

Джерело - В. І. Зацерковний. *Геоінформаційні системи в науках про Землю* / В. І. Зацерковний, І. В. Тішаєв, І. В. Віршило, В. К. Демидов – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. – 510 с.

Компоненти інформаційних систем

Інформаційна система в елементарній формі – це система запитів-відповідей для множини даних, яка передбачає таку послідовність операцій: отримання даних, їх аналіз і використання для прийняття рішень.

За функціональним складом будь-яку ІС можна подати у вигляді чотирьох підсистем (рис. 1).



Рис. 1. Складові компоненти інформаційної системи

ІС включають декілька головних компонентів, незалежно від сфери їх практичного застосування.

Інформаційне забезпечення (ІЗ) – сукупність методів і засобів для розміщення й організації інформації, які включають системи класифікації, кодування, уніфіковані системи документації, методи створення внутрішньомашинної інформаційної бази ІС.

Програмне забезпечення (ПЗ) – сукупність програмних засобів для створення й експлуатації ІС засобами обчислювальної техніки. ПЗ включає в себе:

– *системне ПЗ* – для забезпечення взаємодії людини з комп'ютером, здійснення базових операцій введення-виведення інформації та її резервування;

– *комунікаційне ПЗ* – для забезпечення користувачів ІС засобами обміну інформацією, колективного використання всіх ресурсів (апаратних, програмних, інформаційних);

– *прикладне ПЗ* – для розв'язку різноманітних завдань у конкретній предметній сфері. Існує вузькоспеціалізоване програмне забезпечення (бухгалтерське, економічного аналізу, технологічне тощо) і призначене для широкого застосування в різних галузях (текстові процесори, електронні таблиці, бази даних тощо).

Апаратне забезпечення – комплекс технічних засобів, що

застосовуються для функціонування інформаційної системи. Включає в себе весь перелік технічних засобів: для збору інформації; введення й обробки інформації в електронно-обчислювальній машині (ЕОМ); внутрішні та периферійні засоби телекомунікації; засоби візуалізації, які комплектуються з урахуванням специфіки предметної галузі, змісту та способів використання відомостей, що отримуються і зберігаються в системі тощо.

Правове забезпечення – сукупність правових норм, що регламентують створення та функціонування ІС.

Лінгвістичне забезпечення – сукупність мовних засобів, які використовуються на різних стадіях створення й експлуатації ІС для підвищення ефективності розробки та забезпечення спілкування людини і ЕОМ.

Поняття про геоінформатику та географічні інформаційні системи

Термін "геоінформатика" складається з трьох слів: *географія, інформація й автоматика*, що вказує на три основних джерела і три складові частини наукової дисципліни. Хоча сьогодні є всі підстави вважати, що геоінформатика ближче до інформатики, ніж, наприклад, до географії. Геоінформатика оперує сучасними концепціями інформатики і переносить їх у прикладні сфери.

Геоінформатика вивчає принципи, техніку й технологію одержання, накопичення, передачі, обробки та подання даних і є засобом отримання на їх основі нової інформації і знань про просторово-часові явища, процеси, об'єкти. Інакше кажучи, геоінформатика – наукова дисципліна, підрозділ інформатики, предметом якої є інформація, що має просторову прив'язку (географічно координовані дані).

Предметом геоінформатики є безліч просторово-часових інформаційних потоків, що охоплюють інформацію про географічне, геологічне і космічне середовища (рис. 2).

Геоінформатика інтегрувала в собі теорію, методи й традиції класичної картографії та географії з можливостями й апаратом прикладної математики, інформатики і комп'ютерної техніки. Поєднання цих наук отримало назву "геоматика"² [1]. Геоматика займається розв'язком необхідних прикладних задач з можливостями людини, обчислювальної техніки й програмних засобів, які опрацьовують географічну (просторову) інформацію й передають її споживачам на екран монітора, друкувальний пристрій або на канали зв'язку.

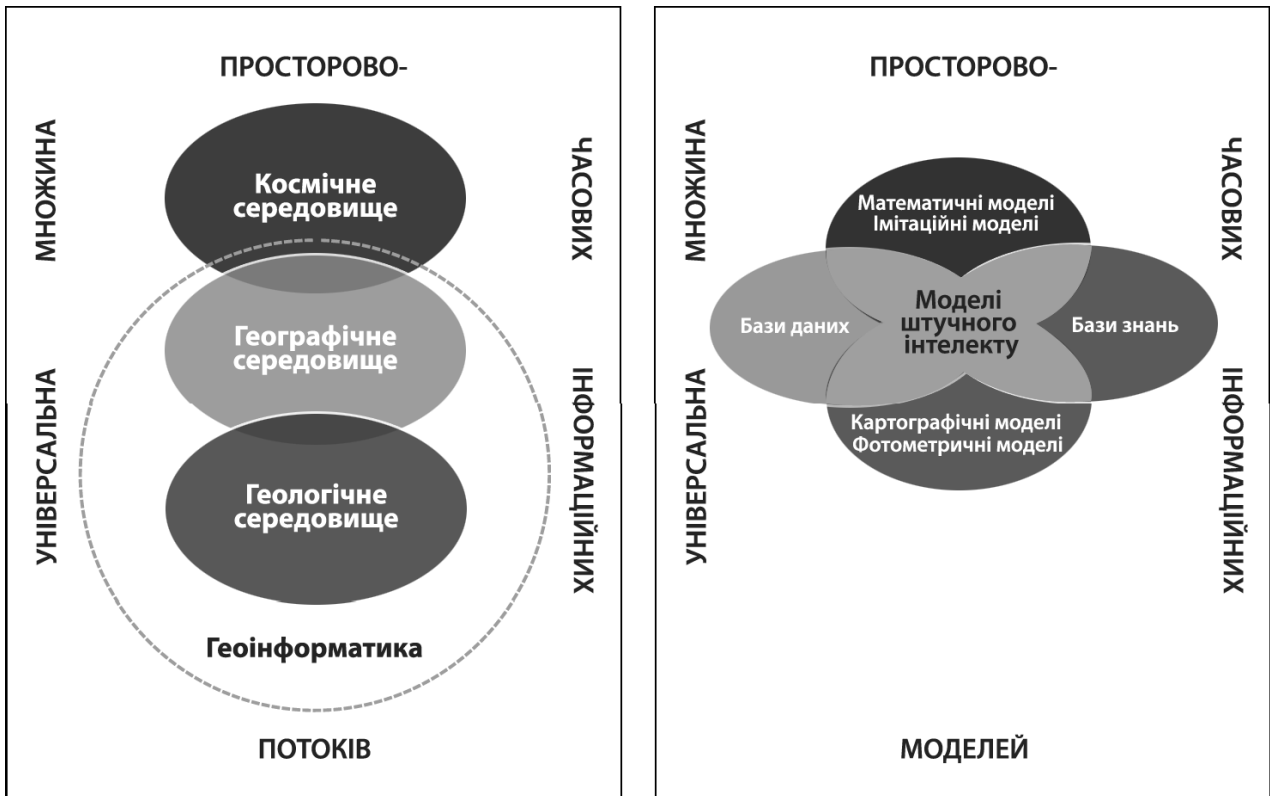


Рис. 2. Предмет і методи геоінформатики:

БД – бази даних; ММ – математичні моделі; ІМ – імітаційні моделі; БЗ – бази знань; КМ – картографічні моделі; ФМ – фотометричні моделі; МШІ – моделі штучного інтелекту

Своїм виникненням геоінформатика зобов'язана розвитку фундаментальних наук ХХ століття – кібернетики, теорії інформації, загальній теорії систем, прикладній інформатиці, глобальному моделюванню, енергетиці, оптимології та низки інших, що стали основою нового напрямку.

Саме геоінформатика надає можливість, з одного боку, об'єднати різні науки про Землю, а з іншого – забезпечити їх взаємозв'язок з іншими науками як природного, так і гуманітарного напрямів.

У прикладних задачах ГІС виступають здебільшого як засіб прийняття рішень, а в наукових дослідженнях ГІС виступають як системи, потенційно спрямовані на одержання нових знань і наукових даних.

ГІС – це підклас інформаційних систем. Зв'язок базових знань інформатики та геоінформатики наведено у табл. 1.

Таблиця 1.

***Зв'язок базових знань інформатики
з основними поняттями геоінформатики***

Базові поняття інформатики	Базові поняття геоінформатики
Інформація	Геоінформація

Інформаційна система	Геоінформаційна система
Інформаційні технології	Геоінформаційні технології

Інформація є об'єктом наукової дисципліни інформатики, яка з'явилася з надр іншої, більш загальної дисципліни – кібернетики (рис. 3).



Рис.3. Формування геоінформаційної системи

Поняття про геодані

Будь-який конкретний або абстрактний об'єкт реального світу, який може бути визначений однозначним змістом і межами й описаний у ГІС у вигляді набору геоданих, має назву *реального просторового об'єкта* (Spatial Entity Object) або *географічного об'єкта* (Geographic Entity).

Просторовий об'єкт – будь-який конкретний об'єкт (процес або явище), які можуть бути визначені однозначним змістом і межами й описані у вигляді набору даних.

Географічні об'єкти в ГІС подаються як набір просторових і атрибутивних даних із загальною назвою *географічні дані* (Geographic data).

Географічні дані – це дані, які описують певну частину поверхні Землі або об'єкти, що знаходяться на цій поверхні. Вони показують об'єкти з точки зору розташування їх на поверхні Землі, тобто представляють собою

географічну карту місцевості.

Просторові дані – це дані про місце розташування об'єктів або поширення явищ, які представлені в певній системі координат у словесному або числовому опису.

Приклади географічних і просторових даних наведені на рис. 4.

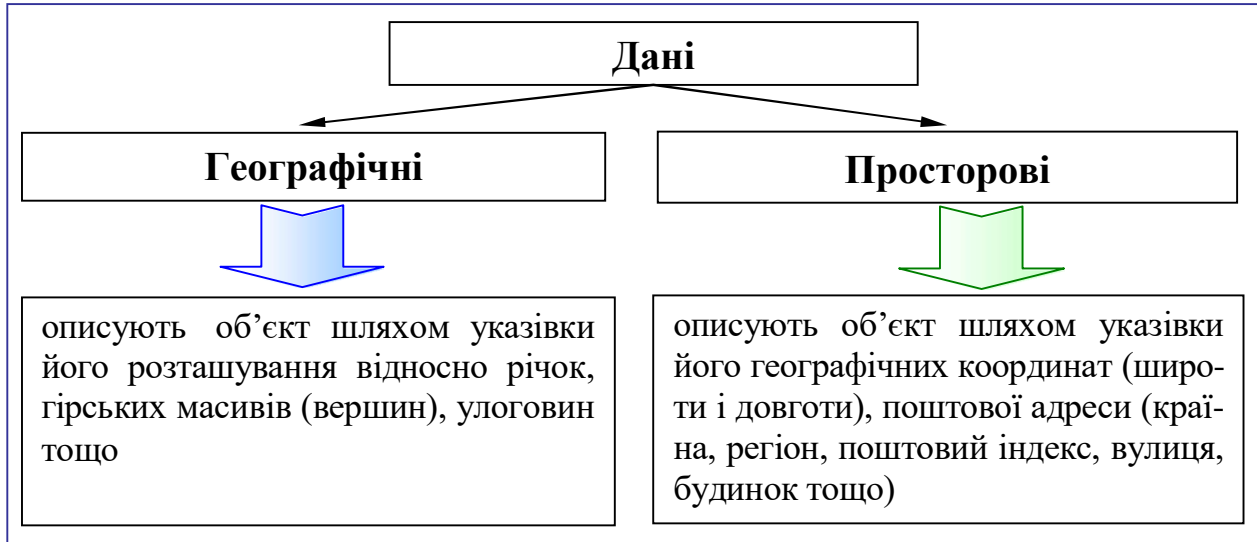


Рис. 4. Приклади географічних і просторових даних

Географічні дані (геодані) містять чотири інтегрованих компоненти (рис. 1.8):

– **географічне положення** (розміщення) просторових об'єктів подається 2-х, 3-х або 4-мірними координатами в географічно співвіднесеній системі координат (широта / довгота);

– **атрибути (семантичні дані)** – властивість, якісна або кількісна ознака, яка характеризує просторовий об'єкт, але не пов'язана з його місцем розташування;

– **просторові відношення** – внутрішні взаємовідношення між просторовими об'єктами (наприклад, напрямок об'єкта *A* щодо об'єкта *B*, відстань між об'єктами *A* і *B*, вкладеність об'єкта *A* в об'єкт *B* тощо);

– **часові характеристики** подаються у вигляді строків одержання даних, визначають їх життєвий цикл (строків придатності або достовірності), зміну місця розташування або властивостей просторових об'єктів у часі.



Рис. 1.8. Компоненти (складові) географічних даних

Геодані – це дані про локальні просторові властивості: місце розташування, форму, розміри та просторові відношення географічних

об'єктів, явищ, процесів у реальному земному просторі.

Геодані можна отримати в результаті:

- вимірів (кількісні характеристики об'єктів);
- спостережень (якісні або кількісні характеристики об'єктів). Геодані утворюють особливий клас даних – геопросторові, географічно координовані дані.

За обробкою виділяють такі геодані:

- геометричні (положення та форма об'єктів);
- топологічні (просторові зв'язки між об'єктами);
- графічні (сигнатура, колір, відображення);
- метадані (алфавітно-цифрові дані опису семантики). До них відносяться:

- географічна широта та довгота;
- прямокутні координати;
- поштові адреси; поштові індекси й інші коди, які ідентифікують попередньо поділені ділянки території;
- місцеположення, зафіксоване на карті або в просторі;
- результати геостатистичної обробки тощо.

За змістовністю геодані поділяються на *базисні (позиційні, координатні)* та *спеціальні (тематичні, атрибутивні)*.

Просторові характеристики визначають положення об'єкта в заздалегідь визначеній системі координат. Координатна компонента характеризує місце розташування, форму, розміри, просторові відношення об'єктів дослідження в ГІС.

Традиційно пов'язують просторовий опис із координатними системами. Такий тип даних отримав назву *позиційного*, оскільки він відображає ту частину інформації про об'єкти, яка визначає їх місце розташування (позицію) на земній поверхні або в певній системі координат. Основною вимогою до просторового опису є точність відображення.

Положення або розміщення просторових об'єктів визначається *відносно (топологічно)* або *абсолютно*.

Відносне положення може задаватися в локальній системі координат або за допомогою коду, який визначає належність об'єкта до тієї або іншої групи (підмножини) об'єктів. Така група об'єктів може співвідноситися з певним територіальним утворенням, наприклад, суб'єктом держави або адміністративним районом.

Геодані можна пов'язувати між собою в топологічні відношення, що дає можливість при використанні ГІС та ГІТ отримувати нові відомості.

Абсолютне положення може задаватися в локальній системі координат або за допомогою системи координат, єдиній для всіх об'єктів.

Атрибутивні (семантичні) дані – це дані, якими описується змістовна, значеннєва інформація про географічні об’єкти, властивості географічних об’єктів.

Атрибути поділяються на *внутрішні* та *зовнішні*. До внутрішніх атрибутів відносять ідентифікатори (унікальні мітки) масивів даних, а також опис топології просторових об’єктів. Зовнішні атрибути – це інформація, яка зазвичай міститься в легенді карти, наприклад, для гіпсометричної карти – це шкала висот, для карти ґрунтів – виділені на ній ґрунтові різновиди, для ландшафтною карти – морфологічні або інші одиниці ландшафту тощо.

Тематичний аспект (тема) обумовлений наявністю ознак певної тематики або предметної сфери. Це можуть бути економічні, статистичні, технічні, організаційні, управлінські та інші типи даних. Основною вимогою до тематичних даних є "повнота", яка означає, що цих даних достатньо для вирішення практичних задач і немає необхідності проводити додатковий збір даних.

Поняття про геоінформацію

Геоінформація – це сукупність геоданих, що визначають міру наших знань про досліджуваній просторовий об’єкт (геооб’єкт).

Геоінформація включає в себе будь-яку інформацію, що відноситься до об’єктів, явищ, процесів, які локалізовані в просторі.

Географічний світ складається з природного і створеного людиною антропогенного середовища. Методи аналізу просторово-часової інформації про географічний світ вимагають уведення деяких обмежень. Враховуючи цю обставину, опис географічного світу можна побудувати за допомогою трьох базових понять: *сутностей*, *їх властивостей* і *зв’язків* (рис. 5).



Рис. 5. Геоінформаційне подання географічного світу

Задачі геоінформатики

Геоінформатика – це наука, яка вивчає інформаційні процеси, що відбуваються у природі, суспільстві, свідомості з метою розкриття сутності чотирьох великих феноменів дійсності – Космосу, Землі, Життя і Людини у їх нерозривному зв'язку.

Головним завданням геоінформатики є дослідження та використання просторових відношень. Згідно з міжнародним стандартом ISO OSI/TC 211:Geographic Information / Geomatics, International Draft Standart, геоінформатика спрямована на розвиток і застосування методів та концепцій інформатики для дослідження просторових об'єктів і явищ на підставі просторових відношень.

Метою геоінформатики є вивчення загальних властивостей геоінформації, закономірностей і методів її отримання, фіксації, накопичення, обробки й використання, а також розвиток теорії, методології і технологій створення ГІС з метою збору, систематизації, збереження, аналізу, перетворення, відображення й поширення просторово-координованих даних.

Визначення ГІС

Геоінформатика – наука з яскраво вираженим міждисциплінарним характером, яка інтегрує різні технології та предметні сфери. Це є причиною розбіжностей у термінології залежно від кола розв'язуваних задач, тому її досить важко "утиснути" в оболонку дефініції. Саме тому й існує велика кількість визначень ГІС.

Геоінформаційна система (ГІС) – це система апаратно-програмних засобів і алгоритмічних процедур, що створена для цифрової підтримки, поповнення, управління, маніпулювання, аналізу, математико-картографічного моделювання й образного відображення географічно координованих даних.

Сполучним елементом для всіх сфер застосування ГІС у різних галузях є відношення інформації до простору. Це відношення проявляється в можливості виконання користувачем просторових запитів. Відношення до простору полягає в можливості маніпуляцій дво- і тривимірними координатами, отриманими прямим виміром (первинна метрика), або на основі певної семантичної залежності від інших показників (вторинна метрика).

Технологічно, історично та "генетично" геоінформатика формувалася і продовжує розвиватися в оточенні суміжних наук і технологій, предметно і методично споріднених з нею (рис. 6) і на їх інтеграції.

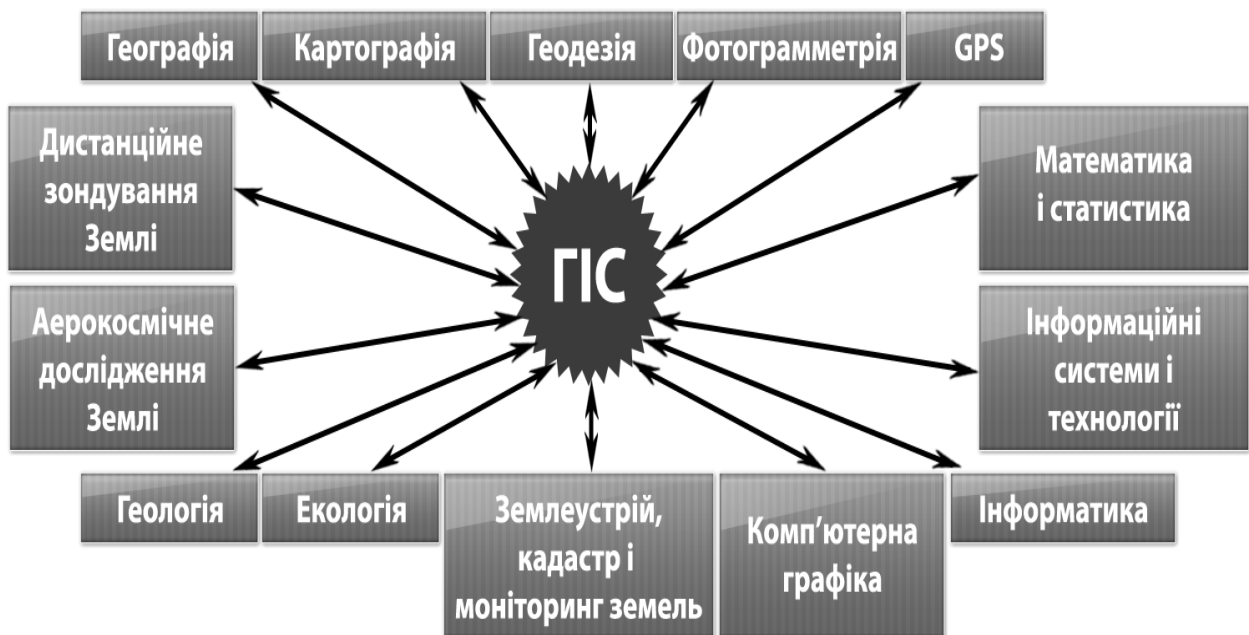


Рис .6. Зв'язок ГІС з іншими дисциплінами

ГІС – результат інтеграції паралельного розвитку багатьох наукових дисциплін з обробки просторових даних.

Основними складовими геоінформатики є:

1. Загальна геоінформатика.
2. Прикладна геоінформатика.
3. Спеціальна геоінформатика.

Загальна геоінформатика – розділ геоінформатики, що вивчає загальні властивості просторової інформації без конкретизації її змісту, займається дослідженням і розробкою наукових засад, концепцій, узагальненим аналізом безвідносно до її прикладного характеру.

Як загальна інформатика вивчає загальні та універсальні властивості інформації, а не специфічні для конкретної предметної галузі, так і загальна геоінформатика вивчає загальні властивості просторової інформації, незалежно від її конкретного змісту.

Як для загальної інформатики існують специфічні гілки, що розвиваються на її перетинах із конкретними предметними галузями та науковими дисциплінами, так і в геоінформатиці можна вести мову про існування або можливість появи специфічних гілок – геологічної, археологічної, історичної, екологічної геоінформатики, геоінформатики транспорту тощо.

Прикладна геоінформатика – розділ геоінформатики, що вивчає практичні методи робіт з ГІС і ГІТ.

Спеціальна геоінформатика – розділ геоінформатики, що слугує основою для аналізу систем і методів обробки просторових даних.

Геоінформаційні технології (ГІТ) – сукупність методів і прийомів практичного використання досягнень геоінформатики для маніпулювання просторовими даними, їх подання й аналізу.

1.3. Галузі застосування ГІС

За розрахунками фахівців, від 70 % до 90 % інформації, з якою зіштовхується пересічна людина в своєму повсякденному житті, має територіальну або просторову прив'язку (дані про населення, економічний розвиток, природні ресурси, управління територіями, надзвичайні ситуації, типи ґрунтів, виробничу діяльність компаній або будь-яка інша інформація про об'єкти (явища, події) на нашій планеті) і її обсяг, як свідчить практика, експоненційно зростає. Вже сьогодні функції просторового аналізу застосовують понад 100 дисциплін, які охоплюють більшість напрямків наукових і прикладних досліджень. Тому назвати всі галузі застосування ГІС досить складно, головні з них:

- теоретичні й експериментальні дослідження в галузях розвитку наукових і методичних основ геоінформатики;
- розробка технічних засобів збору, реєстрації, збереження, передачі й обробки просторової інформації з використанням обчислювальної техніки;
- створення ГІС різного призначення й типу (довідкові, аналітичні, експертні тощо), просторового охоплення і тематичного змісту;
- розробка та створення баз і банків даних у різних галузях і предметних сферах, а також систем керування базами просторових даних;
- розробка баз знань у різних галузях;
- розробка математичних методів, математичного, інформаційного, лінгвістичного та програмного забезпечення для ГІС;
- розробка й удосконалення геоінформаційного картографування та інших видів геомодельовання;
- застосування системних підходів до аналізу багаторівневої і різноманітної геоінформації;
- розробка комп'ютерних геообразень нових видів і типів, анімаційних, мультимедійних, віртуальних та інших електронних продуктів;
- розробка та вдосконалення інфраструктури просторових даних, методів і технологій збереження й використання геоінформації на основі розподілених баз даних і знань;
- застосування телекомунікаційних систем збору, аналізу, обробки і поширення просторово-часової геоінформації;

– взаємодія геоінформатики, картографії й аерокосмічного зондування.

Значення наукових і технічних проблем геоінформатики полягає в забезпеченні інформацією, контролі й підтримці прийняття управлінських рішень у сферах планування та проектування, досліджень у науках про Землю та суміжних з ними соціально-економічних науках, у розвитку освіти й культури, збереженні екологічної рівноваги, попередження виникнення надзвичайних ситуацій, забезпеченні обороноздатності країни тощо.

Ще 20–25 років тому вчені прогнозували, що ХХІ століття стане епохою біології. Однак сьогодні в науковому світі переважає думка, що в найближчі десятиліття на трон "цариці наук" може сісти геоінформатика.

ГІС ефективні в усіх галузях, де здійснюються облік й управління територією та об'єктами на ній. Ці системи виявилися надзвичайно ефективними для розв'язку задач управління і планування, які зустрічаються в будь-якій сфері діяльності людини, від цивільного будівництва до моніторингу навколишнього середовища та різноманітних науково-практичних досліджень. ГІС використовують для вивчення як природних, так і антропогенних явищ.

ГІС – це технологія, яка дозволяє розкрити всі грані інформації, укладеної в простих табличних адресах, а також в інших даних, які описують розташування (коди поштового індексу, коди області або району, широту і довготу) просторового об'єкта. ГІС підтримує управління даними, аналіз і прийняття рішень, створюючи, таким чином, основу, на якій дані записів по рахунках, демографічні відомості про покупців, торгова статистика можуть бути об'єднані з просторовими (картографічними) даними, щоб надати новий зміст місцю розташування об'єкта. Тому карти можуть використовуватися для організації запитів з бази даних, або база даних використовується для створення карт та інших наочних зображень.

Таким чином, *ГІС утворює основу для потужної системи спостереження за ресурсами, процесами, явищами, подіями, яка використовує просторово-координатну прив'язку (позиціонування) – найбільш важливий фактор для будь-якого виду діяльності.*

Компоненти ГІС

Компоненти³ ГІС – частини системи, виділені за певною ознакою або сукупністю ознак, що розглядаються як єдине цілісне утворення.

Основні компоненти ГІС зображено на рис. 7.



Рис. 7. Компоненти ГІС

Інформаційне забезпечення ГІС є відповідним чином закодованою просторовою інформацією, тобто інформацією, пов'язаною з місцем її розташування. Просторові дані складаються з цифрових представлень реально існуючих дискретних просторових об'єктів (процесів, явищ, подій).

У багатьох випадках найбільш складною частиною постачання даних у ГІС є їх співвіднесення з місцем розташування об'єкта – цей процес називається *геокодування⁴*, або *геоприв'язкою*.

Маючи справу в ГІС з розміщеними в географічному просторі об'єктами, їх положення може бути описано за допомогою:

– *географічної прив'язки* (територіальний принцип: материк, країна, місто). В цьому випадку геоприв'язкою виступає певна територія;

– *адресної прив'язки* (країна, індекс, вулиця, дім, поверх, корпус, квартира або кадастровий номер об'єкта);

– *координатної прив'язки* (градуси, мінути, секунди) іноді з позначенням висоти;

– *атрибутивної прив'язки* (ліворуч від вокзалу, напроти виходу, біля церкви в Кукуєво, південніше східної околиці села Гадюкино, збоку від заправки, на рівнині, на 30 кілометрі траси Е-95, в горах) тощо.

³**Компонента** – складова частина певного цілісного утворення.

⁴**Геокодування** – процес, що перетворює опис місця розташування (наприклад, координати, адресу або назву місця) в місце розташування на поверхні Землі.

Елемент, що визначає місце об'єкта, називається *геокодом*.

Однорідні дані в ГІС формують тематичний шар даних, або оверлей (overlay – покриття, тема). Саме з цього терміна й походить форма подання даних у ГІС – шарове або пошарове. Комбінуючи тематичні шари та їх послідовність, можна отримувати тематичні карти та здобувати нові знання.

Апаратне забезпечення – це комп'ютер, на якому інстальована ГІС, а також набір периферійних пристроїв, що забезпечують уведення і виведення інформації. ГІС можуть працювати на різних типах апаратних комп'ютерних платформ від централізованих серверів до окремих персональних або пов'язаних мережею настільних комп'ютерів.

Програмне забезпечення – це сукупність взаємопов'язаних програмних модулів, які забезпечують виконання основних функцій ГІС (можливість уведення, збереження, обробки та аналізу даних, їх візуалізації, надання підтримки прийняття рішень), а також безпосереднє керування ГІС у цілому.

Кадрове забезпечення ГІС складають як кваліфіковані технічні фахівці, які розробляють і підтримують системи, створюють і керують даними, так і безпосередньо користувачі, які використовують їх у повсякденній роботі. Від кадрового забезпечення залежить ефективність ГІС.

Функціональне забезпечення – методологічний апарат, закладений у ГІС. Сучасні ГІС включають засоби розробки, які дозволяють нарощувати функціональність і перетворювати універсальні ГІС у спеціалізовані системи для конкретних галузей, сфер знання, робочих колективів.

Відмінність ГІС від інших інформаційних систем

Відмінність ГІС від інших інформаційних систем подано на рис. 8.

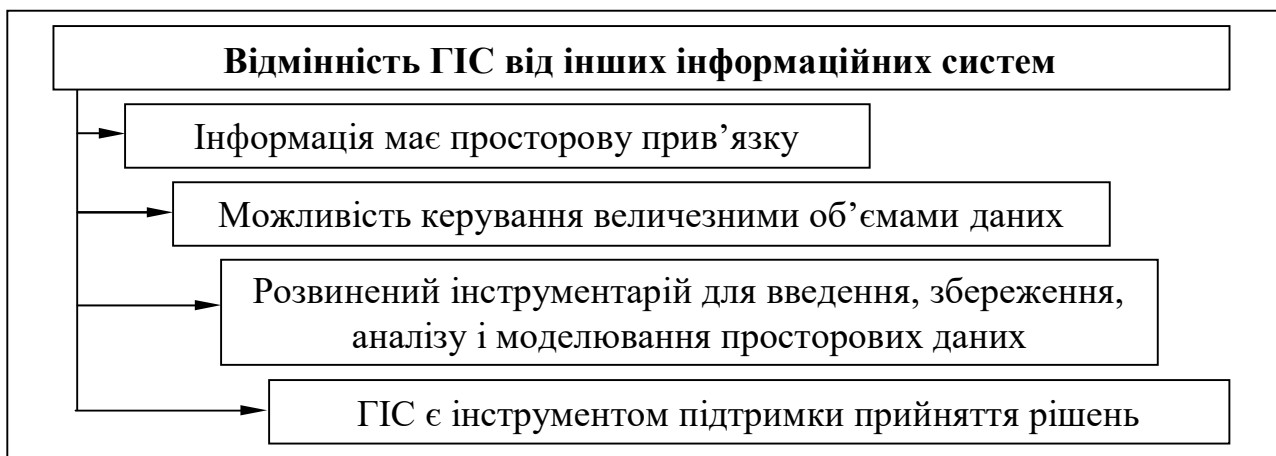


Рис. 8. Відмінності ГІС від інших інформаційних систем

Комплексність (системність) ГІС – це комплекс програмного, апаратного, інформаційного забезпечення, який керується підготовленим певним чином фаховим персоналом.

Базові принципи побудови ГІС подані на рис. 9.

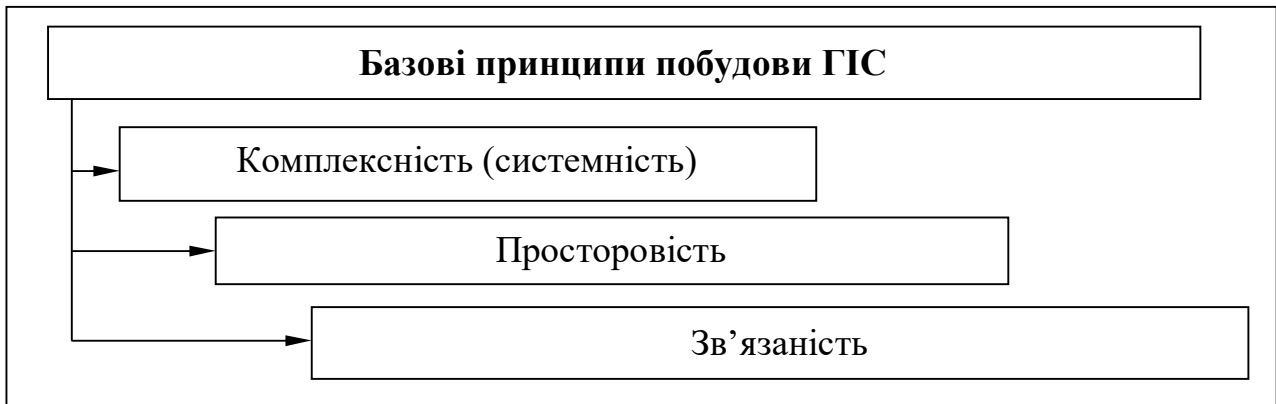


Рис. 9. Базові принципи побудови ГІС

Специфічні функції ГІС подано на рис. 10.

Просторовість. ГІС у своєму арсеналі мають інструментарій, який працює з будь-якими даними, розподіленими в просторі, що мають свою систему координат, починаючи від колоній мікроорганізмів і закінчуючи планетою Земля.

Зв'язаність – наявність тісного взаємозв'язку між просторовою й атрибутивною інформаціями.



Рис. 10. Специфічні функції ГІС

Інтеграція. ГІС відрізняються від інших ІС саме тим, що вони володіють ефективними можливостями інтегрування різнопланової просторової інформації, що пов'язана з реальним земним простором.

Ключові переваги ГІС подано на рис. 11.

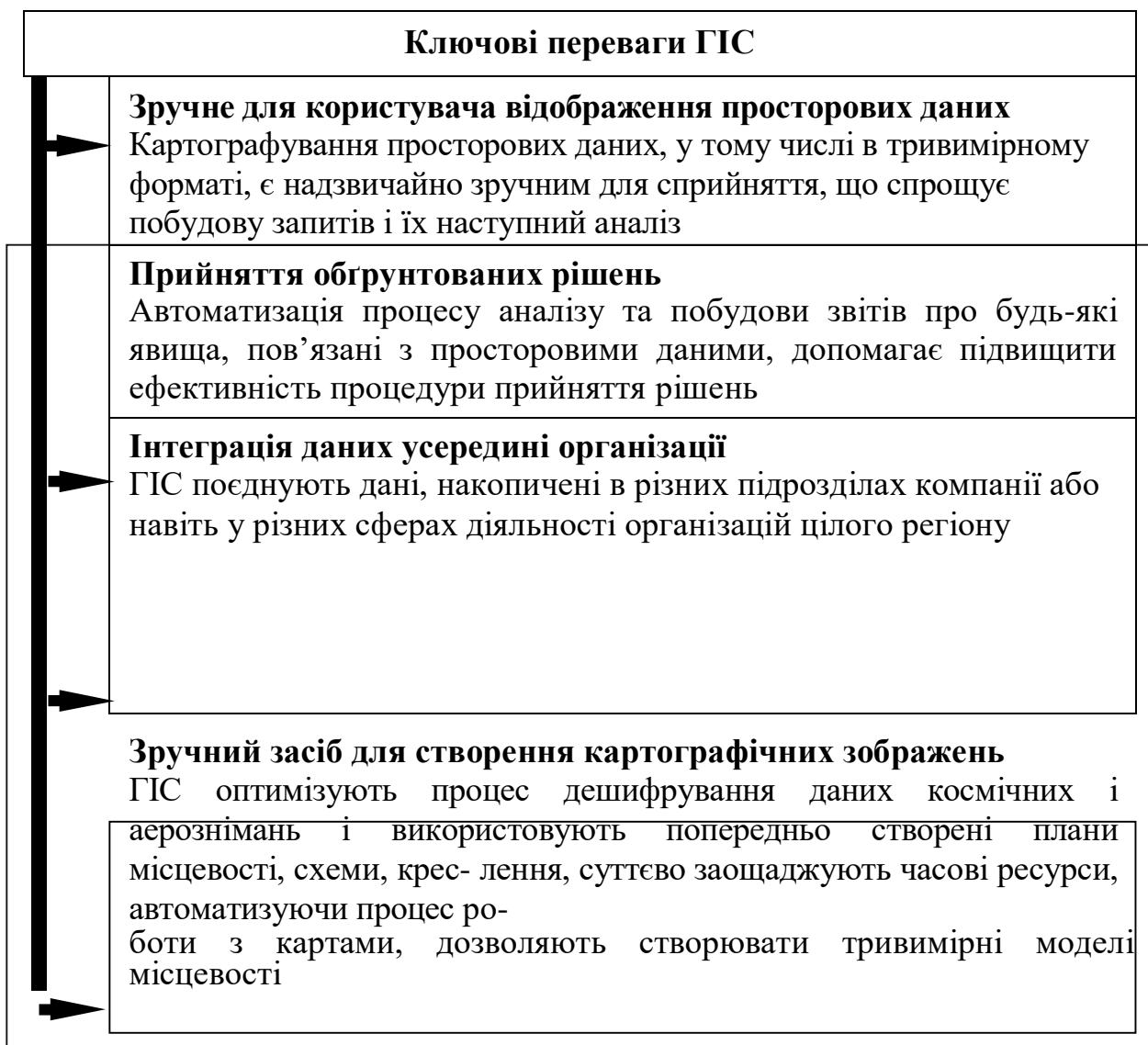


Рис. 11. Ключові переваги ГІС

ГІС – це система, яка інтегрує знання. Проблеми розробки, функціонування і використання ГІС перебувають на стику трьох галузей наукових знань: комп'ютерні науки, науки про Землю і земний простір, галузі геоінформаційних додатків (рис. 12).



Рис. 12. Взаємозв'язок ГІС з науками про Землю та комп'ютерними науками [55]