхні, сформовані з урахуванням законів картографічної генералізації в прийнятих для карт проєкції, розграфці, системі координат і висот. Застосовуються в автоматизованих системах управління військами й зброєю, в навігації та високоточних системах озброєння. Отже, будь-яка цифрова карта – модель місцевості. Тобто поняття цифрової моделі місцевості ширше, ніж цифрова карта[26]. “Ділянки земної поверхні” в даному визначенні покликані зробити акцент на те, що розглядається поверхня Землі. Своєю чергою, поняття цифрової карти значно ширше поняття електронної карти. Сутність відмінності полягає в тому, що електронна карта має можливість візуалізації на екрані дисплея або іншому пристрою, в той час, як цифрова карта для цього, в загальному випадку, не призначена.

Цифрова карта може існувати на магнітних носіях систем автоматичного наведення або АСУВ і сприйматися спеціальними пристроями та обладнанням цих систем без участі людини. Наприклад, профіль рельєфу місцевості в системі наведення крилатої ракети.

Цифрові карти місцевості – цифрові карти, що відповідають встановленим користувачем вимогам за змістом і точністю. Використовуються в системах управління зброєю і військовою технікою.

Цифрової моделі місцевості – цифрові картографічні моделі, що містять дані про певні елементи місцевості та їх характеристики. Цифрові моделі місцевості в залежності від призначення створюються з різною

точністю. Такі моделі отримали високу оцінку у військах. Просторові моделі місцевості (ПММ) дозволяють з найбільшою ефективністю вирішувати такі завдання, як вибір місця посадки вертольотів у гірських районах, визначати зони видимості (невидимості) із заданих точок, прокладати маршрути підльоту вертольотів для виконання бойового завдання з урахуванням характеру місцевості [27].

Крім того, ПММ можуть використовуватись для вирішення таких завдань, як:

- ✓ визначення зон радіолокації з побудовою зон видимості, профілів місцевості по заданих напрямках;
- ✓ визначення оптимальних місць розташування командних пунктів з побудовою зон видимості навколо них;
- ✓ визначення ступеня ефективності вогневого ураження артилерією рухомих об'єктів на сильно перетнутих ділянках з побудовою профілів рельєфу;
- ✓ визначення зон радіоприйому.

Для вирішення специфічних завдань можуть створюватися і використовуватись цифрові моделі рельєфу – цифрові моделі місцевості, які містять інформацію про її рельєф. Електронні карти – цифрові карти, візуалізовані або підготовлені до візуалізації на екрані засоби зображення інформації в прийнятій системі умовних знаків, зміст якої відповідає картам певного виду та масштабу. Використовуються для автоматизованого вирішення управлінських і розрахункових завдань [28].

Розділ 2. ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ

2.1. Апаратне забезпечення геоінформаційних систем

Геоінформаційні системи базуються на певному наборі технічного обладнання, основними функціями якого є забезпечення роботи програмних ГІС–продуктів і допоміжних програм, збереження масивів цифрових даних, забезпечення збору і введення даних, представлення готової інформації.

Комплекс електронних і електронно–механічних пристроїв, призначений для технічної підтримки працездатності ГІС, називається *апаратним забезпеченням ГІС*. Апаратне забезпечення (синоніми – апаратні засоби, апаратура, технічні засоби, hardware) – технічне устаткування геоінформаційної системи, що містить власне комп'ютер і інші механічні, магнітні, електричні, електронні й оптичні периферійні пристрої чи аналогічні прилади, що працюють у складі апаратного комплексу або автономної, а також будь–які пристрої, необхідні для функціонування геоінформаційної системи (наприклад, GPS–апаратура, електронні картографічні прилади і геодезичні прилади).

Загальна організація взаємозв'язку елементів апаратного забезпечення геоінформаційної системи називається *архітектурою*, сукупність функціональних частин – *конфігурацією системи*.

У наш час різними фірмами виробляються тисячі моделей різних комп'ютерів і периферійних пристроїв, кількість комплектуючих вузлів і деталей обчислюється десятками і сотнями тисяч. При плануванні архітектури ГІС і виборі конфігурації апаратного забезпечення слід орієнтуватися на характер розв'язуваних завдань, вимоги програмного забезпечення, методи обробки й обсяги даних, що циркулюють у системі даних.

Залежно від призначення і масштабу ГІС апаратне забезпечення може мати різні функціональні групи пристроїв. Для простих настільних ГІС кінцевого користувача досить звичайного офісного комп'ютера з принтером, багатофункціональні корпоративні ГІС можуть налічувати десятки робочих місць з різними периферійними пристроями, об'єднаних у єдину обчислювальну мережу з керованим доступом. Для виконання деяких технологічних операцій введення чи представлення даних у середовищі ГІС розробляються унікальні апаратні пристрої вартістю в десятки і сотні тисяч доларів США.

У той самий час основна частина бюджетних ГІС–проектів орієнтована на використання стандартних комп'ютерів і периферійних пристроїв. У зв'язку з особливостями організаційної структури ГІС апаратне забезпечення прийнято поділяти на три основні групи:

- 1) пристрої обробки і збереження даних (власне комп'ютери);
- 2) пристрої збору і введення даних;
- 3) пристрої візуалізації і представлення даних.

Від організації взаємодії і технічних характеристик різних пристроїв залежить ефективність роботи геоінформаційної системи в цілому. Взагалі ГІС характеризуються підвищеними вимогами до технічних характеристик комплектуючих вузлів комп'ютерів і периферійних пристроїв. Зокрема, спеціальні вимоги висувають до апаратної підсистеми збору і введення просторових даних, у якій використовуються спеціалізовані прилади.

Особливі вимоги також висуваються до підсистеми виведення даних – необхідність друку великоформатних повнокольорових карт зумовила необхідність створення спеціального класу друкувальних периферійних пристроїв.

Стандартними пристроями введення інформації в комп'ютер є клавіатура і графічний маніпулятор «миша». За допомогою клавіатури в комп'ютер вводиться цифрова і символна інформація, для чого на клавіатурі розміщені різні клавіші (102 чи 104 клавіші). Маніпулятор

«миша» використовується в програмах із графічним інтерфейсом. За допомогою курсора миші користувач указує на різні елементи керування, розміщені на екрані, чи робить оконтурювання об'єктів. Для керування і введення даних застосовують різні типи графічних маніпуляторів: механічні (рух миші передається в комп'ютер за допомогою обертання кульки та системи валиків) і оптичні (світлочутливий елемент зчитує рухи по спеціальній поверхні). Різновидом механічної миші є трекбол – кулька розміщена зверху й обертається рукою користувача. У мобільних комп'ютерах як графічний маніпулятор можуть використовуватися джойстики (рух курсора керується відхиленням спеціальної руків'я) чи перо, яким натискають або пишуть на сенсорному покритті екрана чи графічного планшета.

Для введення великих масивів просторово – розподілених даних у ГІС використовуються спеціальні периферійні пристрої. Для цифрування паперових картографічних матеріалів в умовах офісу призначені дигітайзери (ручне введення даних) і сканери (автоматичне введення даних). 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 способом (векторизація).

Для збору і просторової прив'язки даних у польових умовах використовуються приймачі GPS 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 та 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 та конфігурацією подібний до курсора миші) для високоточного введення або пером (stylus, pen stylus) – для низько точного введення координат.

Технічні характеристики дигітайзерів визначаються:

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

2.2. Технології введення просторових даних та робота з просторово-координованою інформацією

Сумарна точність зчитування координат для більшості моделей дигітайзерів звичайно знаходиться в 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. 2.1).



Рис. 2.1. Дигітайзер формату А0.

Картографічні матеріали, призначені для цифрування, кріпляться на робочу область дигітайзера (рис. 2.2 а). 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 свободи вибору, точності опису картографічних об'єктів. Частота зчитування координат точок залежить від типу об'єкта, звивистості його контурів, вимог проєкту, кваліфікації оператора і багатьох інших факторів. При правильному виборі техніки цифрування можна значно скоротити кількість опорних точок, що описують контури об'єкта при збереженні 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.

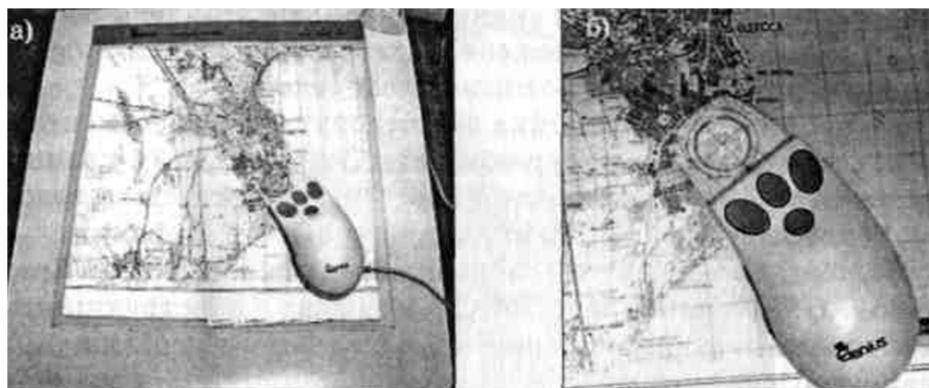


Рис. 2.2. Дигітайзер формату А4 із закріпленим картографічним матеріалом

Курсор дигітайзера може бути оснащений різною кількістю функціональних кнопок (звичайно 4 або 16 – рис. 2.2 б). Функції цих кнопок можна програмувати, наприклад, задавати номери кнопок зчитування координат, закінчення об'єкта, замикання полігону чи переходу в потоковий режим на вимозі 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 DrawingBoard).

GPS-приймачі є користувацьким компонентом системи GPS (Global Positioning System, Глобальна система місце визначення, система супутникового місце визначення, система супутникового визначення координат) і призначені для визначення географічних координат і висот щодо координатно-висотної системи WGS–84.

До чинного у наш час систем супутникового місце визначення відносять системи GPS (NAVSTAR) – США і ГЛОНАСС (GLONASS) –

Російська Федерація. Основне розроблення і розгортання компонентів цих систем проводилися в 70–90-х роках ХХ ст. Система GPS цілком розгорнута в 1993 р.; ГЛОНАСС – у 1996 р. (на орбіту виведені всі супутники).

У складі обох систем місце визначення виділяють три підсистеми (сегменти):

1) підсистему наземного контролю і керування (control–segment) – мережу наземних станцій, що забезпечує супутники точними координатами (ефемеридами) та іншою інформацією;

2) підсистему комплексу супутників (space–segment), що складається з космічних апаратів, оснащених кількома атомними цезієвими стандартами частоти-часу, які постійно передають на частотах L1 і L2 сигнали для вимірювання псевдовідстаней кодовим і фазовим методами, мітки часу й інші повідомлення, необхідні для місця визначення;

3) підсистему апаратури користувачів (user–segment), яка містить приймачі місця визначення з антенами, накопичувачами результатів вимірювань, іншим оснащенням і програмним забезпеченням обробки даних.

Визначення координат базується на визначенні відстаней від приймача до 3–6 супутників і побудови геодезичних засічок. Оскільки точне місце розміщення кожного супутника розраховане для кожного моменту часу, відстань до нього визначається за часом запізнювання радіосигналу. Існує два види радіокоду, переданого супутниками, військовий (більш точний) і цивільний (менш точний). Для підвищення точності місця визначення приймачами GPS використовується кілька радіоканалів для приймання сигналу від одного супутника, застосування фазового методу розрахунку дальності, використання роботи двох приймачів одночасно і спеціального програмного забезпечення для камеральної обробки даних польової зйомки. При використанні додаткових методів точність визначення горизонтальних і вертикальних координат на місцевості може досягати 1–3 мм. На точність

визначення координат впливає взаєморозміщення супутників на небесній півсфері (супутники повинні знаходитися в різних секторах і по можливості вище 15° над обрієм), радіозатінення деревами й спорудами, радіовідбиття від горизонтальних і вертикальних поверхонь.

Приймачі місце визначення (GPS receivers, GLONASS receivers, GPS/GLONASS receivers) – електронні пристрої, що приймають сигнали супутників з метою місця визначення. Приймачі місця визначення розрізняють, від якого супутника приймається сигнал, розділяють ці сигнали, ведуть спостереження за ними, вимірюють, переводять результати в цифрову форму, попередньо їх обробляють, зберігають та ін. Приймачі бувають послідовного спостереження (1–2 канали) і багатоканальні (multi-channel) рівнобіжного спостереження (6–12 і більше каналів), застосовуючи кодовий метод вимірювання; одночастотні L1 і двочастотні L1 і L2, що вимірюють кодовим і фазовим методами; без кодових, що вимірюють різниці фаз подвоєних частот L1, L2; мініатюрні, ручні, малогабаритні; розраховані на приймання сигналів GPS, ГЛОНАСС чи обох систем. Моделі приймачів GPS поділяються на кілька класів за конструктивними особливостями, функціональними можливостями й точністю визначення координат.

Приймачі навігаційного класу точності визначають координати точки стояння при зупинках і в русі з точністю 100–30 м, розраховують азимут і відстань до заданої точки. Конструктивно приймачі виконані в єдиному корпусі з антеною, дисплеєм, клавіатурою керування, блоком енергоживлення. Розміри й зовнішній вигляд цих пристроїв фірм Gramlin, Magellan порівнянні з мобільними телефонами; на корпусі розміщені рідинно-кристалічний дисплей і клавіатура; передбачені рознімання для зв'язку з ПК (рис 2.4а).

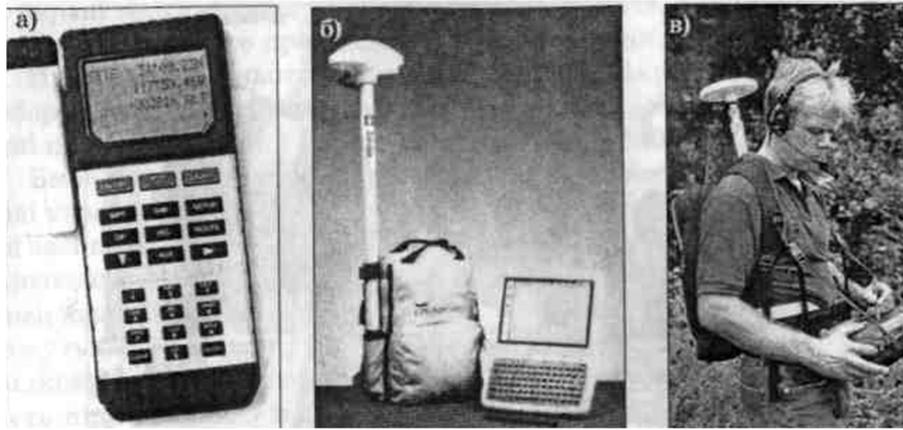


Рис. 2.4. Приймачі GPS: а) навігаційний приймач GPS Magellan; б) приймач GPS Trimble PathFinder з накопичувачем даних; в) польовий збір даних з використанням приймача GPS.

Для ГІС-проектів фірмою Trimble розроблений спеціальний тип приймачів, що містить блок приймача, нарізну антену, блок енергоживлення і блок реєстрації даних (рис. 2.4 б). За допомогою таких комплексів можна не тільки визначати координати точок (до 5000 точок з описами), а й ідентифікувати їх з використанням спеціальної бібліотеки описів.

Точність визначення координат з використанням таких комплексів становить 0,6–1 м. Передбачено обмінні формати даних з багатьма пакетами ГІС. Точність геодезичного класу (1–5 мм) досягається при використанні диференціальних станцій – комплексу двох високоточних приймачів. Один із приймачів установлений стаціонарно і постійно вимірює свої координати. Шляхом статистичної обробки численних вимірів координати точки стояння визначаються з дуже високою точністю. Інші приймачі, використовувані в мобільному варіанті, підтримують постійний радіозв'язок з базовою станцією й одержують від неї виправлення для визначення координат. Приймачі геодезичного класу випускають фірми Trimble, Leica, Ashtech, Sokkia, Carl Zeiss. За допомогою таких систем створюються високоточні опорні геодезичні мережі, що потім можуть згущатися за

допомогою електронних геодезичних приладів і низько точних GPS–приймачів.

Стереофотограмметричні станції призначені для побудови об'ємних зображень рельєфу земної поверхні за двома аерофотознімками поверхні Землі. За конструктивним виконанням і технологією обробки знімків розрізняють: *аналогові* (працюють з негативами чи фотовідбитками) і *цифрові* (працюють зі сканованими знімками) стереофотограмметричні станції. З використанням спеціальної оптичної системи виконується суміщення стереопари знімків у поле зору оператора і створюється «віртуальна» тривимірна модель. За допомогою спеціальних аналітичних алгоритмів на стереомоделі рельєфу проводяться (цифруються) горизонталі. Ця технологія використовується при масовому створенні й відновленні топографічних карт у спеціалізованих організаціях. Пристрої цього типу виробляються і в Україні – у державному науково-виробничому підприємстві «Геосистема» (м. Вінниця) (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Аналітична стереофотограмметрична станція «Стереонаграф–6» (Україна).

Атрибутивні дані в ГІС можуть мати різні способи й технології формалізації, обробки та подання. До *атрибутивної* відносять ту інформацію, яка або не має просторового прив'язування, або характеризує

просторові об'єкти без зазначення місця їх розміщення. Наприклад, порядкові номери просторових об'єктів, їхні власні імена, числові кількісні або якісні значення. Блок атрибутивної інформації, прив'язаної до будь-якого просторового об'єкта, може містити від одного до багатьох сотень окремих атрибутивних значень різного типу, що характеризують різні параметри цього об'єкта.

Для використання в середовищі ГІС атрибутивна інформація підлягає систематизації, структуризації й формалізації, що дозволяє використовувати для подальшого її введення й обробки різні засоби автоматизованого пошуку, обчислень і візуалізації. Для кожного типу просторових об'єктів вибирається набір атрибутів, що дозволяють ідентифікувати конкретний тип об'єкта серед інших і з максимальною повнотою описати його властивості. Після визначення списку атрибутів вибираються методи їхньої формалізації.

Одним із найбільш поширених атрибутів просторових об'єктів є їхні власні назви – назви населених пунктів, адміністративних одиниць, ділянок рельєфу, рік, водойм, природних урочищ, об'єктів господарювання та ін. Такий тип атрибута ідентифікує об'єкт, виокремлює його серед інших однотипних об'єктів, дозволяє звернутися саме до цього об'єкта. Такий спосіб опису атрибута об'єкта називається *номінальним* – об'єкт просто одержує своє окреме ім'я, він рівнозначний у списку таких самих об'єктів. До цих атрибутів можна віднести: «м. Одеса», «Біляївський район», «КСП «Світанок», «шпара №122» та ін.

Атрибути, що показують місце розміщення об'єкта серед інших аналогічних об'єктів, їхню взаємну ієрархію, пріоритет, називаються порядковими атрибутами. Таким способом описується ієрархія: ділянок дорожньої мережі (автостради, шосе, дороги з удосконаленим покриттям, ґрунтові дороги); елементів річкової мережі (припливи I, II чи III порядку); ієрархічні рівні ландшафтних одиниць, ранги населених пунктів та ін. У більшості випадків такі атрибути описуються порядковим номером деякої рангової шкали.

Для кількісних даних (температура, тиск, зміст забруднювачів у повітрі, воді чи ґрунті, висота над рівнем моря, кількість рослин на квадратний метр, вміст гумусу та ін.) використовуються розімкнені або замкнуті числові шкали. Ці величини можна порівнювати одну з одною, над ними можна робити різні математичні операції. При використанні універсальної розімкненої шкали числа можуть набувати значень від «мінус нескінченності» до «плюс нескінченності», замкнута числова шкала обмежена двома крайніми величинами, що характеризують набір припустимих значень для якоїсь предметної області (наприклад, 0–100%; 0–1 безрозмірних одиниць; 0–360 компасних градусів; 0–90 градусів нахилу та ін.).

Різні системи класифікації та кодування дозволяють скоротити описи різноманітних просторових об'єктів до одного або кількох десятків символів. У наш час розроблені системи буквено-цифрових кодувань для геологічних, ґрунтових, ландшафтних, геоботанічних карт. Для цифрових топографічних карт і архітектурно-містобудівних планів розроблені відомчі позиційні коди-класифікатори. Весь перелік об'єктів, що картографуються, поділяється на окремі тематичні групи, розділи яких перебувають в ієрархічному підпорядкуванні. Наприклад, «Класифікатор інформації, яка відображується на топографічних картах масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000» передбачає виділення дев'яти основних класифікаційних груп, кожна з яких розбита на стандартні підрозділи. (рис. 2.6 а,б)

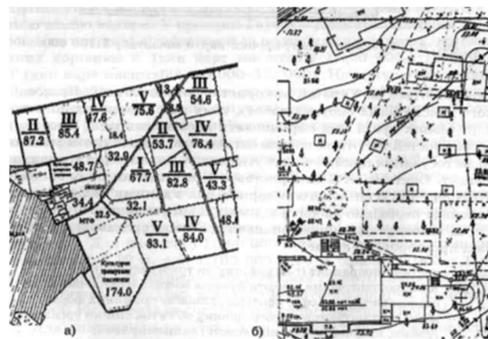


Рис. 2.6 Фрагменти схеми землевпорядкування М 1:25000 (а) і архітектурного плану М 1:500 (б).

На початку 70–х років ХХ ст. сформувалися дві концепції, спрямовані на вирішення труднощів, що виникають при створенні та функціонуванні баз даних: концепції *адміністрації баз даних* (АБД) і *системи керування базою даних* (СКБД).

Під *адміністрацією бази даних* розуміється колектив, що відповідає за правильну роботу БД і виконує такі функції:

1. Проєктування структури бази даних. Ця робота виконується адміністрацією бази даних у тісному контакті з користувачами. Однак адміністрація приймає остаточне рішення, усі модифікації структури даних виконуються через адміністрацію.

2. Вибір способу подання даних на зовнішній пам'яті. Адміністрація повинна забезпечити ефективність доступу до даних і раціональне використання магнітних носіїв. Якщо прийняте рішення про зміну способу подання, то адміністрація проводить усі пов'язані з цим роботи.

3. Виконання обслуговуючих функцій. Адміністрація виконує обслуговуючі функції, спрямовані на забезпечення цілісності бази даних і інформування користувачів про стан бази даних. При втраті цілісності до функцій адміністрації входить відновлення бази.

4. Планування розвитку бази даних і пов'язаний з цим вибір нових засобів обчислювальної техніки.

5. Консультації користувачів щодо використання бази даних.

6. Контроль користувачів, які працюють з базою даних, урегулювання різних конфліктних ситуацій (наприклад, спроби видалення чи модифікації записів, які використовуються іншими користувачами).

Як головний інструмент керування адміністрація бази даних використовує систему керування базою даних (СКБД).

Система керування базою даних є спеціальним програмним забезпеченням, призначеним для створення, ведення і конкурентного використання баз даних. Застосування СКБД дозволяє значно зменшити витрати праці з реалізації вимог до бази даних і забезпечити повне їхнє

виконання. Власне СКБД – системне програмне забезпечення. Не розв'язуючи безпосередньо ніякого прикладного завдання, СКБД є інструментом для розроблення прикладних програм і підтримки бази даних. Функції та структуру типової СКБД доцільно розглядати разом, тому що кожній з основних функцій відповідає програмний компонент СКБД.

Більшість СКБД має такі функціональні можливості:

1. Опис структури даних. У процесі роботи прикладних програм і користувачів база даних змінюється. Однак ці зміни не можуть бути довільними. Звичайно існують досить тверді обмеження на можливості маніпулювання даними, що відбивають закономірності предметної галузі. Так, у базі даних користувач може створити новий екземпляр об'єкта (наприклад, власника) чи виключити вже чинний екземпляр, але змінити характеристики цього об'єкта (наприклад, додати права володіння яким-небудь будинком) він, як правило, не може. Обмеження на припустимі операції з даними дозволяють заздалегідь виконати опис незмінних властивостей бази даних. Такий опис одержав назву «опис структури даних або схеми бази даних».

2. Маніпулювання даними. Сучасні СКБД дають користувачам засоби маніпулювання даними, до складу яких входять оператори пошуку даних, коригування даних, обміну даними між базою даних і прикладною програмою та ін.

Завантаження бази й формування звітів. Універсальною мовою програмування можна написати будь-яку програму обробки даних, у тому числі програму заповнення (завантаження) і коригування бази даних чи програму видрукування вихідних форм. Однак зазначені дії виконуються настільки часто, що для їхньої реалізації більшість СКБД має спеціальні програмні засоби, наприклад: для введення і коригування даних – **підсистема завантаження даних**; для одержання вихідних форм – **генератор звітів**. Ці засоби у своєму складі мають мови високого рівня, орієнтовані на опис введення-виведення даних.

Мова запитів. Часто виникає необхідність виконати запит з бази даних за певними ознаками об'єкта. Для реалізації такої можливості СКБД оснащуються мовою запитів високого рівня, а також інтерпретатором з мови запитів. За допомогою цієї мови користувачі не програмісти можуть сформулювати запит до бази даних і відразу на дисплеї одержати відповідь. Розроблена в 1970 р. компанією IBM мова SQL (Structured Query Language – структурована мова запитів) у наш час стала стандартною мовою, використовуваною для обробки запитів у більшості програмних пакетів СКБД. На сьогодні понад ста програмних продуктів мають спеціальний SQL–інтерфейс, що дозволяє обмінюватися даними між віддаленими базами, що мають різні концептуальні схеми й програмні платформи. Сучасні версії мови SQL надають користувачу широкий набір операторів і готових функцій, які дозволяють робити різні маніпуляції з локальними та віддаленими базами даних, здійснювати пошук, сортування і подання необхідної інформації.

Діалогові засоби. З метою зручності користувачів і підвищення оперативності доступу до даних більшість функцій СКБД може здійснюватися в діалоговому режимі через дисплей. Сучасні СКБД, як правило, забезпечують доступ багатьох користувачів до бази даних (тобто одночасний доступ до бази декількох термінальних користувачів чи прикладних програм), а так само засоби поділу і захисту даних різних користувачів. За допомогою дисплея зручно виконувати перегляд бази даних, її коригування, виконання різних сервісних функцій, введення запитів та ін.

Серед комерційних програмних продуктів для створення баз даних найбільшого поширення набули СКБД Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle, INGRES, Informix, DB2, Sybase, Paradox та ін. Ці програмні продукти надають користувачу широкий набір засобів для проектування і підтримки баз даних різного масштабу і призначення.

Просторова (картографічна) інформація є основою інформаційного блоку ГІС, тому способи її формалізації є найважливішою складовою частиною технології географічних інформаційних систем. Цифрові карти оперують із двома типами інформації: просторовою й описовою. Просторова інформація задає форми й положення географічних об'єктів, а описова інформація, інакше називана атрибутивною, надає нам відомості про характеристики (властивості) географічних об'єктів.

Просторова інформація ГІС містить **метричну** частину, що описує позиційні властивості об'єктів, а також пов'язані з нею змістовні (семантичні, тематичні) атрибути, чи просто – «атрибути», як заведено називати в англійській науковій літературі.

Сучасні технології введення просторових даних у комп'ютер, їх інтерпретації та збереження передбачають поелементний поділ змісту наявних карт. Для введення, наприклад, топографічної карти необхідно здійснити її поділ на шари («теми») однорідної інформації, що містять дані про рельєф, гідрографічну мережу, населені пункти, дорожню мережу, адміністративні межі та ін. Банки картографічних даних у ГІС, таким чином, містять однорідні шари інформації, що, однак, можуть поєднуватися засобами ГІС один з одним у різному співвідношенні відповідно до вимог розв'язуваних завдань. З урахуванням того, що банк картографічних даних у ГІС може містити сотні шарів однорідної просторової інформації, це відкриває широкі можливості для побудови первинних оригіналів поелементних карт на основі шарів однорідних картографічних даних, що зберігаються в комп'ютері.

Просторові дані вводяться і зберігаються в комп'ютері у формалізованому вигляді. У наш час використовуються два основних способи формалізації просторових даних – **растровий** і **векторний**, відповідні двом принципово різним способам опису (моделям) просторових даних. У першому способі просторова інформація співвідноситься з комірками регулярної сітки як з елементами території (растрове подання), у

другому – використовується система елементарних графічних об'єктів, положення яких у просторі визначається за допомогою координат (векторне подання). Вибір способу формалізації визначається багатьма факторами, серед яких: характер просторової інформації, джерело одержання даних, специфіка розв'язуваних завдань, місткість вільної комп'ютерної пам'яті, швидкодія комп'ютера і деякі інші.

Подання інформації в зрозумілій і зручній для користувача формі є однією з основних функцій будь-якої системи обробки даних. Оскільки ГІС орієнтовані переважно на обробку просторово-розподілених даних, вони подають оброблену інформацію у вигляді різних карт, картодіаграм, тривимірних і анімованих зображень.

Побудова картографічного зображення є досить складним науково-методичним і технологічним процесом. Для створення карт та інших геообразень у різних прикладних науках (картографії, геології, землевпорядкуванні, гідрографії та ін.) розроблені різні стандарти та нормативні вимоги. У той самий час технологія ГІС дає користувачу значно більші можливості для створення й обробки картографічної інформації, які в багатьох випадках не передбачені чи не популярні традиційні методи 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. Користувач може ставити перед інформаційною системою запити типу: «Які населені пункти з якою загальною чисельністю населення знаходяться

на відстані 100 км від АЕС», «Які сади і виноградники знаходяться в межах двох годин їзди від міста N» – і одержувати відповіді в картографічній і табличній формі.

Внаслідок легкості побудови та аналізу карт за наявності готових картографічних баз даних картографічний аналіз і подання даних досить поширені в таких сферах діяльності, як маркетинг земельних ділянок, доставка товарів і надання послуг населенню, територіальне керування, освіта та ін. Для обслуговування широкого кола нових споживачів геоінформації з'явився клас програмних продуктів ГІС, призначених для надання інформації кінцевому користувачу з мінімальним набором функцій введення і редагування даних (ГІС–в'юери). Так само існує велика кількість програмних продуктів ГІС, призначених для обробки і подання інформації в стандартах конкретної прикладної галузі діяльності (геологічні карти і розрізи, архітектурні і кадастрові плани, топографічне і гідрографічне картографування) з відповідними шаблонами і наборами умовних знаків. У таких програмних продуктах велика увага надається також можливостям одержання твердих копій картографічних зображень з урахуванням нормативних вимог до їхньої точності і зовнішнього вигляду.

Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ЗЕМЛЯХ ОБОРОНИ

3.1. Використання ГІС в управлінні землями оборони м. Полтави

Термін ГІС також використовується у вужчому значенні – як інструмента у вигляді програмного продукту для здійснення користувачем пошуку, аналізу та редагування ЦКМ, одержання додаткової інформації про об'єкти (його висоту, адресу тощо). На сьогодні немає чіткого взаємозв'язку між картографією і ГІС. Є погляди, що трактують ГІС як техніко-аналітичну основу картографії, є і протилежні – під картографією розуміють основу ГІС, призначену для зображення результатів досліджень [38]. Загалом ГІС користуються картами як джерелами даних, в той самий час карти є їх кінцевим продуктом. Визнано, що ГІС «виріс» з картографії, що займається моделюванням просторових даних в процесі геовізуалізації. Управління за допомогою ГІС має поєднувати можливості систем керування БД, редакторів растрової та векторної графіки та аналітичних засобів, які застосовують в ділянці діяльності. Тобто, ГІС є поєднанням географічної або топографічної карти та великого масиву різномірної інформації, вираженої в цифровій формі [39]. В місті Полтаві відомим є досвід застосування ГІС в Центрі аеронавігаційного забезпечення авіації (ЦАНЗА) ЗС України, який почав з ГІС „Карта-2005”, засобу для розробки ГІС-додатків на основі Delphi – Gis ToolKit Free [40]. У продукті передбачені численні програмні ГІС-додатки, необхідні для вирішення спеціальних завдань, самостійного розширення функціональності базового ПЗ, інтерфейсу. Такі програми забезпечують одночасну роботу з різними видами карт, знімків, матриць висот і властивостей місцевості для багатьох користувачів локальної чи розподіленої мережі. Об'єм картографічних даних може складати десятки терабайт і забезпечувати покриття будь-якої площі земної поверхні. Дані відображуються у дво-, в тривимірному вигляді. Зміни оперативної обставини в часі можуть передаватися у вигляді шарів каналами зв'язку. Банк даних ЦКІ „Карта-2005”, її наступні

модифікації „Карта-2008”, „Карта-2011”, дозволяють наносити оперативну обставину, вести чергові карти, формувати стандартні електронні та графічні документи (рішення командира, польотні завдання тощо), проводити КШТ, КШН, аналізувати розташування і прогнозування подальших дій противника. Можливості ГІС „Карта-...” розширюються завдяки прикладним додаткам, розробленим користувачами, наприклад, створення БД (в колонних шляхів, постів розвідки, зони невидимості) для наступного нанесення на карту та візуалізації необхідних характеристик через підписи. ПЗ формує і кінцевий продукт – файл PS (PostScript) для подальшого кольороподілу, виведення плівок і друку. За даними ЦАНЗА ЗСУ, є змога самостійно здійснювати власне навігаційне забезпечення: центром за роки використання ГІС розроблено і випущено „Збірку аеронавігаційних даних аеродромів України”, „Каталог вертолітних (висадковий) майданчиків”, різні спеціальні (тематичні) карти, спеціалізоване ПЗ (конвертори по різних системах координат, програми для автоматичного визначення номенклатури топографічних листів, пакети для створення тривимірних моделей для забезпечення сполучення ЦКМ з мобільними ЕОМ, електронними приладами та підключення до БД, різні обчислювальні програми). Застосування ГІС дало змогу значно зменшити матеріальні витрати та час на розробку і випуск карт. Поява ГІС зумовила нові явища та термінологію, зокрема цифрове (електронне) поле бою – ним визначають цифрову картографічну інформацію безпосередньо на полі бою і засобу її експлуатації у вигляді власне самої ГІС [41].

Електронне поле бою широко вже застосовують через ГІС для тактичних операцій, зокрема як додаткове джерело просторової у СППР. Інший аспект – поява компактних і дешевших приймачів СРНС зумовлює поєднання їх можливостей і можливостей ГІС, зокрема «через підтримку постійного зв'язку з КА різного призначення та виконання спеціальних функцій, наприклад, візуалізацію даних ДЗЗ. Застосування ГІС у військовій сфері дозволить командирам всіх рівнів підняти на вищу ступінь процес

управління військами, підвищить якість розробки, наочність, точність та оперативність відпрацювання документів, своєчасність внесення змін в них, значно зменшить час і матеріальні витрати, необхідні для їх видання[42]. ГІС-технології у військовій сфері, нададуть новий, відповідальний сучасності, ефективний, зручний і правильний підхід у подоланні наявних труднощів ЗСУ та сприятимуть ефективному вирішенню завдань, притаманним їм, зокрема створення на їх основі АСУ [43].

Для успішного та своєчасного виконання бойових завдань авіаційними частинами, підрозділами та екіпажами посадові особи органів управління ПС усіх рівнів завжди мають потребу в детальному аналізі картографічних даних. Наявний процес виробництва карт у більшій частині ручний і вимагає істотної кількості висококваліфікованих фахівців та значного часу [44]. При підготовці карт збір географічної просторової інформації, проєктування, малювання, зберігання, друкування й розподіл є надзвичайно дорогими процесами. До того ж будь-яка паперова карта є компромісом між тим, яка інформація необхідна користувачу і яка міститься на карті. Застосування сучасних ГІС дозволить створювати й вести архівні банки даних цифрових картографічних даних, проводити обробку запитів, забезпечувати електронними картами та іншими даними авіаційні частини й підрозділи.

При такому підході головною частиною досліджень стає створення центральної просторової бази даних, що потім періодично оновлюється і використовується для швидкого забезпечення картографічними даними (наприклад, такої як топографічні або іншої карти району бойових дій), необхідної частинам і підрозділам Повітряних Сил на цей час [45].

При цьому стиль оформлення залишиться стандартизованим, а карти не будуть мати ніякої зайвої інформації, щоб користувачі які звикли до певного стандарту, без втрати зайвого часу змогли сприйняти необхідну інформацію.

Представлений вище шлях застосування сучасних ГІС з підготовки деяких типів цифрових карт частково використовується Центром аеронавігаційного забезпечення авіації м. Полтави [46]. Частина завдань пов'язана з підготовкою різноманітної аеронавігаційної інформації (такої як радіонавігаційні карти, тематичні карти тощо) починаючи з введення в базу дані інформації про структуру повітряного простору України, нанесення спеціального аеронавігаційного навантаження на топографічну основу, внесення оперативних змін і до кінцевого завдання – формування файлу PS (PostScript), виконуються за допомогою ГІС «Карта-2005» (рис. 3.1.1).

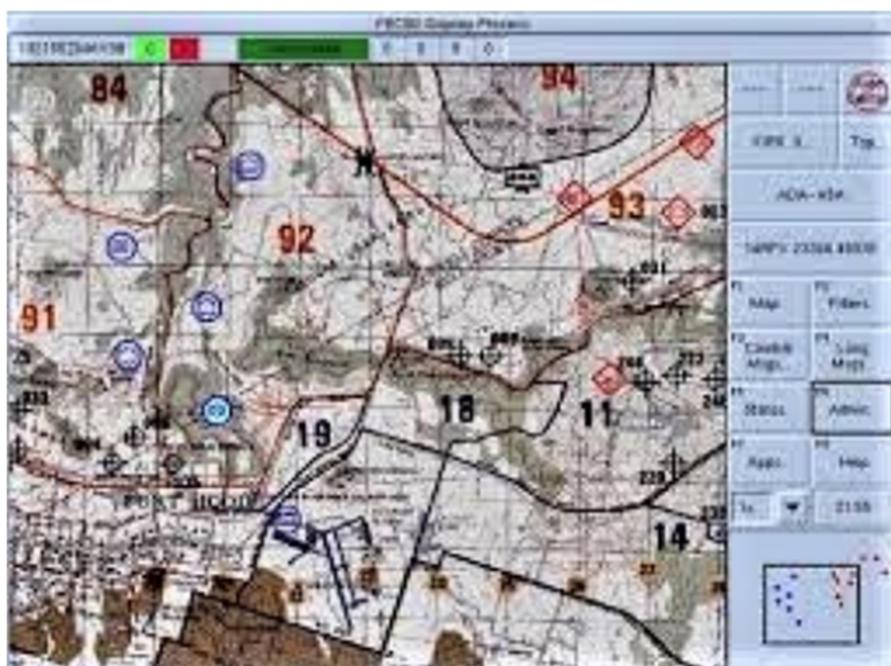


Рис.3.1.1 Радіонавігаційна карта, створена за допомогою ГІС «Карта-2005»

Аналіз районів виконання бойових завдань завжди є важливою складовою дій командного складу усіх рівнів для прийняття рішень, оскільки кожне рішення пов'язане із просторовим аналізом розташування своїх військ, наземних і повітряних сил противника, його системи ППО і т.д [47]. Паперові карти й досі є одним з основних інструментів роботи командирів авіаційних частин та підрозділів. Застосування цифрових картографічних даних, які стосуються конкретного району бойових дій у Збройних силах провідних країн світу привело до виникнення такого

поняття, як «електронне поле бою» (ЕПБ) [48]. Одна з головних переваг застосування ГІС для відтворення ЕПБ полягає в зображенні зміни тактичної обстановки та елементів місцевості в реальному масштабі часу. Звичайно, ще зарано говорити про повну заміну паперових карт на цифрову інформацію, мова може йти лише про їхнє спільне використання [49].

ГІС також надають і інші можливості. Тривимірне представлення цифрової моделі місцевості в конкретній точці (рис. 3.1.2) надасть командирі набагато повнішу картину ніж звичайна паперова карта.

Така можливість ГІС, як визначення оптимальних наземних і повітряних маршрутів пересування дозволить швидко розв'язувати проблеми розміщення особового складу, техніки, різних служб, матеріальних об'єктів у потрібному місці в потрібний час [50].

Оскільки ГІС поєднують просторові дані від великої кількості джерел на всіх рівнях, зокрема – інформацію про місце розташування й поточний стан об'єктів, то можливе швидке вирішення наступних задач:

- ✓ планування руху техніки з урахуванням конкретної бойової обстановки, стану місцевості, скритності, часу доби, характеристик конкретної бойової техніки йт.д.;
- ✓ планування польотів авіації й безпілотних літальних апаратів з метою завдання ударів, перевезення вантажів, особового складу, ведення розвідки;
- ✓ оптимізація розкладу й маршрутів руху озброєння та військової техніки;
- ✓ визначення найбільш можливих маршрутів пересування супротивника й планування розміщення засобів протидії.

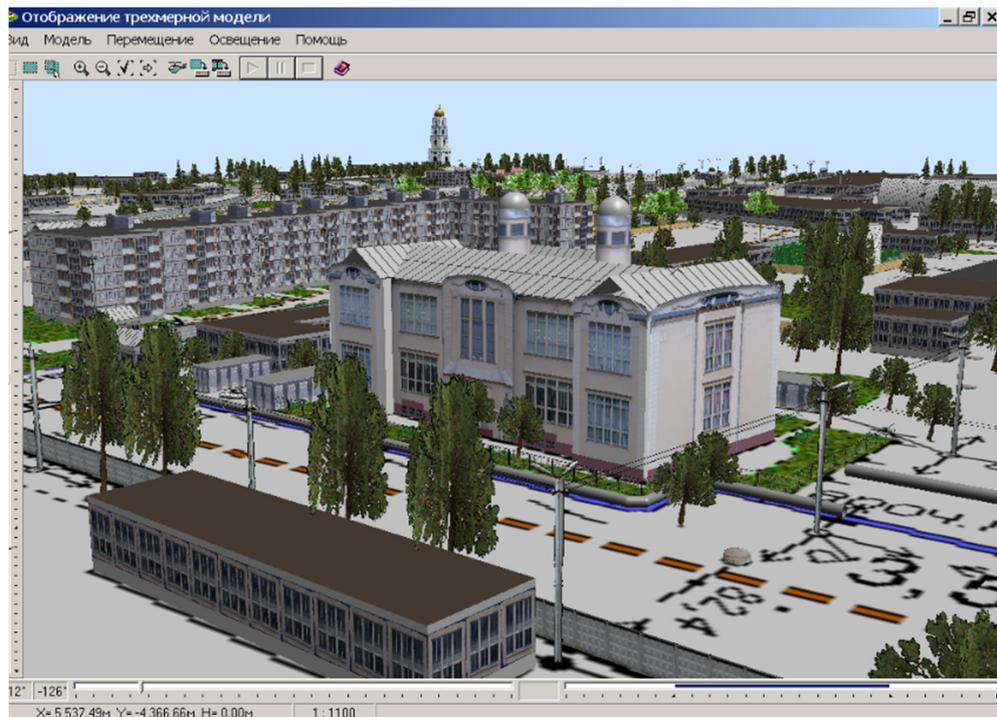


Рис. 3.1.2 Відображення тривимірної цифрової моделі місцевості засобами ГІС «Карта-2005»

Можливості ГІС доцільно застосовувати для удосконалення підготовки льотного складу в стройових частинах та в процесі навчання курсантів-льотчиків на таких етапах:

а) теоретична підготовка курсантів-льотчиків (перенавчання льотного складу стройових частин):

- ✓ управління бойовими діями підрозділів (частин) родів авіації, основ управління: оцінка обставини та прийняття рішень, планування бойових дій, управління в ході та після виконання бойового завдання;
- ✓ льотна експлуатація та бойове застосування літальних апаратів: відпрацювання методики ведення орієнтування під час польоту, бойове застосування літака по наземних та повітряних цілях;
- ✓ штурманська підготовка та повітряна навігація: визначення курсу літального апарату, прокладення маршрутів польотів, повітряна навігація, штурманська підготовка до польоту, топографічне і геодезичне забезпечення польотів;

б) наземна підготовка до польотів: вивчення задач льотної підготовки та вправ Курсу навчальної льотної підготовки, вивчення інструкції щодо

виконання польотів в районі аеродрому й ознайомлення з районом польотів в радіусі 150 км, вивчення і перевірки знань послідовності та техніці виконання елементів польоту;

в) попередня підготовка до польотів: формулювання завдання на льотний день, вивчення техніки виконання польотних завдань (змісту, умов, порядку і послідовності виконання польотного завдання, техніки виконання елементів польоту, можливих помилок і дій по їхньому попередженню і виправленню, помилок і відхилень, допущених у попередніх польотах);

г) передпольотна підготовка до польотів: вивчення метеорологічної, орнітологічної, повітряної та наземної обставини, яка склалася на цей час, виконання необхідних розрахунків для конкретних умов польоту. Також розглянемо приклади застосування ГІС у СВ м. Полтави.

Важливим аспектом є організація ефективного управління вогнем артилерії, забезпечення максимальної швидкості нанесення артилерійських нальотів, а також їх точності.

Минулого року українську артилерію часто звинувачували у тому, що її снаряди не потрапляють в ціль. Артилеристи виправдовувалися: професіоналів мало, а карти й таблиці для розрахунків – застарілі. Та згодом на деяких ділянках фронту "боги війни" почали демонструвати напрочуд точні й ефективні результати – артилерія працювала як злагоджений оркестр, чітко взаємодіючи між усіма відповідальними за кожен постріл. У чому секрет? "Диригентами" виступили українські програмісти-волонтери. Вони розробили для ВСУ спеціальний софт, який не лише скорочує час для здійснення пострілу, але й збільшує точність потрапляння. Якщо раніше при виявленні об'єкта артилеристи витрачали на його знищення в середньому 20 хвилин, то зараз на це потрібно не більше 30 секунд [51].

На сьогодні є на фронті, це фактично ініціативні розробки, зроблені волонтерами за власні кошти та за власної ініціативи. Так, в зоні ООС вже успішно себе проявляють балістичні калькулятори на базі ПК Trimble від компанії UDC. Шляхом їх застосування скорочено час розрахунку

необхідних балістичних координат для артилерійських систем різного калібру. Також застосовуються автоматизована система управління вогнем артилерійського підрозділу «Кропива» від UA.RPA та ПАТ «Ленінська кузня», а також система управління артилерійським вогнем ГІС Арта (рис.3.1.3).

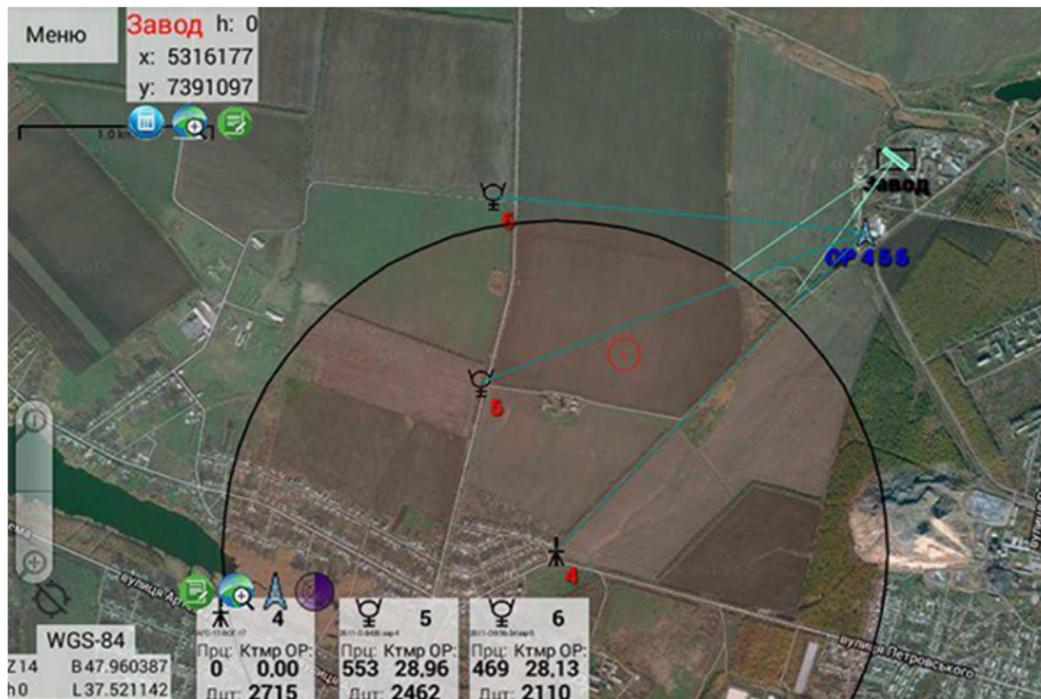


Рис.3.1.3. Система управління артилерійським вогнем ГІС Арта

Позитивний світовий досвід та реальні потреби Збройних Сил свідчать про необхідність ширшого застосування ГІС технологій в управлінні військами під час бойових дій. За словами завідувача науково-дослідної лабораторії (розробки, впровадження та супроводження засобів управління військами) Національного університету оборони України, працівника ЗС України Петра Стужука, геоінформаційні системи є реальною рушійною силою управління насамперед як його невіддільні складові. Про це йшлося на міжнародному симпозиумі «Розвиток картографічної діяльності та геоінформаційних систем для потреб безпеки та оборони України».

В університеті розробили автоматизовану систему управління військами (АСУВ) «Славутич» із десяти уніфікованих підсистем, які

функціонально доповнюють одна одну. При цьому функції обробки геодезичних даних та ведення і зображення оперативно-тактичної обстановки технологічно розділені між геоінформаційною підсистемою та підсистемою ведення і зображення положення, стану та дій військ. Це дозволяє використовувати ефективніші технології обробки графічної інформації, а головне — максимально наблизити їх до реальних потреб органів військового управління щодо вироблення замислу, планування, проведення взаємодії, доведення завдань до військ та контролю їхнього виконання. Підсистема має вбудований конструктор умовних знаків та дозволяє розподіляти шари оперативно-тактичної обстановки за посадовими особами, рівнями управління, видами та родами військ (сил) і спеціальних військ, видами всебічного забезпечення, протидіє сторонам, що забезпечує раціональний розподіл колективної роботи з опрацювання графічних документів, організацію взаємодії, обмін інформацією в онлайн-режимі. Водночас різними академічними та відомчими науковими установами в Україні розроблено значну кількість технічних рішень і програмних засобів, які можуть бути використані як базові для створення АСУ військами й зброєю. Тож пропозиції університету щодо створення АСУВ для Збройних Сил полягають в об'єднанні зусиль усіх зацікавлених організацій і установ для створення дослідного зразка системи на основі АСУВ «Славутич»(рис.3.1.4) [52].



Рис.3.1.4 АСУВ «Славутич»

Під час виконання робіт, було використане програмне забезпечення: MapInfoProfessional та ArcGisPro. В даній роботі була використана карта М-35-42-Г масштабом 1:50 000. Карти саме такого масштабу найбільше підходять для планування операцій підрозділів батальйонного рівня.

Для аналізу тактичних властивостей місцевості будемо використовувати лише вбудовані функції ГІС-аналізу, які реалізовані у більшості геоінформаційних програмних оболонок. Це – визначення зон видимості з командних висот і визначення крутість схилів. При бажанні можна застосовувати більш складні алгоритми аналізу, наприклад, визначення зон непрохідності місцевості для автомобільної техніки в залежності від вологості та типу ґрунту, але інші підходи вимагають додаткових даних, яких не вміщує структура цифрової карти виробництва топографічної служби Збройних Сил України. Крім визначення зон невидимості та крутість схилів будемо обчислювати також ступінь покриття району лісовими насадженнями.

Для проведення аналізу місцевості основною є геопросторова модель, яка створюється шляхом комплексної обробки та візуалізації елементів планово-висотної основи та рельєфу (рис.3.1.5)

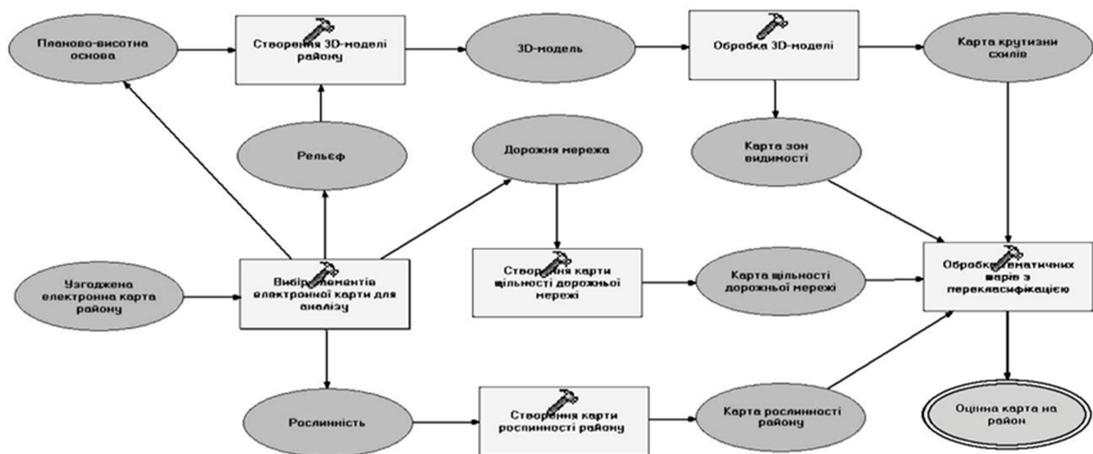


Рис.3.1.5 Модель оцінки місцевості.

Перш за все потрібно завантажити растрову карту до програми та провести її реєстрацію «Файл» → «Открыть» → «Тип файлов» → «Растровый снимок» → «Вид» → «В новой карте» (рис. 3.1.6).

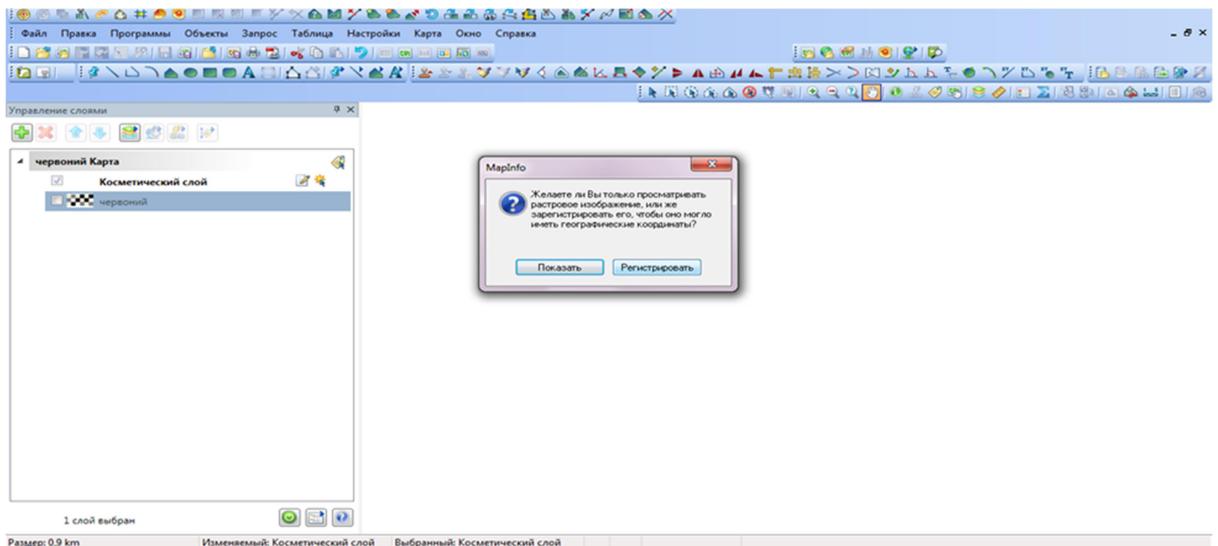


Рис.3.1.6 Завантаження растрового зображення.

В новому вікні вибираємо пункт «Регистрировать», далі пункт «Проекция...» та знаходимо пункт «Гаусса-Крюгера (Пулково 1942)», тому що данна карта викросистовую систему координат СК-42 (рис. 3.3). Наступним кроком вибираємо зону, в нашому випадку це зона під номером 13 (рис. 3.1.7).

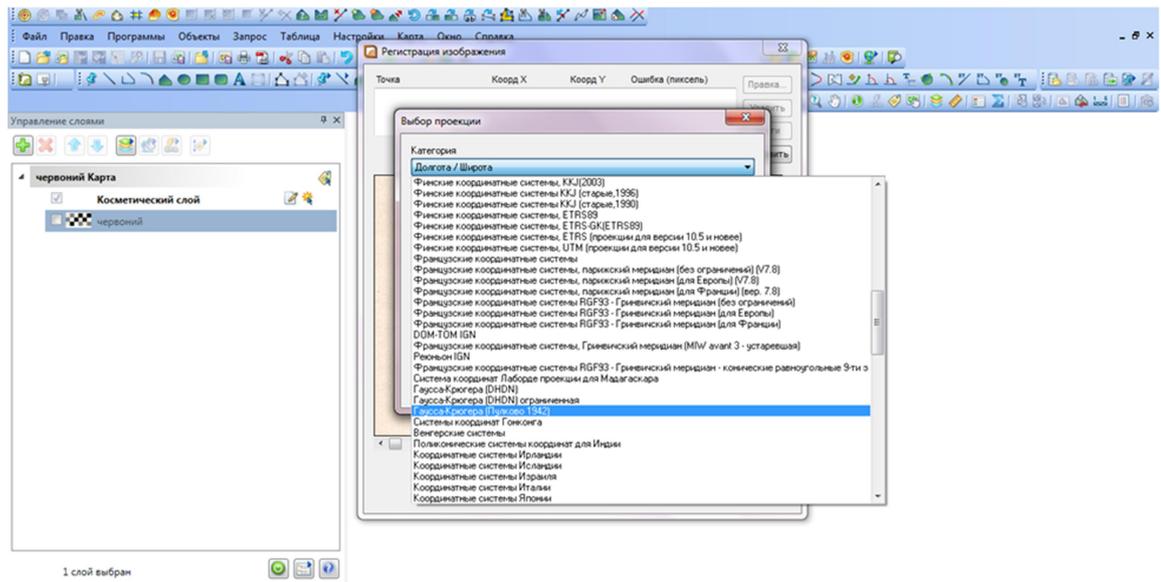


Рис. 3.1.7 Вибір системи координат

Далі в місцях перетину координатної сітки додаємо 4 точки та задаємо їх координати згідно карти (рис.3.1.8). Важливо пам'ятати що у військових картах , на відміну від звичайної системи координат Хявляє собою вертикаль , а У горизонталь.

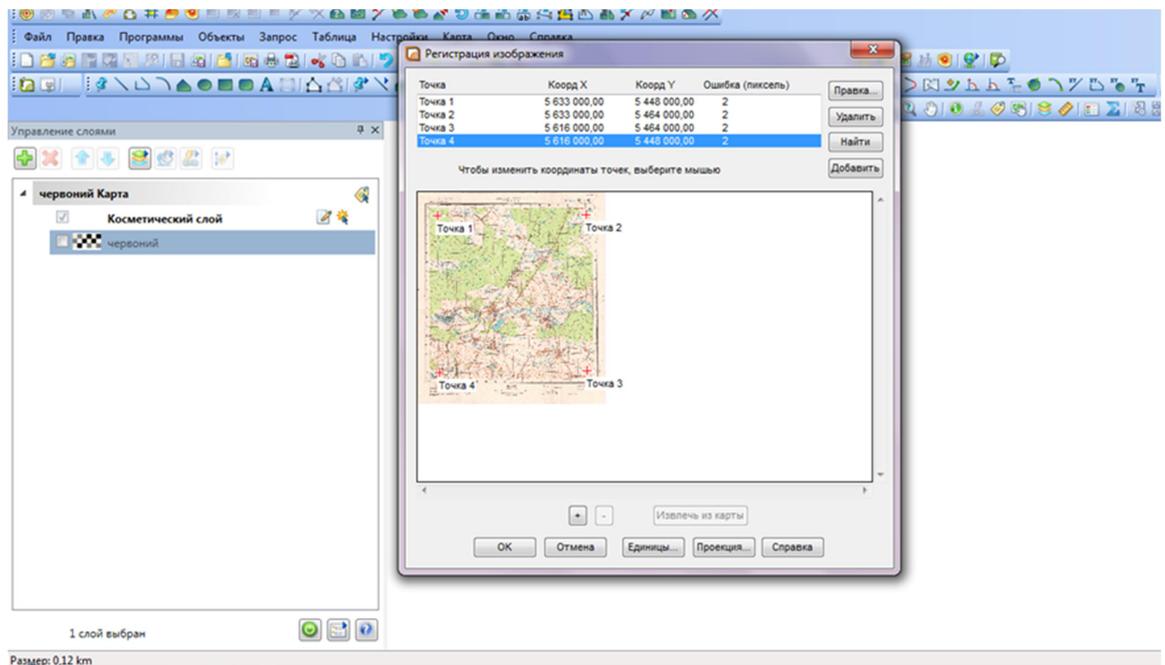


Рис. 3.1.8 Додавання точок з координатами для створення векторного зображення

Оскільки було вирішено проводити аналіз місцевості в потребах батальйону, наносимо за допомогою вбудованого інструменту «Линия», лінії для отримання квадратів зі стороною 3 кілометри, надалі отримані зони будуть проаналізовані, в потребах підрозділів (рис.3.1.9).

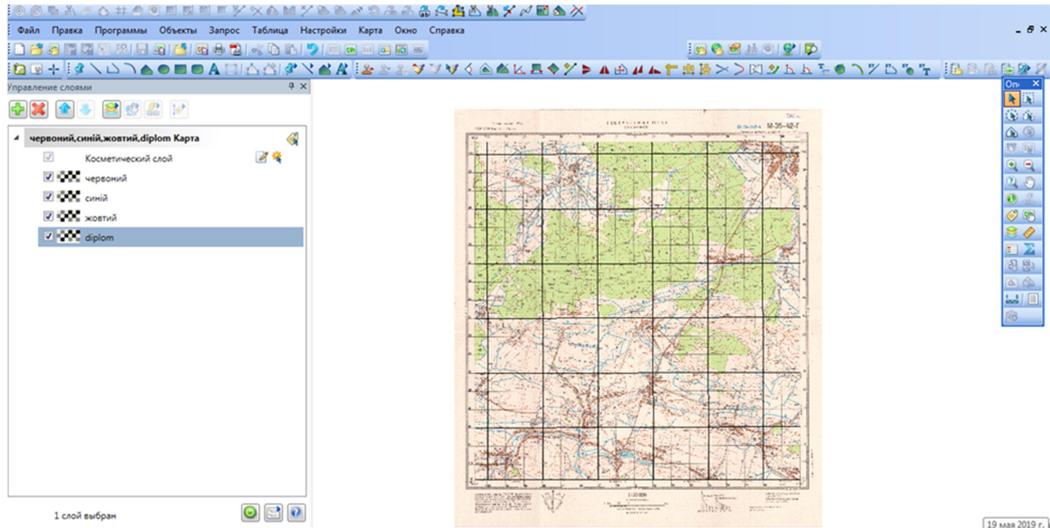


Рис. 3.1.9 Розподіл карти на зони 3х3 км.

Наступним кроком буде нанесення ізоліній за допомогою інструменту «Полилиния» в обраному квадраті (рис. 3.1.10) та створення вертикального перерізу на визначену дальність, для визначення прямої видимості з даної панівної висоти (рис.3.1.11).

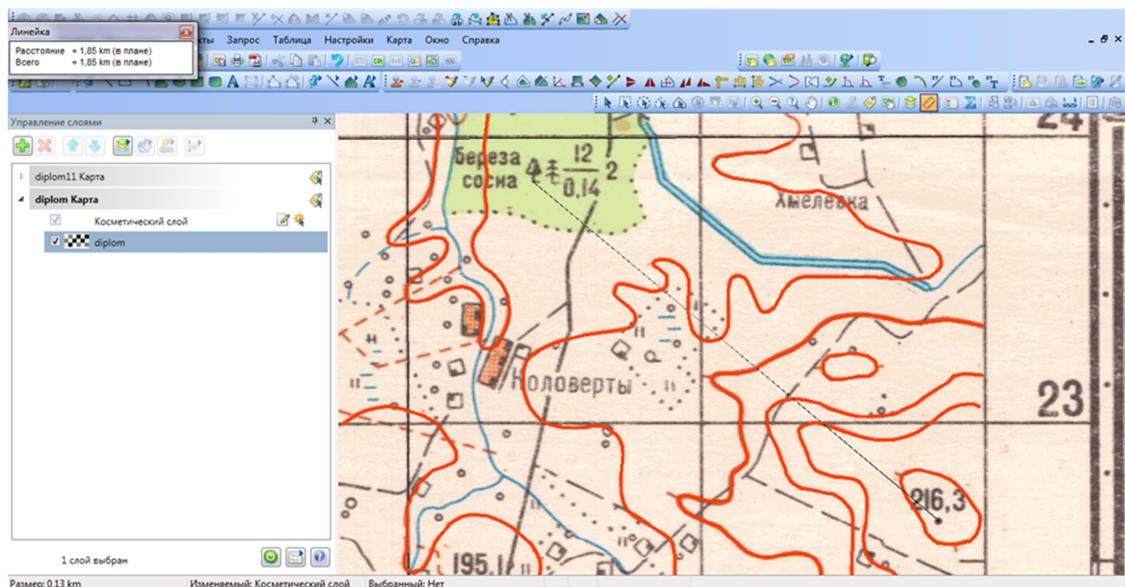


Рис. 3.1.10 Нанесення ізоліній в досліджуваному квадраті

Вертикальний зріз

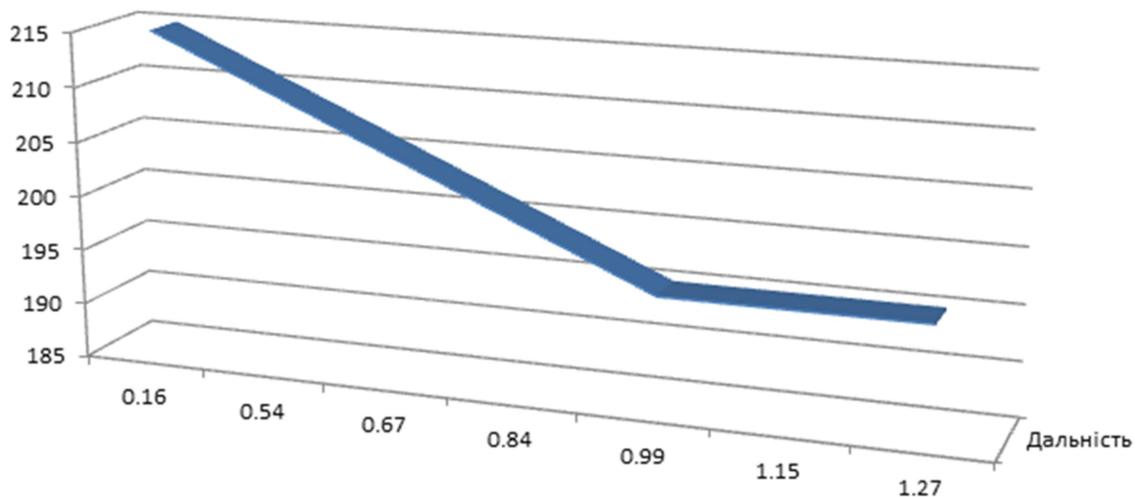


Рис. 3.1.11 Створення вертикального перерізу для отримання даних прямої видимості

Тепер приступимо до аналізу місцевості в потребах підрозділу. В першу чергу потрібно визначитися за якими критеріями будемо проводити оцінку. Першим критерієм виступає прохідність місцевості, яку можна розділити на три пункти, а саме :

- ✓ прохідна(майже не обмежує застосування гусеничної техніки, рух колісної техніки дещо ускладнений), важкопрохідна (рух гусеничної техніки можливий з меншою швидкістю ніж в прохідній місцевості, рух колісної техніки майже не можливий), непрохідна (недоступна для пересування без прокладання спеціальних шляхів);
- ✓ маскуваннн та спостереження: відкрита місцевість (75% площі спостерігається з панівних висот), напівзакрита (50% площі спостерігається з панівних висот), закрита (25% площі спостерігається з панівних висот);
- ✓ пересічність місцевості: складнопрохідну місцевість (10% площі займають природні перешкоди) , середньо пересічена місцевість (20% площі займають природні перешкоди), сильно пересічена місцевість (30% площі займають природні перешкоди);

Для зручності аналізу введемо формулу $S_{ам} = 0,5S_{вид.} + 0,3S_{перес.} + 0,2 S_{прох.}$, згідно з цією формули найкраща зона отримує синій колір, не рекомендована для зайняття зона отримує жовтий колір, а найгірша червоний (рис. 3.1.12).

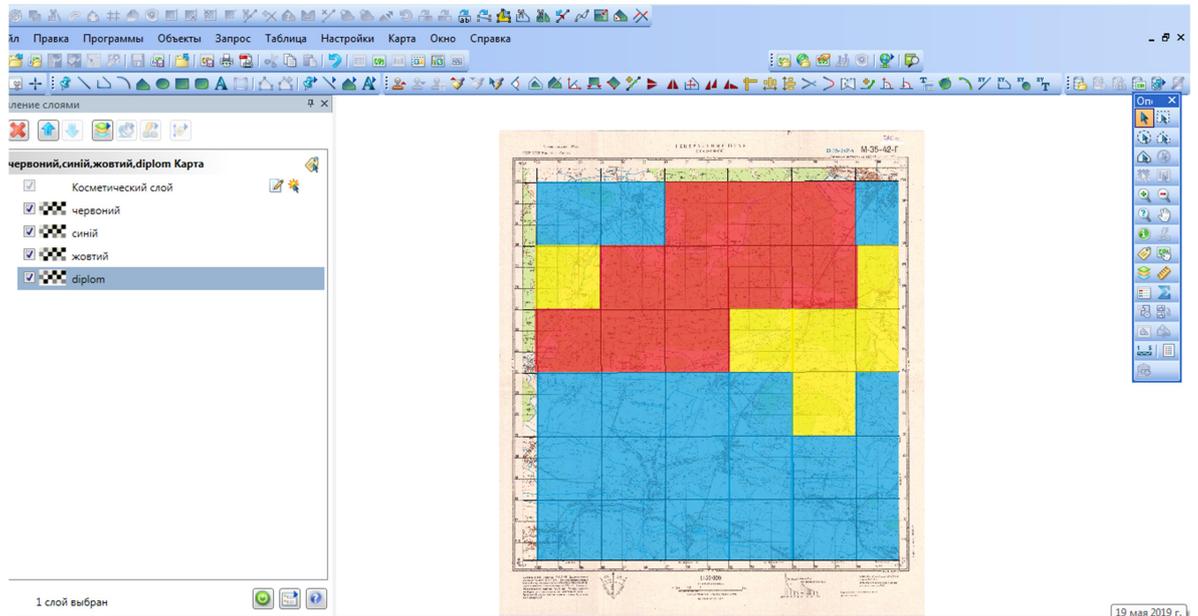


Рис. 3.1.12 Розподіл зон на карті після проведеного аналізу

Окрім цього при плануванні операцій, логістичному забезпеченню доцільно використовувати вбудований в MapInfo Professional інструмент «Линейка», бо завдяки йому маємо можливість виміряти дальність потрібного маршруту, та визначити кількість часу та пального, потрібного для подолання цієї відстані (рис.3.1.13).

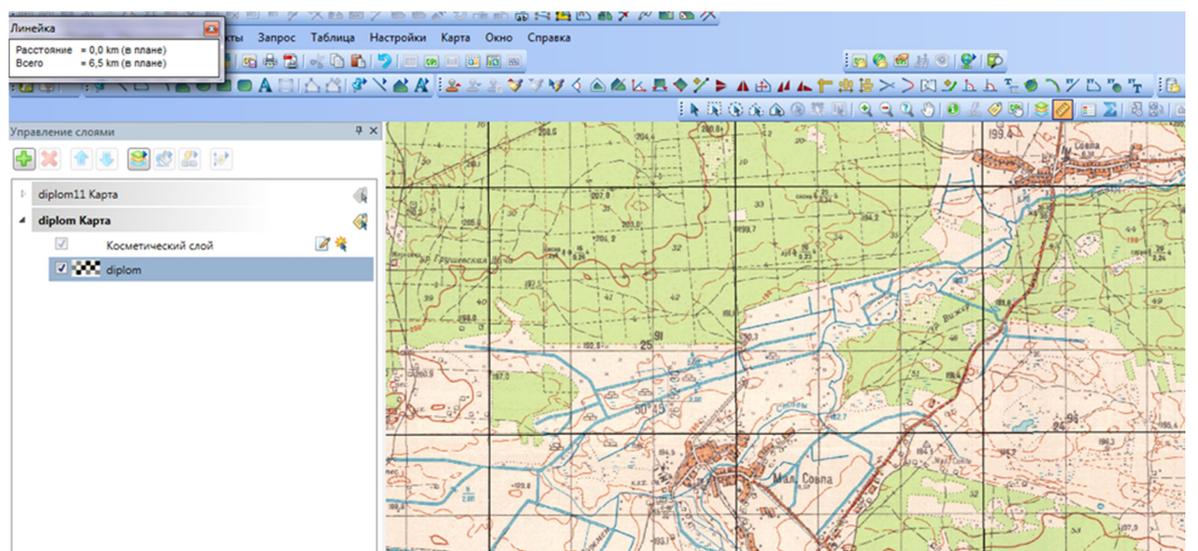


Рис. 3.1.13 Визначення дальності інструментом «Линейка»

Використовуюючи програмне забезпечення ArcGisPro з модулем MilitaryTools маємо змогу отримувати зони прямої видимості з заданої точки, найбільш доцільно використовувати дану функцію в потребах підрозділів зв'язку, для планування розміщення радіорелейних станцій, які потребують прямої видимості між двома точками (рис. 3.1.14).

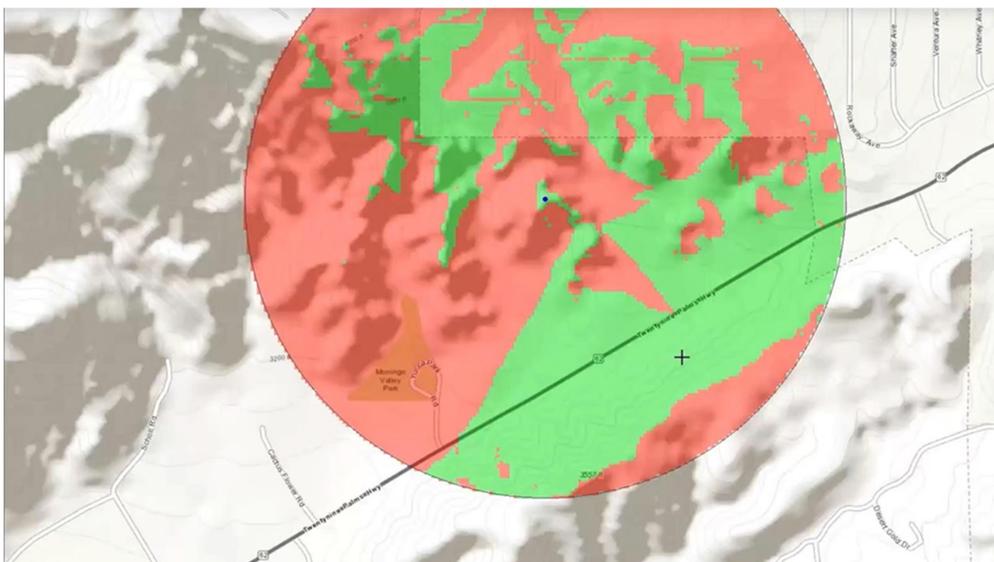


Рис. 3.1.14 Зона прямої видимості в ArcGisPro

3.2. Візуалізація картографічної інформації за допомогою програмних продуктів

Візуалізація інформації в ГІС. Подання інформації в зрозумілій і зручній для користувача формі є однією з основних функцій будь-якої системи обробки даних. Оскільки ГІС орієнтовані переважно на обробку просторово-розподілених даних, вони подають оброблену інформацію у вигляді різних карт, картодіаграм, тривимірних і анімізованих зображень.

Побудова картографічного зображення є досить складним науково-методичним і технологічним процесом. Для створення карт та інших геозображень у різних прикладних науках (картографії, геології, землевпорядкуванні, гідрографії та ін.) розроблені різні стандарти і нормативні вимоги. У той самий час технологія ГІС дає користувачу значно більші можливості для створення й обробки картографічної інформації, які

в багатьох випадках не передбачені чи не затребувані 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. Користувач може ставити перед інформаційною системою запити типу: «Які населені пункти з якою загальною чисельністю населення знаходяться на відстані 100 км від АЕС», «Які сади і виноградники знаходяться в межах двох годин їзди від міста N» — і одержувати відповіді в картографічній і табличній формі.

Унаслідок легкості побудови та аналізу карт за наявності готових картографічних баз даних картографічний аналіз і подання даних досить поширені в таких сферах діяльності, як маркетинг земельних ділянок, доставка товарів і надання послуг населенню, територіальне керування, освіта та ін. Для обслуговування широкого кола нових споживачів геоінформації з'явився клас програмних продуктів ГІС, призначених для надання інформації кінцевому користувачу з мінімальним набором функцій введення і редагування даних (ГІС-в'юери). Так само існує велика кількість програмних продуктів ГІС, призначених для обробки і подання інформації в стандартах конкретної прикладної галузі діяльності (геологічні карти і розрізи, архітектурні і кадастрові плани, топографічне і гідрографічне картографування) з відповідними шаблонами і наборами умовних знаків. У таких програмних продуктах велика увага надається також можливостям

одержання твердих копій картографічних зображень з урахуванням нормативних вимог до їхньої точності і зовнішнього вигляду.

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 генерація зображень, у тому числі геозображень, картографічних зображень і іншої графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних, правил і алгоритмів їхнього перетворення (Баранов и др., 1997).

Методи і технології візуалізації інформації в ГІС. 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 ГІС-пакетів, як правило, являють собою набори ідентифікаторів просторових об'єктів, координати їхніх опорних точок, посилання на записи в базах даних, посилання на бібліотеки умовних знаків та ін.

У деяких випадках цифрова картографічна база даних створюється з урахуванням вимог подальшої візуалізації у середовищі визначеного ГІС-пакета і може бути представлена як карта визначеного відомчого стандарту без додаткової обробки. У більшості ж випадків цифрові карти являють собою контури об'єктів у визначеному універсальному форматі, призначені для експорту в різні формати пакетів ГІС. У цьому випадку для одержання повноцінного геозображення необхідна додаткова обробка даних.

Подання картографічних шарів. Уся сукупність об'єктів на вихідній карті чи групі карт, покладених в основу цифрової картографічної бази даних, може бути розбита на групи однотипних об'єктів — гідрографічних, адміністративних границь, доріг, населених пунктів та ін. Такі групи об'єктів, як правило, цифруються, зберігаються й обробляються у вигляді

окремих наборів файлів даних. При візуалізації кожний файл даних подається як окремий картографічний шар.

Шар (layer, theme, coverage, overlay) — сукупність однотипних (однієї мірності) просторових об'єктів, що стосується однієї теми (класу об'єктів) у межах деякої території й у системі координат, загальній для набору шарів. За типом об'єктів розрізняють точкові, лінійні і полігональні шари, а також шари з тривимірними об'єктами (поверхнями). Пошарове, чи багат шарове подання є найбільш поширеним способом організації просторових даних у пошарово-організованих ГІС (layer-based GIS). Для зручності збереження й обробки великих наборів даних кожний із шарів може бути розбитий на фрагменти в результаті операції фрагментування (tiling); при відображенні на екрані виконується зворотне зшивання. Звичайно «нарізання» на фрагменти успадковує прийнятту схему розграфлення карт (по окремих аркушах топокарт, по градусній сітці). Логічна нерозривність отриманого фрагментованого шару забезпечується засобами, що підтримують безшовні бази даних (Баранов и др., 1997).

У більшості програмних ГІС-пакетів картографічний шар є основною одиницею подання даних — на рівні шарів здійснюються пошук, завантаження і вивантаження даних у середовище ГІС, до об'єктів шару застосовуються функції пошуку, форматування, зміни графічних змінних.

У разі збігу систем координат можливе багаторазове накладення картографічних шарів у векторному поданні, також можливе використання растрових картографічних шарів. Через те що растрові карти непрозорі, вони звичайно використовуються у вигляді підкладки на задньому плані комбінованого векторно-растрового зображення. Кількість одночасно виведених на екран картографічних шарів обмежена ресурсами комп'ютера.

Для контролю і керування візуалізацією картографічних шарів у різних ГІС-пакетах існують спеціальні інструменти. У деяких програмних оболонках функції керування шарами поєднуються з функціями легенди і керування графічними змінними (ArcGIS Desktop). Для керування шарами

доступні функції відкриття і закриття одного шару, відкриття і закриття групи шарів, закриття усіх раніше відкритих шарів.

При одночасному відкритті і перегляді кількох шарів необхідно упорядковувати їх взаємоположення і взаємоперекриття. В екранних вікнах, що керують відображенням шарів, можна побачити розміщення окремого шару порівняно з іншими шарами, а так само покроково перемістити обраний шар нагору чи вниз усієї групи шарів.

Для кожного шару характерними є такі властивості:

1. **Видимість** (visible) — включається чи виключається відображення цього шару на екрані (при цьому шар залишається в оперативній пам'яті і бере участь у всіх інших дозволених операціях). Крім цього, є функції відображення шару залежно від масштабу екранного подання, задаються найменший і найбільший масштаби, за яких шар бачимо на екрані; включається чи виключається відображення службової інформації для окремих об'єктів шару — опорних точок, центроїдів полігонів, напрямків ліній та ін.

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, у противному разі всі запити ігноруються.

4. **Підписування** (auto label, labeled) — у відповідному шарі включається 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 зі зсувом униз чи ввєрх). Задається метод контролю накладення і дублювання підписів (наприклад, підписи не можуть накладатися один на одний при даному масштабі, не може бути двох однакових підписів та ін.).

Для відображення службової інформації (наприклад, підписів) поверх усіх відкритих шарів даних створюється косметичний шар. Вміст косметичного шару існує, поки залишається відкритим базовий шар, щодо якого виводиться службова інформація; за необхідності косметичний шар може бути збережений у вигляді окремого файлу даних.

Спеціальні тематичні шари утворюються при створенні тематичних карт, вони прив'язані до шару, на основі якого створена тематична карта. Переміщення за списком накладення шарів базового шару зумовлює переміщення і похідного тематичного шару.

Програмні і технічні засоби візуалізації картографічної інформації.

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 проєкційне устаткування; підготовка оригінал-макета великоформатної карти для подальшого друку на спеціальному поліграфічному устаткуванні, підготовка і перегляд анімованих карт тощо. Для обслуговування різних груп користувачів розроблений ряд спеціальних програмних ГІС-продуктів, що містить різний набір функціональних можливостей для подання даних.

Електронні атласи в багатьох випадках подібні до своїх паперових аналогів з додатковими функціями автоматизації пошуку даних. Типовий електронний атлас містить інформаційний блок, який складається із серії електронних тематичних карт, текстових статей, фотографій, звукових і відеофрагментів, і блок керування, що містить систему меню, каталог,

систему гіперпосилань, підказки й ін. Більшість електронних атласів є кінцевим продуктом і не допускає зміни свого змісту користувачем.

Інтерфейс таких атласів дозволяє переглядати зміст як у вільному режимі, переходячи від одного блока інформації до іншого за допомогою гіперпосилань, виконувати пошук даних за ключовими словами, так і використовувати сценарії для тематичного показу, наприклад, шкільних уроків з гідрографії суші, клімату, геології. На екран виводяться відповідні фрагменти тематичних карт, пояснювальні тексти й ілюстрації, відеофрагменти. У багатьох країнах розробляються національні електронні атласи, призначені для використання в навчальних закладах. У вищих і середніх навчальних закладах України поширюється Електронний атлас України, створений Інститутом географії НАН України і підприємством Інтелектуальні системи ГЕО. Так само в комерційному продажі з'явилися електронні атласи окремих регіонів України, атласи міжнародної і національної транспортної мережі, атласи великих міст та ін., виконаних різними державними і комерційними підприємствами.

ГІС-в'юери. Назва цього класу програмних продуктів означає, що вони призначені для перегляду (viewing) готових картографічних продуктів, підготовлених у середовищі інших програмних ГІС-продуктів. Багато виробників програмного забезпечення ГІС створює і вільно поширює такі програми для демонстрації можливостей своїх базових програм. Наприклад, компанія ESRI безкоштовно поширює свій ГІС-в'юер ArcReader, призначений для перегляду і друку готових галерей карт.

Такі програмні продукти дозволяють користувачу: завантажувати довільний набір карт; виконувати операції пошуку необхідної інформації за допомогою засобів організації запитів; виконувати оформлення карт із використанням різних готових шаблонів умовних знаків; виконувати операції зміни масштабу перегляду; керувати відображенням окремих тематичних шарів. Також до складу ГІС-в'юера можуть входити функції друку карт чи їх фрагментів.

У свою чергу, для підготовки готових картографічних зображень у визначеному форматі, що не допускає їх редагування, до інструментальних ГІС входять спеціальні програмні модулі публікації карт. До складу програмних засобів ГІС фірми ESRI входить модуль ArcGIS Publisher, що дозволяє на основі зображень, створених різними картографічними або аналітичними модулями, створювати екранне зображення для кінцевого користувача. Також модуль ArcGIS Publisher дозволяє готувати картографічні зображення для Internet-сайтів, що підтримують функції навігації по карті, інтерактивних запитів на основі картографічної або атрибутивної інформації, генерації растрових зображень для друку та ін.

Системи автоматизованого картографування.

ГІС-пакети ArcGIS Desktop (ESRI), Mapinfo, GIS Office (Intergraph), AutoCAD (Autodesk) і багато інших містять різні функціональні модулі, що дозволяють виконати весь цикл робіт зі створення картографічного зображення або електронного атласу, починаючи зі збору інформації з різних джерел і закінчуючи поліграфічним макетом. У багатьох випадках ці функціональні модулі поєднуються в спеціалізоване робоче місце для картографа-дизайнера. Залежно від предметної області використання підсумкових карт і технологій їхнього виготовлення функціональний склад такого робочого місця може значно змінюватися.

Основа 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; при відкритті певного картографічного шару одночасно відбувається і його оформлення в системі умовних знаків. Також при постійному картографуванні певної території у певному

масштабі створюються спеціальні шаблони (templates), 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 та ін. Для одержання повноцінної карти в цьому випадку досить вибрати потрібний шаблон, далі відбувається завантаження необхідних тематичних шарів і їхнє оформлення.

Бібліотеки картографічних символів, ліній, заливок полігонів, палітр для відображення поверхонь, елементів допоміжного оформлення карт, картографічних легенд, таблиць, картодіаграм і звичайних діаграм є важливим ресурсом, який забезпечує можливості картографа-дизайнера щодо створення різних типів карт. У багатьох випадках до складу функціональних засобів ГІС-пакетів входять засоби створення і редагування точкових символів, штрихувань, текстур, типів ліній та ін., що дозволяють створювати бібліотеки картографічних символів для широкого кола карт та інших геозображень.

Для подання атрибутивних даних у табличній формі до складу багатьох програмних продуктів ГІС входять спеціальні програмні засоби — генератори табличних звітів. Найбільш поширений генератор табличних звітів Crystal Reports фірми Seagate Software (США), що входить до складу ГІС-пакетів ArcGIS і MapInfo Professional. На основі картографічних банків даних ці програмні продукти створюють багатосторінкові табличні звіти з картографічною і діловою графікою.

За необхідності одержання поліграфічних відбитків карт або інших геозображень, створюваних з використанням різних ГІС-пакетів, до складу систем автоматизованого картографування входять спеціальні програмні модулі, призначені для контролю правильної передачі кольору і прискорення виведення на пристрої друку великоформатних карт. Програмні модулі — *денситометри* — дозволяють коректно переходити від колірного подання екрана (модель RGB) до колірного подання пристроїв

друку (модель СМҮК). Прискорення виведення на широкоформатні струминні плотери забезпечують програмні модулі — *растеризатори*, що перетворюють поле зображення векторних карт у масиви растрових пікселів, які складаються із сотень мільйонів елементів.

Останнім часом усе більшого поширення набувають анімовані зображення на основі серій послідовно відображуваних електронних карт. Таким методом візуалізуються процеси поширення хмарного покриву, забруднень у повітряному або водному середовищі, поширення води або сейсмічних хвиль у геологічному середовищі. Як уже зазначалося в попередніх розділах, така візуалізація може виконуватися як зі стаціонарної точки огляду, так і в режимі вільного або керованого «польоту».

ВИСНОВОК

У даній роботі реалізовано спосіб геоінформаційного аналізу тактичних властивостей місцевості для підтримки прийняття рішення командира підрозділу сухопутних військ. Перспективними дослідженнями у цьому напрямку можуть бути напрацювання стосовно можливостей застосування додаткових геопросторових даних (карт ґрунтів для визначення прохідності місцевості, даних аналізу космічних знімків високої роздільної здатності) в якості джерел додаткової інформації до базової цифрової топографічної карти для розв'язання задач геопросторового аналізу стану місцевості. Адаптація чинної програмного забезпечення для підтримки прийняття рішення у військових ГІС, розроблення нових методик оброблення геопросторової інформації для рішення військово прикладних задач. Над створенням ГІС брали участь спеціалісти різних професій: програмісти, геодезисти (в Європі), географи (США).

В Європі ситуація з комп'ютерним картографуванням мала певні відмінності, що призвели до власного шляху розвитку ГІС. Так, на континентах понад 30 організацій створюють карти масштабу 1:25 000 та значніший (в США це роблять лише цивільна US Geological Survey та військова Defense Mapping Agency). Далі, національні картографічні служби європейських країн мали більше інших обов'язків – займались кадастрами, земельними інформаційними системами, тобто виконували ту роботу, котру в США здійснювали приватні компанії. Також помітним відбитком є притаманний Європі консерватизм. Корисно розглянути питання доступності ГІС. Спочатку виключно найбільші державні організації, комунальні служби та корпорації могли дозволити собі ГІС через високу її вартість. У 1980-х ринок ГІТ став швидко зростати, з'явилися системи управління просторовими базами даних, почалося їх поєднання. Як наслідок, користувач міг, показавши на карті, отримати деяку змістовну інформацію. Попит на тематичну картографічну інформацію змусив звернути увагу на проблему збору даних. Результатом стало інтегроване

середовище – дані ДЗЗ, цифрова модель місцевості, карта шляхів, геологічна карта, інші види та типи карт стали співіснувати в межах системна теперішній момент проявляються такі напрями розвитку ГІС:

- ✓ інтеграція GPS і ГІС;
- ✓ інтеграція з реляційними базами даних;
- ✓ здешевлення ПЕОМ одночасно з підвищенням потужності;
- ✓ розвиток ноутбуків і кишенькових комп'ютерів;
- ✓ мережеві технології, web-картографування, ГІС-Інтернет.

Для подальшого розвитку потрібні нові ГІС, які дозволять працювати з просторовими даними в польових умовах, причому однією з головних складових процесу буде СРНС, спроможна видати координати, висоту, параметри руху, швидкість, напрямок руху та параметри. Дані повинні інтегруватися в ГІС, яка працює в комп'ютері, в реальному масштабі часу. Інтеграція, яку супроводжує бурхливе зростання, вже привела до появи на ринку великої кількості програм для web-картографування, з інструменту просторового аналізу перетворюється в інструмент управління просторово розподіленими проектами. Підсумовуючи, можна сказати, що індустрія активно вбирає нові віяння, змінюється, еволюціонує, розвивається. Це є індикатором, який свідчить про великий потенціал галузі, можна сподіватися, що у 21 ст. будуть продовжувати свій динамічний розвиток, забезпечуючи своїх користувачів все новими й новими можливостями.

Також необхідно враховувати, що використання ГІС для удосконалення інформаційного забезпечення Сухопутних військ у порівнянні з іншими галузями діяльності ускладнюється великою кількістю рівнів управління, широким спектром родів військ, служб та їхніми функціями, значним діапазоном видів діяльності, які повинна підтримувати ГІС, розбіжністю вимог до застосування систем у воєнний та мирний час, великим розміром географічних районів, а отже, великим обсягом даних та потребою різноманітних типів даних, необхідних для задоволення різних військових структур. Сучасна концепція ведення війн обумовлює дуже

жорсткі вимоги до оперативності та живучості управління військами на базі мережевих технологій. Геоінформаційні системи дозволяють вивести ці якості на новий рівень. Досвід провідних країн світу свідчить, що ефективність сучасних збройних сил значною мірою залежить від рівня їх інформатизації – насиченості на всіх рівнях управління комп'ютерами і засобами комунікації, базами даних і електронними носіями інформації, а також уміння усіх військовослужбовців ефективно використовувати всі ці засоби.

Список використаної літератури

1. Посібник з навчання роботи з кадастрово-реєстраційною системою В.Д. Шипулін, компанія ІЛСУ країна // Київ 2011 - С.18-33.
2. Геоінформаційні системи у військових задачах. Другий науково-технічний семінар 2015 року. – Львів : АСВ, 2015. – 272 с.
3. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
4. Шакирова А.Р. Геоинформационные технологии: основные понятия, функции и типы применения // От- крытое и дистанционное образование. – Томск. – 2005. – № 1 (17) 2005. – С. 33-36.
5. Макаров Р.Н. Основы формирования профессиональной надёжности лётного состава гражданской авиации. – М.: Воздушный транспорт, 1990. – 384 с.
Лиховид А.С. Карты, применяемые в авиации: Учебное пособие. – Ворошиловград, 1985. – 43 с.
6. Черный М.А, Кораблин В.И. Воздушная навигаци: Учебник для лётных училищ и школ гражданской авиации. 3-изд, перераб и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 384 с.
7. Курс наземної і льотної підготовки курсантів на літаку Л-39. – Х.: ХІ ВПС, 2004. – 184 с.
8. Сайт МО України (офіційна сторінка ПС [Електрон. ресурс]. – Режим доступу:
http://www.mil.gov.ua/index.php?lang=ua&part=structure&sub=air_force.
- Корж М.М., Беленков В.В. Основные направления применения геоинформационных технологий в военном деле // Информационные технологии и компьютерная инженерия. – 2006. – № 3. – С. 37-41.
9. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т.Саати, К.Кернс ; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
10. Берталанфи Людвиг Фон. Общая теория систем: обзор проблем и

результатов/ Берталанфи Людвиг Фон // Системные исследования.М.: Наука, 1969. – С. 30-54.

11.Философский энциклопедический словарь / Гл. редакция:Л.Ф.Ильичев, П.Н.Федосеев, С.М.Ковалев, В.Г.Панов. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 840 с.

12.Аверьянов А.Н. Системное познание мира: Методологические проблемы / А.Н. Аверьянов. – М.: Политиздат, 1985. – 263 с.

13.Проблемы общей теории систем как методологии / В.Н. Садовский // Системные исследования, 1973, С. 127-135

14.Оптнер, Станфорд Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / Оптнер, Станфорд Л. - М.: Сов.радио,1969. – 312 с.

15.Диалектика и системный анализ / Под. ред. Д.М.Гвишиани. - М.: Наука,1986. - 336 с.

16.Про затвердження "Програми розвитку земельної реформи та управління земельними ресурсами в місті Харкові до 2006 року" / Рішення XVIII сесії IVсозиву від 24.12.2003 р. Харківської міської ради Харківської області [Electronic Resource] .- URL: www.city.kharkov.ua

17.Гради Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. Второе издание / Гради Буч; пер. с англ; под ред. И. Романовского и Ф. Андреева.-Калифорния.: Rational Санта-Клара, 2006. - 380с.

18.ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы / ДеМерс М.Н.; пер. с англ. - М.: Дата+, 1999.- 491 с.

19.Goodchild, M.F. Geographical information science //International Journal of Geographical Information Systems, 1992, 6(1), p. 31-45.

20.The NCGIA Core Curriculum in GIScience / Goodchild, M.F., Kemp K.K., eds. - NCGIA University of California, Santa Barbara CA., 2000 [Electronic Resource] .- URL: <http://www.ncgia.ucsb.edu/>

21.Чоговадзе Г.Г. Информация: информация, общество, человек

/Г.Г.Чоговадзе.- М.:ООО Дата+, 2003. -320 с., с.121-134

22.Кошкарев А.В. Геоинформатика / А.В.Кошкарев, В.С.Тикунов; под ред. Д.В.Лисицкого.- М.: "Картоцентр - Геодезиздат", 1993.-213 с.

23.Геоинформатика: учебник для студ. высш. учебн. заведений / Е.Г.Капралов, А.В.Кошкарев, В.С.Тикунов и др.; под ред. В.С.Тикунова.В 2 кн. Кн1.- 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательский центр "Академия", 2008.- 384 с.

24.The GIS History Project [Electronic Resource].-URL: http://www.ncgia.buffalo.edu/gishist/bar_harbor.html

25.Світличний О.О. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / О.О.Світличний, С.В.Злотницький; за заг. ред.. О.О. Світличного.– Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 295 с.

26.Географічна інформація – Еталонна модель : Нац. стандарт України (ДСТУ ISO 19101:2002(E). – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 65 с.

27.David M. Mark. Geographic Information Science: Defining the Field[Electronic Resource] .- URL: <http://www.geog.buffalo.edu/~dmark/Huxhold> W.E., Levinsohn A.G. Managing Geographic Information System Projects. - New York, Oxford: Oxford University Press., 1995. - 250 p.

28.The University Consortium for Geographic Information Science [Electronic Resource] .- URL: <http://www.ucgis.org/>

29.CSU Geospatial Review.- California State University GIS Specialty Center, 2006 [Electronic Resource] .- URL: <http://csugis.sfsu.edu/>

30.David DiBiase, Michael DeMers, Ann Johnson, Karen Kemp, Ann Taylor Luck, Brandon Plewe, and Elizabeth Wentz. - Geographic Information Science & Technology. Body of Knowledge [Electronic Resource] .- URL: <http://www.ucgis.org/>

31.Берлянт А.М. Государственный образовательный стандарт по геоинформационным системам и проблемы деятельности Комитета ГИС-

образование ГИС-Ассоциации [Electronic Resource].-URL:
http://loi.sccc.ru/gis/gisa/GIS_Educat/stand_eduac99.htm

32.Королев Ю.К. Общая геоинформатика. Часть 1. Теоретическая геоинформатика. Вып. 1./ Ю.К. Королев - М.: Дата+, 1998. - 118 с.

33.Understanding GIS - The ARC/INFO Method. - ESRI, 1990, 522 p.

34.Зейлер М. Моделирование нашего мира: Руководство ESRI по проектированию базы геоданных / М.Зейлер; пер. с англ. - М.: СП ОООДата+, 2004. - 254 с.

35.Joseph K. Berry. Beyond Mapping III. Understanding Spatial Patterns and Relationships - BASIS Press, 2007, 227 p. [Electronic Resource] .-URL:
<http://www.innovativegis.com/basis/MapAnalysis/>

36.Principles of Geographic Information Systems / Rolf A. de By (Ed.).- ITC, Enschede, The Netherlands. - 490 p.

37.GIS Glossary [Electronic Resource] .- URL:
<http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/glossary.html>

38.Spatial Analysis and GIS: A Primer / Gilberto Camara and other. - Image Processing Division, National Institute for Space Research (INPE), Brazil

39.Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.

40.Техніко-економічна доповідь по формуванню національної інфраструктури геопросторових даних України (УкрНІГД) // Звіт НДІГК, 2005. - 112 с.

41.Томлинсон, Роджер. Думая о ГИС. Планирование географических информационных систем: Руководство для менеджеров / Томлинсон, Роджер. – М.: Изд. Дата+, 2004. - 329 с.

42.Иванников А.Д. Прикладная геоинформатика / А.Д. Иванников, В.П.Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков. - М.: МАКС Пресс,2005. - 360 с.

43.Ситник В.Ф.Основи інформаційних систем: Навч. посібник / В.Ф.Ситник, Т.А.Писаревська, Н.В. Єрьоміна, О.С. Краєва ; за ред. В.Ф. Ситника. - К.: КНЕУ, 1997. - 252 с.

44.<http://www.sap.com/contactsap>. Defence forces and public security with Geographical information Integrating // SAP – 2003.

45. Геоінформаційні системи та інформаційні технології у військових і спеціальних задачах. Збірка матеріалів, статей, доповідей і тез III науково-практичного семінару 27 січня 2012 року. – Львів : АСВ, 2012. – 294 с.

46. Коцюба В. Особливості забезпечення збройних сил провідних країн світу вихідними топогеодезичними даними у збройних конфліктах останніх десятиліть / В. Коцюба, О. Федченко // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 3(23).

47. ГІС-технології у військових інформаційних системах/ Попов М.О., Серединін Є.С., Порхун О.А. // Вісник геодезії та картографії. – 2000. –2. – С. 45–48.

48.<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdf/batt0298.pdf> The Role of Geographic Information Systems on the Electronic Battlefield // Environmental Systems Research Institute – 1998.

49. Корж М.М., Беленков В.В. Основные направления применения геоинформационных технологий в военном деле // Информационные технологии и компьютерная инженерия. – 2006. – № 3. – С. 37-41.

50. О.А. Шатров, Б.Б. Головко Шляхи застосування картографічних даних геоінформаційних систем в авіації Повітряних Сил України.

51.Електронний ресурс . -
URL:<https://life.pravda.com.ua/society/2015/08/11/198416/>

52. Електронний ресурс.- URL: <https://defence-ua.com/index.php/home-page/1842-rozrobleno-avtomatyzovanu-systemu-upravlinnya-viyskamy-slavutych>