

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

В. Е. АБРАКІТОВ

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БЕЗПЕКОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності І4 – Охорона праці, освітні програми «Аудит та консалтингова діяльність в охороні праці», «Охорона праці»)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2026

Абракітов В. Е. Інформаційне моделювання в безпековій діяльності : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності J4 – Охорона праці, освітні програми «Аудит та консалтингова діяльність в охороні праці», «Охорона праці» / В. Е. Абракітов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 45 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. В. Е. Абракітов

Рецензент

А. С. Рогозін, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності,
протокол № 22 від 19.02.2026*

Конспект лекцій складено з метою допомогти здобувачам вищої освіти під час підготовки до занять та контрольних заходів із курсу «Моделювання в цивільній безпеці».

© В. Е. Абракітов, 2026

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ВВЕДЕННЯ У МОДЕЛЮВАННЯ	6
ТЕМА 1 ОСНОВНІ ПІДХОДИ У МОДЕЛЮВАННІ.....	6
Лекція 1 Моделювання як метод пізнання	6
1.1 Основні поняття	6
1.2 Цілі і принципи моделювання	8
1.3 Аксиоми теорії моделювання	9
1.4 Види моделювання.....	10
ТЕМА 2 МОДЕЛЬ ТА ЇЇ ВІДПОВІДНІСТЬ ДІЙСНОСТІ.....	11
Лекція 2 Системність як основа моделювання	11
2.1 Системність навколишнього світу	11
2.2 Цивільна безпека як наступний рівень системності.....	13
2.3 Принципи системного аналізу	13
2.4 Методи системного аналізу	14
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ГЕОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ	16
ТЕМА 3 ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ЦИВІЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ.....	16
Лекція 3 Характеристики інформації для аналізу небезпек	16
3.1 Дані, інформація та її властивості	16
3.2 Види інформації	16
3.3 Характеристики інформації	19
Лекція 4 Матеріальне та інформаційне моделювання	20
4.1 Класифікація моделей за способом подання.....	20
4.2 Матеріальне моделювання	20
4.3 Інформаційне (абстрактне) моделювання	21
ТЕМА 4 ПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ЦИВІЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ.....	26
Лекція 5 Модель об'єкта цивільної безпеки у комп'ютерному моделюванні.....	26
5.1 Чинники, що впливають на модель об'єкта	26
5.2 Комп'ютерне моделювання	28
5.3 Особливості комп'ютерного експерименту	30
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ПРОСТОРОВІ МОДЕЛІ	31
ТЕМА 5 ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ПРОСТОРУ У ЦИВІЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ	31
Лекція 6 Загальні відомості про сучасні засоби графічного моделювання	31
6.1 Поняття і класифікація САПР	31
6.2 Функції САПР	32
6.3 Історія розвитку САПР	32
6.4 Структура САПР	33
6.5 Сучасні проєктувальні системи.....	34

Лекція 7 Геометричне моделювання об'єктів та систем цивільної безпеки.....	34
7.1 Завдання геометричного моделювання	34
7.2 Основні поняття геометричного моделювання	36
7.3 Процес створення 3D-моделі	37
7.4 Класифікація тривимірних моделей	37
7.5 Графічна складова САПР у цивільній безпеці.....	38
ТЕМА 6 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ	
У ЦИВІЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ	39
Лекція 8 Просторовий аналіз під час дослідження небезпек	39
8.1 Застосування ГІС для завдань цивільної безпеки.....	39
8.2 Визначення у ГІС	39
8.3 Поняття про геодані.....	40
8.4 Компоненти ГІС	42
8.5 Моделі даних у ГІС.....	43
Питання для самоконтролю	44
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

ВСТУП

Метою викладання дисципліни «Інформаційне моделювання в безпековій діяльності» є ознайомлення здобувачів рівня «бакалавр» із базовими поняттями та основними методами моделювання, що використовуються у цивільній безпеці для вирішення питань аналізу передумов виникнення небезпек, для обґрунтованого вибору сучасних інформаційних рішень під час розроблення технічної документації та візуалізації результатів моделювання надзвичайних ситуацій і інтеграції цих результатів у технічну документацію для обґрунтування вибору систем захисту.

Основними завданнями дисципліни є засвоєння принципів та методик моделювання для використання їх у цивільній безпеці.

У результаті вивчення дисципліни здобувачі повинні набути таких компетентностей, необхідних їм у майбутній фаховій діяльності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність до застосовування тенденцій розвитку техніки й технології захисту людини, матеріальних цінностей і довкілля від небезпек техногенного і природного характеру та обґрунтованого вибору засобів і систем захисту людини й довкілля від небезпек;

- здатність до читання та виконання ескізів і креслень, застосування комп'ютерної графіки у сфері професійної діяльності.

Очікувані результати навчання після вивчення цієї дисципліни полягають в тому, що здобувачі повинні вміти:

- застосовувати системи управління базами даних та інформаційні технології для збору, структурування, аналізу та презентації даних про ризики, небезпечні об'єкти, ресурси та результати моделювання в рамках безпекової діяльності;

- інтегрувати інформацію з різних джерел (картографічних, статистичних, технологічних, нормативних) для формування вхідних даних та обґрунтування параметрів інформаційної моделі в галузі безпеки;

- аналізувати тенденції розвитку технологій захисту та моделювання для обґрунтованого вибору сучасних інформаційних рішень під час розроблення технічної документації (наприклад, паспортів безпеки, планів реагування, карт ризиків);

- використовувати сучасні інформаційні технології комп'ютерної графіки для візуалізації результатів моделювання надзвичайних ситуацій та інтеграції цих результатів у технічну документацію для обґрунтування вибору систем захисту.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ВВЕДЕННЯ У МОДЕЛЮВАННЯ

ТЕМА 1 ОСНОВНІ ПІДХОДИ У МОДЕЛЮВАННІ

Лекція 1 Моделювання як метод пізнання

1.1 Основні поняття

Термін «модель» (від лат. «modulus» – «міра», «зразок», «норма») увійшов до математики в ХІХ ст. у зв'язку з розвитком неевклідової геометрії.

Сьогодні в літературі можна зустріти безліч визначень поняття «модель». Наведемо лише деякі з них.

Під моделлю розуміють такий матеріальний або уявлений об'єкт, який в процесі пізнання (вивчення) заміщає об'єкт-оригінал, зберігаючи деякі важливі для цього дослідження типові його риси [2].

Модель – це спрощене, можна сказати «упаковане» знання, що несе цілком певну обмежену інформацію про предмет (явище), відображає ті або інші його властивості [2].

Модель – об'єкт-заступник об'єкта-оригіналу, що забезпечує вивчення деяких властивостей оригіналу [3].

Модель – це реальна або уявна система, яка, заміщаючи і відображаючи оригінал із певною метою, знаходиться з ним у відносинах подібності (схожості) [4].

Загальні властивості моделей:

- 1) адекватність – це ступінь відповідності моделі тому реальному явищу (об'єкту, процесу), для опису якого вона будується;
- 2) скінченність – модель відображає оригінал лише в кінцевій кількості його відносин і, крім того, ресурси моделювання кінцеві;
- 3) спрощеність – модель відображає тільки істотні сторони об'єкта;
- 4) повнота – враховані всі необхідні властивості;
- 5) приблизність – дійсність відображається моделлю грубо або приблизно;
- 6) інформативність – модель повинна містити достатню інформацію про систему – в рамках гіпотез, ухвалених під час побудови моделі;
- 7) потенційність – передбачуваність моделі та її властивостей.

Дослідження об'єктів, процесів або явищ шляхом побудови та вивчення їхніх моделей для визначення або уточнення характеристик оригіналу називається моделюванням.

Аналіз досвіду використання моделей у природних, технічних і гуманітарних науках дозволяє зробити висновок, що модель – це наше уявлення про досліджуваний об'єкт, своєрідна форма кодування інформації про об'єкт.

Таким чином, можна сказати, що модель – це об'єкт будь-якої природи, який під час дослідження здатний заміщати реально існуючий об'єкт із метою отримання нової інформації про останній. Це визначення обираємо за основне в рамках цієї роботи.

Із моделями ми стикаємося ще в дитинстві, граючи машинками, будиночками, ляльками, які є зменшеними копіями (моделями) реально існуючих об'єктів. У межах технічної творчості дитина вчиться створювати моделі технічних об'єктів. У школі практично все навчання здійснюється із застосуванням моделей. Підростаючи, ми звикаємо використовувати уявні образи-моделі ситуацій для прогнозування результатів своєї діяльності. Без перебільшення можна сказати, що в своєму усвідомленому житті чоловік має справу виключно з моделями тих або інших реальних об'єктів, процесів, явищ.

Окрім поняття «модель» у моделюванні є ще низка важливих понять.

Об'єкт (від лат. «objectum» – «предмет») – все, на що спрямована людська діяльність. Будь-який об'єкт дослідження є нескінченно складним і характеризується нескінченною кількістю станів і параметрів.

Процес – певна сукупність дій, спрямованих на досягнення поставленої мети.

Система – цілеспрямована множина об'єктів будь-якої природи [3].

Таким чином, можна сказати, що система – це сукупність взаємозв'язаних елементів і компонентів, що має цілком конкретну структуру і цілком конкретне цільове призначення.

Елемент системи – частина системи, що не підлягає подальшому діленню.

Зовнішнє (навколишнє) середовище – множина елементів будь-якої природи, що існують поза системою (об'єктом), впливають на систему (об'єкт) або знаходяться під її (його) впливом.

Гіпотеза (від гр. «hypothesis» – «підстава», «припущення») – певні прогнози, думки про причинно-наслідкові зв'язки явищ, засновані на деякій кількості отриманих даних, спостережень, припущень.

Аналогія (від гр. «analogia» – «відповідність») – уявлення про будь-яку схожість двох об'єктів (істотну або неістотну).

Говорячи про модель, не можна оминати і моделювання. Моделювання – заміщення досліджуваного об'єкта (оригіналу) його умовним описом або іншим об'єктом (моделлю) і пізнання властивостей оригіналу шляхом дослідження властивостей моделі [5].

Моделювання – метод пізнання навколишнього світу, який належить до загальнонаукових методів, вживаних як на емпіричному, так і на теоретичному рівні пізнання [2].

Моделювання – заміщення одного об'єкта іншим із метою отримання інформації про найважливіші властивості об'єкта-оригіналу за допомогою об'єкта-моделі [3].

Таким чином, можна вважати, що *моделювання* – це побудова (або вибір з тих, що вже існують) моделі, її вивчення і використання з метою отримання нових знань про досліджуваний об'єкт. Вважатимемо це визначення базовим.

Основними етапами моделювання є:

- 1) постановка завдання;
- 2) розробка моделі, аналіз і дослідження завдання;
- 3) комп'ютерний (натурний, фізичний) експеримент;

4) аналіз результатів моделювання.

На етапі розробки моделі здійснюється побудова інформаційної моделі, тобто формування уявлення про елементи, що складають вихідний об'єкт.

Якщо результати моделювання підтверджуються і можуть бути основою для прогнозування поведінки досліджуваних об'єктів, то кажуть, що модель адекватна об'єкту. Адекватність залежить від мети та критеріїв моделювання.

1.2 Цілі і принципи моделювання

Створюючи модель об'єкта, дослідник пізнає об'єкт, тобто виділяє його з навколишнього середовища і будує його формальний опис. Основні цілі моделювання:

- опис об'єкта;
- пояснення об'єкта;
- прогнозування поведінки і властивостей об'єкта.

Мету опису і пояснення об'єкта можна об'єднати в одну – вивчення об'єкта (пізнавальна мета). Модель потрібна для того, щоб зрозуміти, як влаштований конкретний досліджуваний об'єкт, які його структура, внутрішні зв'язки, основні властивості, закони розвитку, саморозвитку і взаємодії з навколишнім середовищем [2]. Ще одна мета (прогнозування поведінки і властивостей об'єкта) є частиною стратегічної мети – керувати об'єктом, визначаючи з допомогою моделі оптимальні дії, що керують, у разі заданих цілей і критеріїв. Модель потрібна і для того, щоб прогнозувати наслідки різних дій на об'єкт.

Основою моделювання є теорія подібності, згідно з якою абсолютна подібність можлива тільки у разі заміни одного об'єкта іншим таким самим.

Цю ідею добре виразили Артуро Розенблут, та Норберт Вінер, коли вони казали, що кращою моделлю кота є інший кіт, а ще краще – той самий кіт.

Під час моделювання абсолютної подібності немає. Будь-яка модель не тотожна об'єкту-оригіналу і не є повною, оскільки під час її побудови дослідник враховував тільки ті особливості об'єкта, які вважав найбільш важливими для вирішення конкретного завдання. Достатньо того, щоб модель добре відображала властивості, що цікавлять дослідника, і прояви аналізованого об'єкта. Проте ніхто і ніщо не може бути моделлю самого себе.

Реальна користь від моделювання може бути отримана під час виконання таких умов:

- модель повинна бути адекватною оригіналу в тому сенсі, що повинна з достатньою точністю відображати характеристики оригіналу, що цікавлять дослідника;
- модель повинна усувати проблеми, пов'язані з фізичними вимірюваннями якихось сигналів або характеристик оригіналу.

Моделювання базується на декількох основоположних принципах.

Принцип інформаційної достатності – якщо інформації про об'єкт немає, побудова його моделі неможлива. Існує деякий рівень апіорної інформації про об'єкт, досягши якого може бути побудована адекватна модель. За наявності

повної інформації про об'єкт побудова його моделі не має сенсу.

Принцип здійсненності – створювана модель повинна забезпечувати досягнення поставленої мети дослідження з вірогідністю, що істотно відрізняється від нуля.

Принцип множинності моделей – створювана модель повинна відображати насамперед ті властивості реального об'єкта (системи), які цікавлять дослідника. Для повного дослідження об'єкта необхідна достатньо велика кількість моделей, що відображають досліджуваний об'єкт із різних сторін і з різним ступенем деталізації.

Принцип агрегування – у більшості досліджень систему доцільно подати як сукупність підсистем, для опису яких виявляються придатними стандартні схеми.

Принцип параметризації – модель будується у вигляді відомої системи, параметри якої невідомі.

1.3 Аксиоми теорії моделювання

Раніше було вже сказано, що моделювання сьогодні є самостійною сферою знань, окремою наукою. Багато наук базуються на деякому наборі аксіом (тверджень, які приймаються «на віру» і не вимагають доказів). Є такі аксиоми і в моделюванні [5].

Аксиома 1. Модель не існує сама по собі, а виступає в тандемі з деяким матеріальним об'єктом, який вона уособлює (заміщає) в процесі його вивчення або проектування.

Аксиома 2. Для природних матеріальних об'єктів модель вторинна, тобто з'являється як наслідок вивчення і опису цього об'єкта (наприклад, модель сонячної системи). Для штучних матеріальних об'єктів (створюваних людиною або технікою) модель первинна, оскільки передує появі самого об'єкта (наприклад, модель літака, модель двигуна).

Аксиома 3. Модель завжди простіша за об'єкт. Вона відображає тільки деякі його властивості, а не подає об'єкт «у всій пишності». Для одного об'єкта будується низка моделей, що відображають його поведінку або властивості з різних сторін або з різним ступенем детальності. У разі нескінченного підвищення якості моделі вона наближається до самого об'єкта.

Аксиома 4. Модель повинна бути подібна до того об'єкта, який вона заміщає, тобто модель в певному значенні є копією, аналогом об'єкта. Якщо в досліджуваних ситуаціях модель поводить себе так само, як і модельований об'єкт, або ця розбіжність невелика і влаштовує дослідника, то говорять, що модель адекватна *оригіналу*. Адекватність – це відтворення моделлю з необхідною повнотою і точністю всіх властивостей об'єкта, істотних для цілей цього дослідження.

Аксиома 5. Побудова моделі не самоціль. Вона будується для того, щоб можна було експериментувати не з самим об'єктом, а зі зручнішим для цих цілей його представником, названим моделлю.

1.4 Види моделювання

Графічна інтерпретація видів моделювання подана на рисунку 1.1.

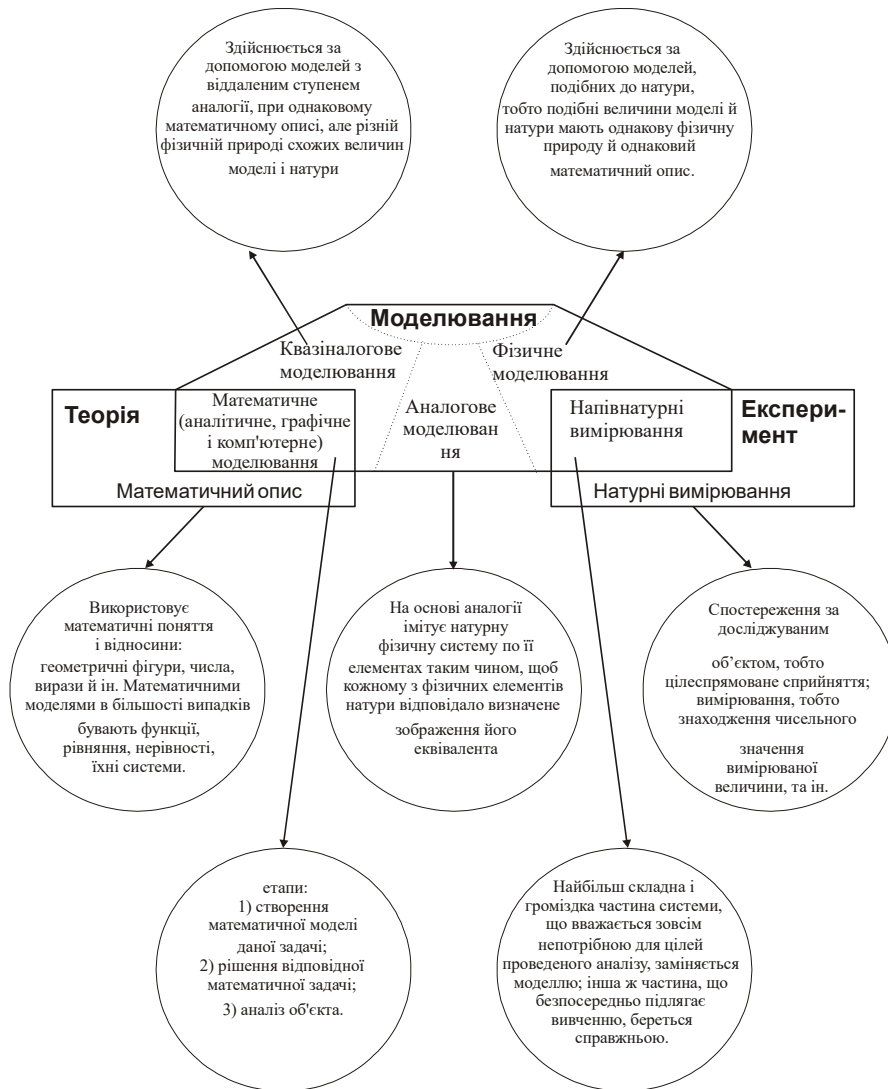


Рисунок 1.1 – Різновиди можливих видів моделей

Матеріальним (фізичним, предметним, натурним) прийнято називати моделювання, за якого реальному об'єкту протиставляється його збільшена або зменшена копія, що допускає дослідження (зазвичай у лабораторних умовах) з допомогою подальшого перенесення властивостей процесів, що вивчаються, і явищ з моделі на об'єкт на основі теорії подоби.

Приклади: в астрономії – планетарій, в архітектурі – макети будівель, в літакобудуванні – моделі літальних апаратів тощо.

Інформаційне (абстрактне) моделювання – засноване не на матеріальній аналогії об'єкта і моделі, а на аналогії ідеальній, уявній. Ідея розумового експерименту вперше була висунута Галілео Галілеєм. Він застосував ідею розумового експерименту до уявного тіла, яке вільне від усіх зовнішніх впливів. Такий уявний експеримент дозволив Г. Галілею прийти до ідеї інерційного руху тіла.

Знакове моделювання – це моделювання, що використовує в якості моделей знакові перетворення будь-якого виду: схеми, графіки, креслення, формули, набори символів.

Математичне моделювання – це моделювання, за якого дослідження об'єкта здійснюється за допомогою моделі, сформульованої мовою математики. Наприклад, опис і дослідження законів механіки Ньютона засобами математичних формул.

ТЕМА 2 МОДЕЛЬ ТА ЇЇ ВІДПОВІДНІСТЬ ДІЙСНОСТІ

Лекція 2 Системність як основа моделювання

2.1 Системність навколишнього світу

Термін «системний аналіз» переважно використовується для характеристики процедури проведення системного дослідження, що полягає в розчленуванні проблеми на її складові, які більш доступні для вирішення, у використанні адекватних спеціальних методів для вирішення окремих підпроблем і, зрештою, в об'єднанні часткових рішень таким чином, щоб проблема була вирішена загалом.

Системний аналіз наприкінці ХХ ст. стає загальним світоглядом, який використовують спеціалісти у різних галузях.

Системний аналіз базується на таких методологічних засадах:

- органічна єдність об'єктивного та суб'єктивного в процесі наукового дослідження;
- урахування структурності системи, що визначає цілісність і стійкість її характеристик;
- урахування динамізму системи;
- міждисциплінарний характер системних досліджень;
- органічна єдність формального та неформального в процесі проведення аналізу.

Світ, в якому ми живемо, можна розглядати як складну взаємопов'язану сукупність природних і штучних систем.

Сучасні наукові дані та сучасні системні уявлення дозволяють говорити про світ як про нескінченну ієрархічність систем, що знаходяться на різних стадіях розвитку, на різних рівнях системної ієрархії (рис. 2.1).

У матеріальному світі існують певні ієрархії – впорядковані послідовності співчуття і ускладнення. Вони є емпіричною основою системології. Все різноманіття нашого світу можна подати у вигляді послідовних ієрархій: природній (П), фізико-біологічний (Ф – Б), соціальний (С), технічний (Т) ієрархій. Об'єднання систем із різних ієрархій призводить до змішаних класів систем – екологічних або економічних.

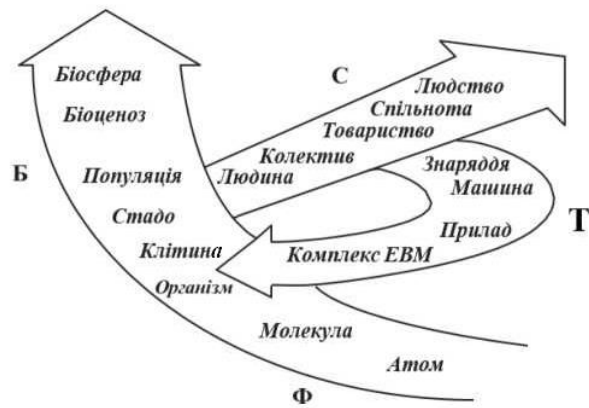


Рисунок 2.1 – Ієрархії матеріальних систем:

Б – біологічна; С – соціальна, Т – технічна; Ф – фізична (фізико-хімічна)

Таким чином, системність є загальною властивістю матерії та формою її існування, що ілюструється схемою, наведеною на рисунку 2.2.

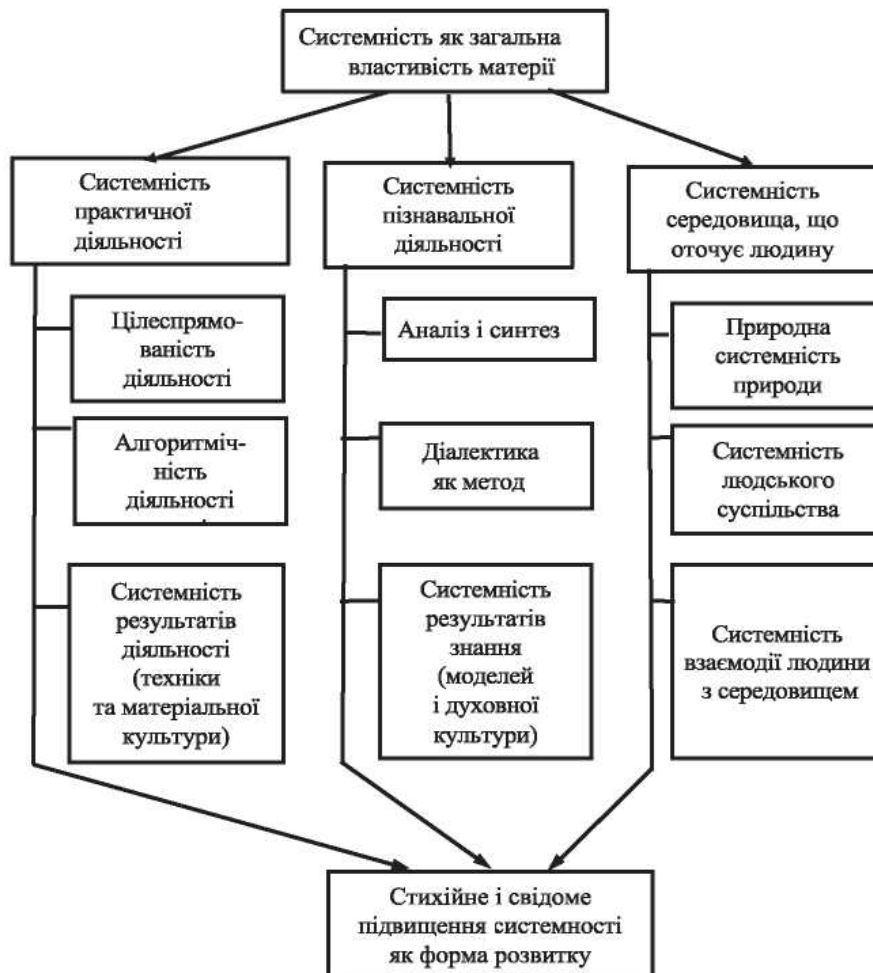


Рисунок 2.2 – Системність як загальна властивість матерії

При цьому роль системних уявлень у практиці постійно збільшується, зростає сама системність людської практики.

Так, практикою доведена ефективність системного підходу під час управління цивільною безпекою щодо розрізнених, приватних заходів із охорони праці, екології, ліквідації аварій, катастроф та інших надзвичайних ситуацій.

2.2 Цивільна безпека як наступний рівень системності

Коли на зміну примітивним верстатам, що приводяться в рух людськими м'язами (механізація), прийшли потужні агрегати, недбале поводження з якими стало загрожувати працівникові серйозною травмою (автоматизація), виникли правила безпеки – звід простих і ефективних емпіричних правил. Сьогодні оператор має справу зі складними промисловими комплексами, і простих емпіричних правил вже недостатньо. Правила безпеки повинні замінитися теорією безпеки, здатною виявляти найбільш ризиковані ланки виробничих комплексів і підказувати оптимальні шляхи їх заміни. При цьому в рамках системного підходу під час оцінювання надійності системи «людина – машина» (СЛМ) людина-оператор вважається компонентом системи.

Розвиток цивілізації, під якою ми, зокрема, розуміємо прогрес науки, техніки, економіки, індустріалізацію сільського господарства, використання різних видів енергії, включно з ядерною, застосування різних видів добрив і засобів для боротьби зі шкідниками, значно збільшує кількість шкідливих факторів, що негативно впливають на людину. Важливим елементом у забезпеченні життєдіяльності людини стає захист від цих факторів.

Втручаючись у природу, закони якої ще не пізнані повною мірою, створюючи нові технології, люди сформували штучне середовище проживання – техносферу, яка тепер становить небезпеку для них самих. Тому і виникла цивільна безпека як перехід на наступний рівень системності.

«Цивільна безпека – система знань, спрямованих на забезпечення безпеки і збереження здоров'я людини в виробничому і невиробничому середовищі з урахуванням впливу людини на середовище проживання».

Цивільна безпека, таким чином, є комплексною, що спирається на досягнення як фундаментальних, так і прикладних наукових і науково-технічних дисциплін.

На основі системного підходу розробляється теорія управління цивільною безпекою.

2.3 Принципи системного аналізу

У сучасних умовах системний аналіз базується на реалізації певної сукупності системних принципів, до яких належать:

1. *Принцип оптимальності* – це знаходження варіанта рішення, який є найкращим за комплексом показників для заданих умов.
2. *Принцип ємерджентності* виражає таку властивість системи: чим

більша система і чим більша різниця між розмірами частини та цілого, тим вищою є імовірність, що властивості цілого дуже відрізняються від властивостей частин.

3. *Принцип системності* передбачає підхід до об'єкта як до комплексного утворення, системи, що подається сукупністю взаємопов'язаних часткових елементів (функцій), реалізація яких забезпечує досягнення певного ефекту в мінімальні терміни, з мінімальними витратами ресурсів тощо.

4. *Принцип ієрархії* – це тип структурних відносин у складних багаторівневих системах, які характеризуються впорядкованістю, організованістю взаємодії між окремими рівнями по вертикалі.

5. *Принцип інтеграції* передбачає, що дослідження спрямовуються на вивчення інтегративних властивостей і закономірностей. Інтегративні властивості проявляються в результаті сполучення елементів з утворенням цілого, а також сполучення функцій у часі та просторі.

6. *Принцип формалізації* спрямований на отримання кількісних і комплексних характеристик об'єкта і його елементів.

2.4 Методи системного аналізу

У системному аналізі використовується велика кількість методів, кожен із яких має свої переваги і недоліки, а також сферу застосування стосовно як типу об'єкта, так і етапу його дослідження.

Усі методи у системному аналізі поділяються на такі групи:

- неформальні методи: методи «мозкової атаки», метод сценаріїв, метод експертних оцінок, метод «Дельфі», діагностичні методи, морфологічні методи;
- графічні методи: метод дерева цілей, матричні методи, сіткові(мережеві) методи;
- кількісні методи: методи економічного аналізу, статистичні методи;
- методи моделювання: кібернетичні моделі, описові моделі, нормативні операційні моделі (оптимізаційні, імітаційні, ігрові).

Розглянемо методи системного аналізу більш детально.

Методи «мозкової атаки»

Основна мета методів цього типу – пошук нових ідей, їхнє широке обговорення і конструктивна критика. Гіпотеза полягає у припущенні, що серед великої кількості ідей є щонайменше кілька прийнятних.

Метод сценаріїв

Це методи підготовки та узгодження уявлень про проблему або аналізований об'єкт, викладені у письмовому вигляді. Є засобом первинного упорядкування проблеми і засобом отримання та збору інформації про взаємозв'язки проблеми з іншими проблемами і про можливі та ймовірні напрямки майбутнього розвитку.

Методи експертних оцінок

Основою цих методів є різні форми експертного опитування з наступним оцінюванням і вибором найкращого варіанта.

Метод «Дельфі»

На відміну від традиційних методів експертних оцінок метод «Дельфі» передбачає повну відмову від колективних обговорень. Це робиться для того, щоб зменшити вплив таких психологічних факторів, як приєднання до думки більш авторитетного фахівця, небажання відмовитися від публічно висловленої думки, проходження за думкою більшості.

Основа методу – зворотний зв'язок, ознайомлення експертів із ситуацією за допомогою моделі.

Діагностичні методи

Добре відпрацьовані прийоми масового обстеження підприємств, органів управління тощо з метою удосконалення форм та методів їхньої роботи.

Матричні методи

Матричні форми подання та аналізу інформації широко використовуються на різних етапах системного аналізу як допоміжний засіб для подання та аналізу систем та їхніх структур.

Сіткові (мережеві) методи

Сіткові методи є найбільш наочним і зручним засобом відображення динамічних процесів, які розвиваються у часі, їх аналізу та планування з додаванням елементів оптимізації. Використовуються переважно на етапі побудови програм розвитку.

Для проведення системного аналізу важливим є використання також таких глобальних загальнонаукових методів.

Абстрагування – метод, який дає змогу переходити від конкретних питань до загальних понять і законів розвитку. Зміст цього методу полягає в суттєвому відволіканні від несуттєвих властивостей, зв'язків, відносин, предметів та в одночасному виділенні, фіксуванні певних сторін цих предметів, які цікавлять дослідника.

Конкретизація – метод дослідження предметів у всій їхній різноманітності, у якісній багатогранності реального існування на відміну від абстрактного вивчення предметів.

Ідеалізація – конструювання подумки об'єктів, яких немає в дійсності або які практично нездійсненні. Мета ідеалізації: позбавити реальні об'єкти деяких притаманних їм властивостей і наділити (подумки) ці об'єкти певними нереальними і гіпотетичними властивостями.

Агрегування – побудова цілісного об'єкта з окремих елементів.

Декомпозиція – науковий метод, який передбачає заміну вирішення завдання вирішенням серії менших завдань; процес розділення, що дозволяє розглядати будь-яку досліджувану систему як складну, що складається з окремих взаємопов'язаних підсистем, які, зі свого боку, складаються з елементів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ГЕОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ

ТЕМА 3 ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ЦИВІЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ

Лекція 3 Характеристики інформації для аналізу небезпек

3.1 Дані, інформація та її властивості

Дані – це сукупність фактів та деталей, таких як текст, малюнки, спостереження, символи або просто опис речей, подій чи сутностей, зібраних з метою зробити висновки. Це необроблений факт, який необхідно обробляти для отримання інформації. Саме необроблені дані містять цифри, твердження та символи до того, як їх уточнить дослідник.

Термін «дані» походить від латинського терміну «datum», який позначає «щось дане». Поняття даних пов'язане з науковими дослідженнями, які збираються різними організаціями, урядовими відомствами, установами та неурядовими установами з різних причин.

Інформація – це специфічна і структурована форма даних, яка обробляється, організовується та подається в заданому середовищі. Це надає значення та покращує надійність даних, забезпечуючи таким чином зрозумілість та зменшує невизначеність. Коли дані перетворюються на інформацію, вони позбавлені зайвих деталей або нематеріальних речей, що має певне значення для дослідника.

Термін інформація походить від латинського слова «informare», що позначає «надати форму». Неопрацьовані дані зовсім не значущі та не корисні як інформація. Вони вдосконалюються та очищуються завдяки цілеспрямованому інтелекту, щоб стати інформацією. Тому даними маніпулюють шляхом складання таблиць, аналізу та подібних інших операцій, які покращують пояснення та інтерпретацію.

Інформацію про об'єкт можна розглядати як модель об'єкта, яка може існувати незалежно від нього самого і від того, чи буде ця інформація кимось і колись використана (рис. 3.1). Однак якщо інформація як деяке відображення може існувати незалежно від людини, то говорити про цінність інформації, про її споживчу вартість можна тільки стосовно людини, яка цю інформацію споживає, і у зв'язку з процесом, в якому вона використовується.

3.2 Види інформації

Інформацію поділяють на види за кількома ознаками:

1. **За способом сприйняття** залежно від типу рецепторів, що її сприймають:

- *візуальну* сприймають органами зору (очима);
- *аудіальну* сприймають органами слуху (вухами);
- *тактильну* сприймають тактильними рецепторами (на поверхні тіла);
- *нюхову* сприймають нюховими рецепторами (у носовій порожнині);
- *смакову* сприймають смаковими рецепторами (у ротовій порожнині).

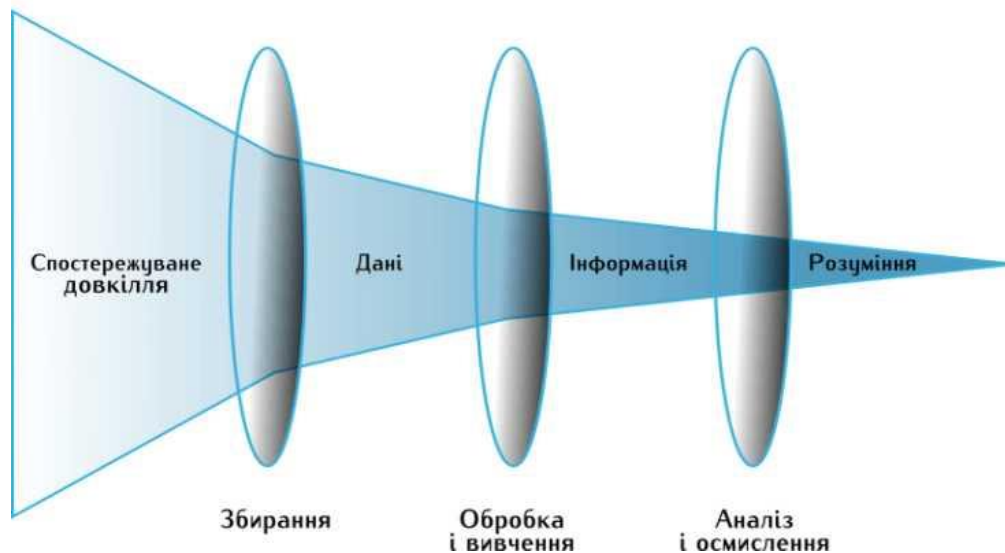


Рисунок 3.1 – Взаємовідношення даних, інформації та її розуміння

2. За формою подання:

– *текстова* – у вигляді послідовності символів, що позначають елементи мови;

– *числова* – у вигляді цифр і знаків, що позначають математичні дії;

– *графічна* – у вигляді зображень подій чи предметів, графіків, карт;

– *звукова* – усна або у вигляді аудіозапису;

– *відео* – у вигляді послідовності зображень (відеозапису);

– *комбінована* поєднує кілька з перерахованих вище способів подання.

3. За призначенням:

– *масова* оперує набором понять, зрозумілим більшій частині суспільства;

– *спеціальна* містить специфічний набір понять, які можуть бути не зрозумілі основній масі суспільства, але необхідні і зрозумілі в рамках вузької соціальної групи, де використовують цю інформацію (науковці, юристи, медики, психологи);

– *особиста* – набір відомостей про яку-небудь особу, що визначає її соціальний стан.

Під час подання інформації іноді використовують *умовні жести та сигнали*, які не мають ніякого змістового навантаження без попередніх домовленостей.

Найбільше інформації ми отримуємо за допомогою зору, розрізняючи:

– літери;

– цифри;

– кольори;

– розташування предметів;

– форму;

– розміри.

Відповідно до Закону України «Про інформацію» № 1642-III (1642-14) від 06.04.2000 інформацію розмежовують на види інформації за змістом.

За змістом інформація поділяється на такі види:

- інформація про фізичну особу;
- інформація довідково-енциклопедичного характеру;
- інформація про стан довкілля (екологічна інформація);
- інформація про товар (роботу, послугу);
- науково-технічна інформація;
- податкова інформація;
- правова інформація;
- статистична інформація;
- соціологічна інформація;
- інші види інформації.

Інформація про фізичну особу (персональні дані) – відомості чи сукупність відомостей про фізичну особу, яка ідентифікована або може бути конкретно ідентифікована.

Інформація довідково-енциклопедичного характеру – систематизовані, документовані, публічно оголошені або іншим чином поширені відомості про суспільне, державне життя та навколишнє природне середовище.

Інформація про стан довкілля (екологічна інформація) – відомості та/або дані про:

- стан складових довкілля та його компоненти, включно з генетично модифікованими організмами, та взаємодію між цими складовими;
- фактори, що впливають або можуть впливати на складові довкілля: (речовини, енергія, шум і випромінювання, а також діяльність або заходи, включно з адміністративними, угоди в галузі навколишнього природного середовища, політику, законодавство, плани і програми);
- стан здоров'я та безпеки людей, умови життя людей, стан об'єктів культури і споруд тією мірою, якою на них впливає або може вплинути стан складових довкілля;
- інші відомості та/або дані.

Інформація про товар (роботу, послугу) – відомості та/або дані, які розкривають кількісні, якісні та інші характеристики товару (роботи, послуги).

Науково-технічна інформація – будь-які відомості та/або дані про вітчизняні та зарубіжні досягнення науки, техніки і виробництва, одержані в ході науково-дослідної, дослідно-конструкторської, проєктно-технологічної, виробничої та громадської діяльності, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді.

Податкова інформація – сукупність відомостей і даних, що створені або отримані суб'єктами інформаційних відносин у процесі поточної діяльності і необхідні для реалізації покладених на контролюючі органи завдань і функцій у порядку, встановленому Податковим кодексом України.

Правова інформація – будь-які відомості про право, його систему, джерела, реалізацію, юридичні факти, правовідносини, правопорядок, правопорушення і боротьбу з ними та їх профілактику тощо.

Статистична інформація – документована інформація, що дає кількісну характеристику масових явищ та процесів, які відбуваються в економічній, соціальній, культурній та інших сферах життя суспільства.

Соціологічна інформація – будь-які документовані відомості про ставлення до окремих осіб, подій, явищ, процесів, фактів тощо.

3.3 Характеристики інформації

Найважливішими з практичної точки зору характеристиками інформації є достовірність, повнота, своєчасність, корисність, зрозумілість.

Достовірність інформації означає, що вона відповідає реальності. Тільки на основі достовірної інформації можна діяти відповідно до ситуації. Якщо інформація застосовується для ухвалення важливих рішень, її достовірність ретельно перевіряється.

Інколи інформацію спотворюють навмисно, якщо намагаються спровокувати когось на неправильні дії. Така навмисно спотворена інформація називається дезінформацією.

Повнота інформації означає, що її достатньо для розуміння ситуації та ухвалення рішення. Неповнота інформації може бути причиною помилкового оцінювання ситуації й неправильного вибору дій, а в результаті призвести до економічних збитків, марних витрат часу тощо.

Своєчасність інформації означає, що вона є саме тією, яка потрібна на цей момент. Затримка в одержанні інформації гальмує ухвалення рішень, а використовувати застарілу інформацію так само небезпечно, як і недостовірну. Ефективність протидії стихійним лихам, правильність економічних і стратегічних рішень, якість керування швидкоплинними процесами, успіх біржових операцій насамперед залежать від своєчасності отримання інформації. Своєчасність інформації називають також актуальністю.

Корисність інформації означає, що вона є значущою для розв'язання поставленого завдання.

Некорисна інформація, тобто така, яка є зайвою або надлишковою, називається шумом. Корисність інформації залежить від наявних потреб. Одна й та сама інформація за одних обставин може бути для нас корисною, за інших – шумом; для одного споживача вона є зайвою, для іншого – цінною. Таким чином, межа між корисною інформацією та шумом є умовною.

Зрозумілість інформації означає, що вона є доступною для цілком ясного й однозначного її усвідомлення тим, для кого призначається. Тільки зрозуміла інформація має реальну цінність. Зрозумілість інформації є вкрай необхідною, якщо це стосується «букви закону», правил безпеки життєдіяльності, важливих повідомлень, наказів.

Найціннішу інформацію намагаються подавати найзрозуміліше і найбільш стисло. Здобуті людством знання про світ висловлюються в лаконічних і вивірених формулюваннях фізичних законів і математичних теорем. Найбільш концентрованим поданням знань є формули.

Лекція 4 Матеріальне та інформаційне моделювання

4.1 Класифікація моделей за способом подання

Наведена нижче класифікація є *ідеальною*. Моделі складних систем зазвичай мають комплексний вигляд і мають у своєму складі відразу кілька подань. Якщо вдається звести модель до одного типу, для якого вже є математичний апарат, то дослідження моделі, розв'язання задач на ній істотно спрощується, стає типовим. Для цього модель повинна бути різними способами приведена до канонічного вигляду, тобто до вигляду, для якого вже є методи вирішення.

Згідно з цією ознакою моделі діляться на два великі класи (рис. 4.1):

- абстрактні (інформаційні, уявні) моделі;
- матеріальні моделі.

Нерідко в практиці моделювання наявні змішані, абстрактно-матеріальні моделі.



Рисунок 4.1 – Класифікація за способом реалізації моделі

4.2 Матеріальне моделювання

Матеріальне моделювання засноване на застосуванні моделей, які є реальними технічними конструкціями.

Матеріальні моделі об'єднуються в три основні підкласи [4]:

- геометрично подібні, відтворювальні, просторово геометричні характеристики оригіналу (макети будівель, муляжі тощо);
- відтворювальні з масштабуванням у просторі і в часі властивості оригіналу тієї ж природи, що і модель (наприклад, моделі суден);
- відтворювальні властивості оригіналу в моделюючому об'єкті іншої природи (наприклад, електрогідравлічні аналогії) або засновані на ізоморфізмі між формально описаними властивостями оригіналу і об'єкта (всі різновиди електронного моделювання).

Існує два основні різновиди матеріального моделювання: натурне і аналогове моделювання. Обидва види засновано на властивостях геометричної

або фізичної подібності. Теорія подібності якраз і займається вивченням умов подібності явищ.

Натурне – це таке моделювання, за якого реальному об'єкту відповідає його збільшений або зменшений аналог, що допускає дослідження (у лабораторних умовах) за допомогою подальшого перенесення властивостей процесів, які вивчаються, і об'єктів на об'єкт на основі теорії подібності. Прикладами натурних моделей є макети будівель, ландшафтів, суден, літаків тощо. У середині XIX ст. із натурних моделей моделювання почало розвиватися як наукова дисципліна, а самі моделі почали активно використовуватися під час проєктування нових технічних пристроїв.

Прикладами є: випробування зменшених моделей літаків, автомобілів тощо в аеродинамічній трубі; застосування тераріумів, акваріумів, штучних басейнів тощо для вивчення закономірностей розвитку популяцій тих чи інших живих організмів, взаємин між ними, впливу на них різноманітних чинників.

Аналогове – це моделювання, засноване на аналогії процесів і явищ, що мають різну фізичну природу, але однаково описуваних формально. Основою аналогового моделювання є збіг математичних описів різних об'єктів. Прикладами аналогових моделей можуть слугувати електричні і механічні коливання, які з погляду математики описуються абсолютно однаково, але належать до фізичних процесів, що якісно відрізняються.

Прикладами є: паспорт (офіційна модель власника); гроші (модель вартості); креслення (модель виробу); сигнали (моделі повідомлень); результати психологічного тесту (модель людини) тощо.

Переваги:

- висока адекватність моделі реальній системі;
- висока точність результатів.

Недоліки:

- висока вартість створення моделі;
- великі часові витрати;
- необхідність доопрацювання окремих вузлів реальної системи для проведення натурних експериментів;

Приклад: дослідження характеристик надійності автомобілів (crash test).

4.3 Інформаційне (абстрактне) моделювання

Інформаційні моделі – це певні конструкції з загальноприйнятих знаків на папері, іншому матеріальному носії або у вигляді комп'ютерної програми.

Інформаційні моделі, не вдаючись у зайву деталізацію, можна розділити на:

- знакові;
- математичні.

Знакова модель – це логічний об'єкт, який замінює реальний процес і виражає основні властивості його відносин із допомогою певної системи знаків або символів. Це або слова природної мови, або слова відповідного тезауруса, графіки, діаграми, географічні карти тощо.

Знакова модель може мати самостійне значення, але зазвичай її побудова є початковим етапом будь-якого іншого моделювання.

Знакові інформаційні моделі будуються з використанням різних мов (знакових систем). Знакова інформаційна модель може бути подана у формі тексту (наприклад, програми мовою програмування), формули (наприклад, другого закону Ньютона: $F = m \cdot a$), таблиці (наприклад, періодичної таблиці елементів Д. І. Менделєєва) тощо.

Іноді під час побудови знакових інформаційних моделей використовуються одночасно кілька різних мов. Прикладами таких моделей можуть слугувати географічні карти, графіки, діаграми тощо. У всіх цих моделях використовуються одночасно як мова графічних елементів, так і символічна мова.

Математичне моделювання – це процес встановлення відповідності між модельованим об'єктом деякої математичної конструкції, що називається математичною моделлю, і дослідженням цієї моделі, що дозволяє отримати характеристики об'єкта, який моделюється.

Математичні моделі можуть бути:

- аналітичними;
- імітаційними;
- змішаними (аналітико-імітаційними).

Аналітичні моделі – це функціональні співвідношення: системи алгебраїчних, інтегральних та диференціальних рівнянь, логічних умов. Наприклад, рівняння Максвелла – аналітична модель електромагнітного поля, закон Ома – модель електричного кола. Також аналітичними моделями є перший і другий закони Ньютона.

Перетворення математичних моделей за відомими законами і правилами можна розглядати як експерименти. Рішення на основі аналітичних моделей може бути отримано в результаті однократного прорахунку без конкретних значень характеристик (у загальному вигляді). Це наочно і зручно для виявлення закономірностей.

Однак для складних систем побудувати аналітичну модель, що досить повно відображає реальний процес, вдається не завжди.

Проте є процеси, наприклад марковські, актуальність моделювання яких аналітичними моделями доведена практикою.

Основу понятійного (термінологічного) апарату складають поняття класичної математики та деяких нових її розділів (величина, функція, рівняння, система рівнянь тощо).

Аналітичні методи застосовуються в тих випадках, коли властивості системи можна відобразити за допомогою детермінованих величин або залежностей, тобто, коли знання про процеси і події в деякому інтервалі часу дозволяють повністю визначити поведінку їх поза цим інтервалом. Аналітичне моделювання широко використовується під час вирішення завдань руху і стійкості, оптимального розміщення, розподілу робіт і ресурсів, вибору найкращого (найкоротшого) шляху, оптимальної стратегії поведінки в

конфліктних ситуаціях тощо.

У разі практичного застосування аналітичних уявлень для відображення складних систем необхідно мати на увазі, що вони вимагають встановлення всіх детермінованих взаємозв'язків між враховуваними компонентами і цілями системи у вигляді аналітичних залежностей.

Для складних багатокомпонентних, багатокритеріальних систем отримати такі залежності надзвичайно складно, а іноді і неможливо. Більш того, якщо навіть це і вдається у разі впровадження значних обмежень і допущень, то практично неможливо довести правомірність застосування цих аналітичних виразів, тобто адекватність моделі досліджуваній системі.

Переваги:

- простота і низька вартість моделі;
- можливість швидко отримати чисельні результати.

Недоліки:

- велика кількість припущень і обмежень;
- невисока точність результатів;
- відповідність результатів певним умовам;
- велика складність аналітичного опису функціональних залежностей.

Імітаційне моделювання. Створення обчислювальних машин зумовило розвиток нового підкласу математичних моделей – імітаційних.

Імітаційне моделювання – це метод дослідження, за якого досліджувана система замінюється моделлю, яка з достатньою точністю описує реальну систему, і з нею проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему. Експериментування з моделлю називають імітацією (імітація – це вивчення суті явища, не вдаючись до експериментів на реальному об'єкті).

Імітаційне моделювання – це окремий випадок математичного моделювання. Існує клас об'єктів, для яких із різних причин не розроблені аналітичні моделі, або не розроблені методи розрахунку отриманої моделі. У цьому випадку математична модель замінюється імітатором або імітаційною моделлю.

Імітаційне статистичне моделювання – це чисельний метод проведення на ЕОМ обчислювальних експериментів із математичними моделями, що імітують поведінку реальних об'єктів, процесів і систем у часі протягом заданого періоду.

Імітаційне моделювання – це сукупність методів алгоритмізації функціонування об'єктів досліджень, програмної реалізації алгоритмічних описів, організації, планування та виконання на ЕОМ обчислювальних експериментів із математичними моделями.

Процес створення і випробування таких моделей називається імітаційним моделюванням, а сам алгоритм – імітаційною моделлю.

Імітаційна модель – універсальний засіб дослідження складних систем, що є логіко-алгоритмічним описом поведінки окремих елементів системи та правил їхньої взаємодії, що відображають послідовність подій, що виникають у модельованій системі.

У чому полягає принципова відмінність імітаційних та аналітичних моделей?

У разі аналітичного моделювання комп'ютер є потужним калькулятором, арифмометром. Аналітична модель *вирішується* на комп'ютері.

У разі ж імітаційного моделювання імітаційна модель – програма – *реалізується* на комп'ютері.

Імітаційні моделі досить просто враховують вплив випадкових факторів. Для аналітичних моделей це серйозна проблема. За наявності випадкових факторів необхідні характеристики модельованих процесів виходять багаторазовими прогонами (реалізаціями) імітаційної моделі і подальшим статистичним опрацюванням накопиченої інформації.

Імітація як метод вирішення нетривіальних завдань отримала початковий розвиток у зв'язку із створенням ЕОМ у 1950–1960-х роках. Одним з основних видів імітаційного моделювання є статистичне імітаційне моделювання.

Статистичне моделювання – метод дослідження складних систем, заснований на описі процесів функціонування окремих елементів в їх взаємозв'язку з метою отримання безлічі приватних результатів, що підлягають обробці методами математичної статистики для отримання кінцевих результатів. Основою статистичного моделювання є метод статистичних випробувань – *метод Монте-Карло*.

Якщо дослідження об'єкта ускладнено використанням тільки аналітичного або імітаційного моделювання, то застосовують змішане (*комбіноване*), *аналітико-імітаційне моделювання*. Під час побудови таких моделей процеси функціонування об'єкта розбивається на підпроцеси, для яких використовують аналітичні моделі, а для інших підпроцесів будують імітаційні моделі.

Таким чином, імітаційне моделювання є потужним інструментом дослідження поведінки реальних систем. Методи імітаційного моделювання дозволяють зібрати необхідну інформацію про поведінку системи шляхом створення її комп'ютеризованої моделі. Ця інформація використовується потім для проектування системи.

Основні переваги імітаційних моделей:

- можливість опису поведінки компонент (елементів) процесів або систем на високому рівні деталізації;
- брак обмежень між параметрами імітаційного моделювання і станом зовнішнього середовища;
- можливість дослідження динаміки взаємодії компонент у часі й просторі параметрів системи.

Рекомендується використовувати *імітаційне моделювання* у таких випадках:

1. Якщо не існує закінченої постановки завдання дослідження і відбувається процес пізнання об'єкта моделювання. *Імітаційна модель* слугує засобом вивчення явища.

2. Якщо аналітичні методи є, але математичні процеси складні і трудомісткі, *імітаційне моделювання* дає більш простий спосіб вирішення завдання.

3. Коли, крім оцінки впливу параметрів (змінних) процесу або системи, бажано здійснити спостереження за поведінкою компонент (елементів) процесу або системи протягом певного періоду.

4. Коли імітаційне моделювання виявляється єдиним способом дослідження складної системи через неможливість спостереження явищ в реальних умовах (реакції термоядерного синтезу, дослідження космічного простору).

5. Коли необхідно контролювати перебіг процесів або поведінку систем шляхом уповільнення або прискорення явищ під час імітації.

6. Під час підготовки фахівців для нової техніки, коли на імітаційних моделях забезпечується можливість придбання навичок з експлуатації нової техніки.

7. Коли вивчаються нові ситуації в поведінці реальних процесів і систем. У цьому випадку імітація слугує для перевірки нових стратегій і правил проведення натурних експериментів.

8. Коли особливе значення має послідовність подій у проєктованих процесах і системах і модель використовується для передбачення вузьких місць в їх функціонуванні.

Однак імітаційне моделювання поряд із перевагами має і недоліки:

- розробка гарної імітаційної моделі часто обходиться дорожче створення аналітичної моделі і вимагає великих витрат часу;

- може виявитися, що імітаційне моделювання неточне (що буває часто), і дослідник не може виміряти ступінь цієї неточності;

- часто дослідники звертаються до ІМ, не уявляючи тих труднощів, з якими вони зустрінуться, і роблять при цьому низку помилок методологічного характеру.

Однак імітаційне моделювання є одним з найбільш широко використовуваних методів для вирішення завдань синтезу та аналізу складних процесів і систем.

Змішані імітаційні моделі

Нерідко створюються матеріально-абстрактні моделі. Та частина операції, яка не підлягає математичному опису, моделюється матеріально, інші – абстрактно. Наприклад, військові командно-штабні навчання, коли робота штабів є натурним експериментом, а дії маси військ відображаються тільки на картах чи в документах.

Комбіновані методи моделювання:

- модель подається у комбінації методів моделювання;

- найбільш широко застосовуються імітаційно-аналітичні моделі;

- ступінь застосування методів моделювання визначає дослідник з огляду на поставлені завдання, наявних ресурсів (знань, комп'ютера) і часу на проведення дослідницької роботи.

ТЕМА 4 ПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ЦИВІЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ

Лекція 5 Модель об'єкта цивільної безпеки у комп'ютерному моделюванні

5.1 Чинники, що впливають на модель об'єкта

Для будь-якого об'єкта можна побудувати безліч моделей. Від чого залежить «характер» моделі об'єкта? Насамперед від таких чинників:

- від об'єкта дослідження (кого або що досліджуємо);
- від проблеми і завдання дослідження (що хочемо дізнатися про об'єкт);
- від інформації про об'єкт (що вже знаємо про об'єкт дослідження);
- від суб'єкта дослідження (хто досліджує об'єкт);
- від мови опису об'єкта (як досліджуємо і описуємо об'єкт).

5.1.1 Об'єкт дослідження

Об'єкт дослідження (від лат. «objectum» – «предмет») – все те, на що спрямована людська діяльність. Для моделювання і дослідження об'єкта необхідно виділити його з навколишнього зовнішнього світу, а також виявити всі впливи на об'єкт з боку інших навколишніх об'єктів і реакцію досліджуваного об'єкта на ці дії.

Кожен об'єкт до початку дослідження має свою структуру, свої властивості і характеристики. У теорії моделювання вплив із боку навколишнього світу на об'єкт під час його дослідження називають вхідною дією і подають у вигляді вхідних чинників (у математичних моделях їх називають вхідними змінними).

Зовнішню дію на об'єкт можна розділити на керівну і обурюючу. Під обурюючою дією зазвичай розуміють таку дію на об'єкт із боку навколишнього середовища, параметри і закономірності якої випадковим чином змінюються в часі і недоступні для вимірювання, контролю і тим більше зміни у момент безпосереднього дослідження об'єкта. Під керівною дією зазвичай розуміють цілеспрямовану дію на досліджуваний об'єкт, параметри і закономірності якого можуть бути виміряні, проконтрольовані і змінені за бажанням суб'єкта у момент безпосереднього дослідження об'єкта.

Параметри властивостей і структури об'єкта можуть бути відомі (або визначені) на момент початку дослідження об'єкта і надалі змінюватися під зовнішньою дією, будучи об'єктами вивчення.

Раніше було використано поняття «чинник». У моделюванні чинник – деяка змінна величина, що набуває в кожен момент часу деякого певного значення зі своєї сфери визначення і що відображає зовнішню дію на об'єкт або його відгук на цю дію.

Вхідні чинники – це властивості і структура об'єкта до початку дослідження, а також керуюча і збурююча дія на об'єкт в процесі його дослідження.

Вихідними чинниками називають властивості, структуру, поведінку об'єкта, які змінилися під впливом вхідних чинників.

Усі об'єкти мають такі характеристики:

- *складність*, що визначається кількістю станів, в яких може знаходитися об'єкт (за цим параметром розрізняють прості об'єкти, складні об'єкти і великі системи);

- *керованість*, тобто здатність об'єкта переходити з одного стану в інший під дією ззовні і знаходитися в цьому стані із заданою точністю заданий проміжок часу;

- *ступінь відтворюваності результатів*: якщо спостерігати об'єкт в одному і тому ж стані в різні моменти часу, то різниця у спостереженнях не повинна перевищувати деякого заданого значення (точність вимірювання).

5.1.2 Проблема і завдання дослідження

У моделюванні розрізняють поняття «*проблема*» і «*завдання*».

Проблема – різновид питання, що має чітко сформовану мету, але шляхи досягнення цієї мети на цей момент можуть бути невідомі.

Завдання – різновид питання, що має чітко сформовану мету і відомі шляхи досягнення цієї мети.

Розглянемо класифікації завдань.

Із поставленого питання:

- *прямі завдання* (відповідають на питання: «якими будуть поведінка і прояви досліджуваного об'єкта, якщо відомі зовнішня дія, структура і властивості об'єкта?»);

- *зворотні завдання* (відповідають на питання: «якими повинні бути структура і властивості об'єкта, якщо в разі відомої зовнішньої дії відомі поведінка і прояви об'єкта?» та «якою повинна бути зовнішня дія на об'єкт, якщо відомі структура і властивості об'єкта, поведінка і прояви об'єкта?»).

За кількістю кроків рішення:

- *однокрокові* (дуже прості) завдання;
- *багатокрокові* завдання.

За умовами:

- *детерміновані* завдання;
- *стохастичні* завдання.

За кількістю вихідних змінних (чинників):

- *однокритеріальні* завдання;
- *багатокритеріальні* завдання.

5.1.3 Інформація про об'єкт

Інформація (від лат. «information» – «роз'яснення», «виклад») містить які-небудь відомості і є об'єктом інформаційних технологій.

Суб'єкт дослідження (моделювання). Абсолютно очевидно, що суб'єктом моделювання є тільки людина.

Мова опису об'єкта відповідає виду моделювання, який вибирається дослідником (суб'єктом моделювання).

5.2 Комп'ютерне моделювання

Комп'ютерне моделювання – це процес відтворення поведінки системи за допомогою комп'ютерної програми, що реалізує подання об'єкта, системи або поняття у формі, відмінній від реальної, за допомогою алгоритмічного опису, що містить залежності між величинами й набір даних, які характеризують властивості системи та динаміку їхньої зміни із часом (імітаційну модель). Така програма називається **комп'ютерною моделлю**.

Результат комп'ютерного моделювання полягає в отриманні **кількісних і якісних висновків** щодо наявної моделі.

Якісні висновки дають змогу виявити не відомі раніше властивості системи: її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність тощо.

Кількісні висновки здебільшого мають характер прогнозу деяких майбутніх або пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему.

За допомогою комп'ютерного моделювання вивчаються об'єкти та явища, які неможливо, дорого, небезпечно відтворювати в реальних умовах. Це дає змогу не лише економити матеріальні ресурси, а й зберігати екологічні умови існування людини, уникати можливих шкідливих або руйнівних наслідків проведення випробувань.

Предметом комп'ютерного моделювання можуть бути: виробнича чи керівна діяльність, промислове підприємство, комп'ютерна мережа, будь-який реальний об'єкт або процес.

Найчастіше моделювання є складовою процедурою **системного аналізу** – сукупності засобів, використовуваних для підготовки і ухвалення рішень: економічного, соціального, організаційного або технічного характеру.

Види комп'ютерних моделей

Фізичні моделі, у яких комп'ютер є частиною експериментальної установки або тренажера. Це може бути тренажер для підготовки пілотів літаків чи операторів атомних електростанцій – у цьому разі комп'ютер змінює показники приладів, імітуючи роботу з реальною системою.

Обчислювальні моделі вимагають розв'язування систем рівнянь методами обчислювальної математики та проведення обчислювального експерименту за різних параметрів системи, початкових умов і зовнішніх впливів. Використовується для моделювання різних: фізичних, біологічних, соціальних та інших явищ.

Імітаційні моделі – комп'ютерні програми, що імітують поведінку складної технічної, економічної чи іншої системи з необхідною точністю. Комп'ютерні імітаційні моделі – симуляції – використовують для дослідження поведінки: технічної, економічної, біологічної та соціальної.

Статистичні моделі потрібні для багаторазового проведення випробувань із подальшою статистичною обробкою отриманих результатів. Статистичні моделі застосовують під час розв'язання ймовірнісних задач, а також під час оброблення великих масивів даних.

Графічні моделі використовують у створенні інфографіки, тобто сукупності спеціальним чином організованих графічних або символічних даних, які відображають найсуттєвіші сторони досліджуваного об'єкта. Розрізняють наочні, графічні, анімаційні, текстові, табличні графічні інформаційні моделі. До них належать різноманітні схеми, графи, графіки, таблиці, діаграми, малюнки, анімації, 3D-моделі, побудовані за допомогою комп'ютера, зокрема цифрова карта зоряного неба, комп'ютерна модель земної поверхні.

Моделі знань передбачають побудову системи штучного інтелекту, основою якої є база знань деякої предметної області (частини реального світу). Бази знань складаються з фактів (даних) і правил. Наприклад, комп'ютерна програма, яка вміє грати в шахи, повинна оперувати даними про «властивості» різних шахових фігур і «знати» правила гри. До цього виду моделей належать семантичні мережі, логічні моделі знань, експертні системи, логічні ігри.

Комп'ютерні моделі можуть бути **невеликими** (працювати практично миттєво на персональних комп'ютерах) та **великомасштабними** програмними засобами (працюють протягом декількох годин або діб на суперкомп'ютерах чи мережесхемних групах комп'ютерів).

Комп'ютерне моделювання дає можливість:

- вивчати явища й об'єкти, які не відтворюються або не існують у реальних умовах;
- візуалізувати об'єкти будь-якої природи, зокрема й абстрактні;
- досліджувати явища і процеси в динаміці їх існування;
- «керувати часом» (прискорювати або уповільнювати модельовані процеси);
- здійснювати багаторазові випробування моделі, кожного разу повертаючи її в початковий стан;
- отримувати різні характеристики об'єкта в числовому або графічному вигляді;
- знаходити оптимальну конструкцію об'єкта, не виготовляючи його пробних екземплярів;
- проводити експерименти без ризику негативних наслідків для здоров'я людини або навколишнього середовища.

Побудова комп'ютерної моделі базується на абстрагуванні від конкретної природи явищ або досліджуваного об'єкта-оригіналу і складається з двох етапів: спочатку створення якісної, а потім і кількісної моделі.

Комп'ютерне моделювання полягає в проведенні серії **обчислювальних експериментів на комп'ютері**, метою яких є:

- аналіз, інтерпретація;
- порівняння результатів моделювання з реальною поведінкою досліджуваного об'єкта;
- подальше уточнення моделі за необхідності.

5.3 Особливості комп'ютерного експерименту

Експеримент – це дослід, який проводиться з об'єктом або моделлю, що виявляється у впливі на досліджуваний об'єкт за допомогою спеціальних інструментів і приладів.

Експеримент відрізняється від спостереження активною взаємодією з досліджуваним об'єктом і має такі особливості:

- дослідник сам спричиняє досліджуване явище, а не чекає, коли воно з'явиться;
- можна змінювати умови протікання процесу, що вивчається;
- в експерименті можна позмінно відкидати окремі умови з метою встановлення закономірних зв'язків;
- експеримент дає змогу варіювати кількісне співвідношення умов і здійснювати математичну обробку даних.

Комп'ютерний експеримент – вплив на комп'ютерну модель інструментами програмного середовища з метою визначення, як змінюються параметри моделі.

Підготовка та проведення комп'ютерного експерименту містить низку послідовних операцій, пов'язаних із:

- тестуванням моделі;
- розробкою плану експериментів;
- проведенням дослідження.

План експерименту має чітко відображати послідовність роботи з моделлю.

Першим пунктом такого плану завжди є тестування моделі.

Тест – набір вихідних даних, що дає змогу визначити правильність побудови моделі.

Кінцева мета моделювання – ухвалення рішення, яке повинно бути вироблено на основі всебічного аналізу результатів моделювання.

Основою вироблення рішення є результати тестування й експериментів. Якщо результати не відповідають цілям поставленого завдання, це означає, що допущено помилки на попередніх етапах. Якщо такі помилки виявлено, то потрібне коригування моделі, тобто повернення до одного з попередніх етапів. Процес повторюється доти, поки результати експерименту не відповідатимуть цілям моделювання.

Необхідно пам'ятати, що метод комп'ютерного імітаційного моделювання є чисельним методом, тому, як і будь-який чисельний метод, він має істотний недолік – його рішення завжди має частковий характер.

Отримані результати відповідають певним значенням параметрів системи й початкових умов. Для аналізу системи доводиться багаторазово моделювати процес її функціонування, варіюючи вхідні дані моделі.

Комп'ютерна модель складної системи повинна за можливості відображати всі основні фактори й взаємозв'язки, що характеризують реальні ситуації, критерії та обмеження.

Модель має бути достатньо універсальною, щоб описувати близькі за призначенням об'єкти, і водночас досить простою, щоб дати змогу виконати необхідні дослідження з розумними витратами. Робота моделі залежить від її правильності та коректності вхідних даних.

Результат роботи моделі не може бути точнішим, ніж точність введених даних. Якщо, один із ключових параметрів відомий тільки однією значною цифрою, то результат моделювання не може бути точнішим, ніж одна значуща цифра, хоча у видачі може бути й чотири значущі цифри.

Необхідно розуміти, що комп'ютер є лише інструментом для створення й дослідження моделей, але він їх не створює – аналіз об'єктів навколишнього світу з метою відтворення його в моделі здійснює людина.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ПРОСТОРОВІ МОДЕЛІ

ТЕМА 5 ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ПРОСТОРУ У ЦИВІЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ

Лекція 6 Загальні відомості про сучасні засоби графічного моделювання

6.1 Поняття і класифікація САПР

Система автоматизованого проєктування (САПР) забезпечує створення, зберігання і обробку моделей геометричних об'єктів та їхнє графічне зображення за допомогою комп'ютера.

Процес проєктування, що здійснюється повністю людиною, називають неавтоматизованим. На сьогодні найбільшого поширення під час проєктування складних об'єктів отримало проєктування, за якого відбувається взаємодія людини і ЕОМ. Таке проєктування називають автоматизованим.

Система автоматизованого проєктування – це організаційно-технічна система, що складається з комплексу засобів автоматизації проєктування, взаємодіє з підрозділами проєктної організації і виконує автоматизоване проєктування.

За ступенем формалізації вирішуваних задач САПР можуть бути побудовані на вирішенні:

- повністю формалізованих задач (застосовуються тільки для вирішення простих задач проєктування);
- частково формалізованих задач (придатні для вирішення завдань у багатьох галузях промислового виробництва);
- не формалізованих задач (знаходяться у стадії розробки та дослідження, не застосовуються).

За функціональним призначенням САПР поділяються залежно від задач, визначених складом функціональної частини системи:

- розрахунково-оптимізаційні;
- графічні;

- графоаналітичні;
- інформаційні.

За спеціалізацією САПР поділяють на спеціалізовані та інваріантні. Оскільки завдання автоматизованого проектування дуже складні, то зазвичай САПР є спеціалізованими системами, які створюються для вирішення вузьких завдань однієї галузі.

За технічною організацією САПР бувають однорівневі, побудовані на базі однієї, достатньо продуктивної ЕОМ з набором необхідних периферійних пристроїв, і багаторівневі, такі, що містять крім базової ЕОМ низку підпорядкованих їй автоматизованих робочих місць (АРМ), що побудовані на основі ЕОМ нижчого рівня.

Засоби проектування (CAD) за різновидом та складністю об'єктів проектування поділяються на:

- легкі (наприклад, AutoCAD, Компас-графік);
- середні (наприклад, Solid Works, Solid Edge, Компас-3D);
- важкі (наприклад, CATIA, Pro / ENGINEER, NX).

6.2 Функції САПР

Функції САПР:

- конструкторська: розробка повного комплексу конструкторської документації;
- технологічна: розрахунок і проектування технологічних схем, технологічного оснащення, транспорту;
- архітектурно-будівельна: розрахунок і проектування металевих і залізобетонних конструкцій;
- санітарно-технічна: проектування теплопостачання, опалення і вентиляції виробничих і адміністративних корпусів, а також водопостачання і каналізації;
- електротехнічна: розрахунок і проектування електропостачання, електросилового устаткування, світлотехнічної частини проєктів, телемеханізації електропостачання;
- гідротехнічна: розрахунок і проектування напірного і безнапірного гідротранспорту відвальних хвостів, стійкості укосів хвостосховищ;
- системи автоматизації: розробка схем зовнішніх з'єднань, електричних і трубних проводок щитів автоматики;
- кошторисна: складання локальних і зведених кошторисів, відомостей матеріалів, специфікацій, комплектація обладнання.

6.3 Історія розвитку САПР

У проектуванні застосовувалися кульмани як робочий стіл архітектурно-будівельного виробництва.

Історія САПР починається з архітектурно-будівельних додатків.

Історія архітектурно-будівельних додатків починається зі створення

бібліотек будівельних елементів і спеціалізованих команд у двовимірних креслярських редакторах, насамперед AutoCAD.

Їхнє використання зменшувало трудомісткість виконання проєктних і робочих креслеників будівель, мостів та інших споруд.

Легкі САПР застосовують переважно замість кульмана.

Можна сказати, що креслення на комп'ютері простіші, ніж за кульманом, адже програми налаштовані спеціальним чином так, щоб креслити було максимально легко і комфортно.

Тут не потрібно стежити за якістю графіки, все малює комп'ютер. Можна без проблем виконувати кресленики будь-якої складності і розмірів (що важливо, коли виконують збірки формату A1 і A0).

Середні використовуються для 3D-моделювання і побудови креслеників за 3D-моделями.

Важкі САПР – це навіть не програми, а цілі комплекси програм для великого підприємства. В одній виконують 3D-модель деталі (CAD-програма), у другій – розраховують її на міцність (CAE-програма), у третій – проєктують інструмент для її виготовлення, в четвертій – розробляють керуючу програму для верстатів із ЧПУ (CAM-програма). Вартість у них відповідає кількості функцій.

6.4 Структура САПР

За цільовим призначенням САПР підрозділяються на:

- засоби проєктування CAD (Computer Aided Design);
- засоби інженерного аналізу CAE (Computer Aided Engineering);
- засоби підготовки автоматизованого виробництва CAM (Computer Aided Manufacturing);
- засоби планування технологічних процесів CAPP (Computer Aided Process Planning);
- засоби управління життєвим циклом виробу PLM (Product Lifecycle Management);
- засоби управління документообігом PDM (Product Document Management).

Будь-яка САПР складається з проєктувальної і обслуговуючої підсистем.

Проєктувальні підсистеми безпосередньо виконують проєктні процедури. Прикладами проєктувальних підсистем можуть слугувати підсистеми геометричного тривимірного моделювання механічних об'єктів, виготовлення конструкторської документації, схемотехнічного аналізу, трасування з'єднань у друкованих платах.

Обслуговуючі підсистеми забезпечують функціонування проєктувальних підсистем, їхню сукупність часто називають системним середовищем (або оболонкою) САПР. Типовими обслуговуючими підсистемами є підсистеми керування проєктними даними (PDM – Product Data Management), керування процесом проєктування (DesPM – Design Process Management), користувацького інтерфейсу для зв'язку розробників із EOM, CASE (Computer Aided Software

Engineering) для розробки та супроводу програмного забезпечення САПР, навчальні підсистеми для освоєння користувачами технологій, реалізованих у САПР.

6.5 Сучасні проєктувальні системи

Можна виділити декілька основних напрямів розвитку сучасних проєктувальних систем:

- графічні системи (типу AutoCAD), що мають потужний апарат для створення на екрані комп'ютера графічного об'єкта і здатні видавати проєктні документи, що відповідають лише екранному зображенню;

- графічні системи (типу ArchiCAD, InteAr, Allplan, Architectural Desktop), що мають потужний апарат графічного діалогу об'єкта та дозволяє створювати графічну модель об'єкта, яка відображає його геометричні та видові властивості, і видають графічну інформацію про об'єкт на основі обробки цієї моделі;

- проблемно-орієнтовані проєктувальні системи (типу SCAD, ЛІРА, NISA, ANSIS, COSMOS), які мають дружній вузькопрофесійний інтерфейс, добре структуровану цифрову модель об'єкта, низка чисто проєктних процедур, проте вирішують обмежений клас проблемних задач і вимагають від користувача глибоких професійних знань у предметній області;

- проєктувальні системи, орієнтовані на максимальне використання можливостей системи «спеціаліст-комп'ютер», що містить розвиток моделі об'єкта, дружній інтерфейс, спеціалізовану експертну систему, базу знань і відповідають вимогам сучасних інформаційних технологій;

- інтегровані системи, що базуються на цифровій моделі об'єкта (ЦМО). У ЦМО об'єкт подається як набір елементів (ригель, колона, опалювальний прилад, кондиціонер, елемент освітлення тощо), кожний з яких має набір реквізитів – як геометричних, так і змістових.

Лекція 7 Геометричне моделювання об'єктів та систем цивільної безпеки

7.1 Завдання геометричного моделювання

Завдання геометричного моделювання є важливою областю САПР.

Оскільки дані про фізичні об'єкти реального світу не можуть бути цілком введені в комп'ютер, необхідно обмежити обсяг інформації про об'єкт такими питаннями, як, наприклад:

1. Які частини об'єкта є видимими?
2. Який колір повинен бути у кожного елемента об'єкта?
3. Яка площа поверхні об'єкта, який об'єм займає об'єкт і яку масу він має?
4. Чи не перетинається об'єкт з іншими об'єктами?
5. Знаходиться об'єкт всередині або зовні іншого об'єкта?

Завданнями геометричного моделювання, таким чином, є:

- створення моделей графічних об'єктів;
- розміщення моделей графічних об'єктів у сцені (в обмеженій просторовій прямокутній координатній системі)
- організація руху графічних об'єктів (анімація);
- подання зображень графічних об'єктів на моно-, і стереоекранах (візуалізація);
- формування креслярської документації;
- створення слайдів і відеофільмів.

Під геометричним моделюванням розуміють створення моделей геометричних образів, що містять інформацію про геометрію об'єкта (рис. 7.1, 7.2).

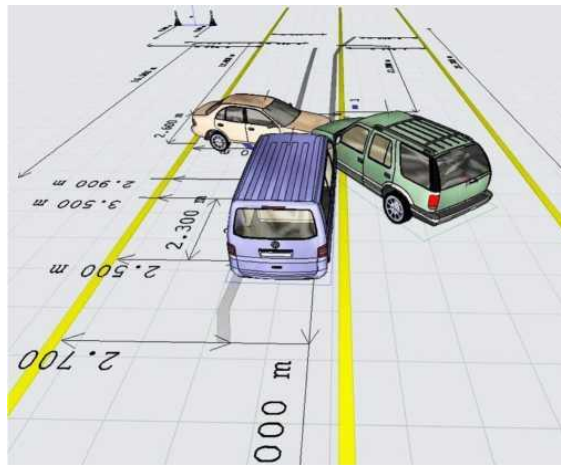


Рисунок 7.1 –Тривимірна модель дорожньо-транспортної пригоди

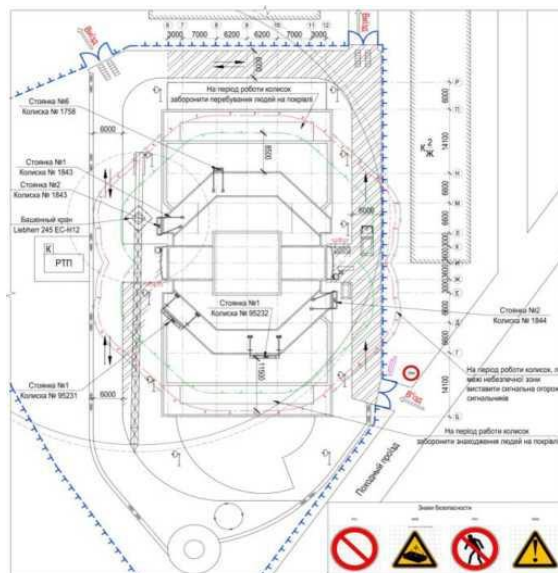


Рисунок 7.2 – Будівельний двовимірний креслення

7.2 Основні поняття геометричного моделювання

Під моделлю геометричного образу будемо розуміти сукупність відомостей, які однозначно визначають його форму.

Наприклад точка може бути подана двома координатами (двовимірна модель) або трьома координатами (тривимірна модель); коло – координатами центру та радіусом тощо.

Двовимірна геометрична модель оперує:

- даними (координатами точок, прямих чи кіл тощо);
- топологічними даними (відрізком, що з'єднує дві точки; контуром, визначеним базовими об'єктами; напрямками обходу та перетину тощо);
- структурними даними (комплекс складається із базових елементів), при цьому структурування, орієнтоване поняття складання часто виконуються як дерева;
- оформлювальними даними (розмірними лініями, текстами, штрихуванням та різними умовними позначеннями).

Так, наприклад оформлення креслення має виконуватися на двовимірній моделі, яка може містити багато корисних відомостей, зокрема про зв'язки між розмірами та відповідними елементами, про методи побудови.

Креслення – це документ, що містить зображення предмета, а також дані для його виготовлення та контроль.

Ескіз – це креслення, виконане з дотриманням пропорцій.

Тривимірні геометричні моделі призначені для подання об'єкта в трьох вимірах (рис. 7.3).

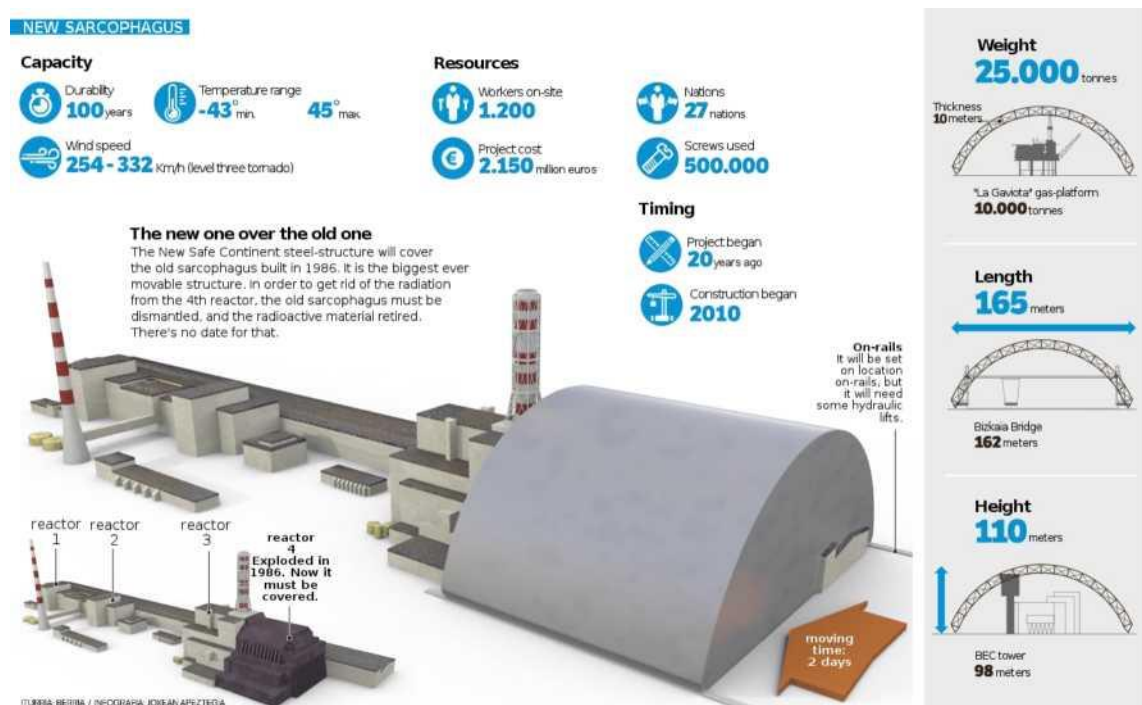


Рисунок 7.3 – Приклад тривимірної моделі

Геометричні моделі в САПР використовуються для вирішення багатьох завдань: візуалізації, побудови розрахункових сіток, генерації керуючих програм числового програмного керування тощо.

Насамперед вони призначені для зберігання інформації про форму об'єктів, їхнє взаємне розташування і надання її для обробки у зручному для комп'ютерної програми вигляді.

У цьому ключова відмінність електронної геометричної моделі від кресленика, який є умовним символічно-графічним зображенням, призначеним для читання людиною.

3D-модель – це об'ємна фігура в просторі, створювана в системі автоматизованого проєктування.

За основу зазвичай обирають кресленики, фотографії, технічні рисунки та детальні описи, базуючись на яких, фахівці і створюють модель.

7.3 Процес створення 3D-моделі

На підставі отриманої інформації проєктувальник створює тривимірну модель у спеціальній САПР.

Після того як модель буде виконана, на неї можна буде подивитися з будь-якого ракурсу, наблизити, віддалити, внести необхідні зміни.

Отримана модель вже готова для подальшого використання: друку на 3D-принтері, 3D-фрезерування на верстатах із ЧПК або будь-якого іншого методу прототипування.

7.4 Класифікація тривимірних моделей

Для тривимірних моделей чинна така класифікація:

- каркасні (дротові) моделі задані координатами вершин і з'єднують їх ребрами;
- полігональні (поверхневі) моделі задані поверхнями (площинами, поверхнями обертання тощо);
- тверdotілі (об'ємні) моделі формуються з елементарних об'єктів (базисних тіл) із використанням логічних операції об'єднання, віднімання, перетину.

Традиційно в САПР використовуються кілька типових контекстів створення поверхонь:

- плоска поверхня утворюється заповненням плоского контуру (2D-ескіз або набір замкнених крайок, що лежать в одній площині);
- поверхня витяжки утворюється в результаті плоскопаралельного витягування замкнутого або розімкнутого 2D-ескіза в напрямку, перпендикулярному площині ескізу, або під довільним кутом;
- поверхня обертання утворюється обертанням довільного профілю щодо осі;
- поверхня по траєкторії утворюється рухом ескізу уздовж криволінійної твірної (2D- або 3D-ескіз, 3D-крива) і довільної кількості напрямних кривих

(2D- або 3D-ескіз, 3D-крива), які деформують вихідний контур;

- поверхня по перетинах – аналог поверхні по траєкторії; відрізняється тим, що будується не по одному, а по декільком поперечним перетинам з напрямними кривими;

- гранична поверхня – аналог поверхні по перетинах; відрізняється тим, що будується за кількома довільно зорієнтованими у просторі 3D-кромками інших поверхонь зі збереженням дотичності до них і з дотриманням безперервності за другою похідною (гладка стиковка); під час побудови можуть використовуватися напрямні криві;

- поверхня вільної форми будується розбиттям сітки з керувальними точками на поверхні грані 3D-моделі; зміна форми поверхні досягається перетягуванням контрольних точок;

- еквідистантна поверхня утворюється зміщенням на певну відстань від існуючих граней або поверхонь;

- поверхня роз'єму використовується під час проєктування ливарних форм в якості допоміжної геометрії для поділу матриці та пуансона;

- серединна поверхня створюється на середині (або заданому відсотку) товщини тонкостінної деталі;

- лінійчата поверхня будується під кутом до обраної кромки та призначена для побудови граней з ухилом.

7.5 Графічна складова САПР у цивільній безпеці

Двовимірні моделі у цивільній безпеці використовуються для аналізу та прогнозування різних загроз і небезпек, що допомагає керувати ними ефективніше. Основні принципи таких моделей включають:

Принцип інформаційної достатності: модель повинна бути побудована на основі достатньої інформації про об'єкт або систему.

Принцип здійсненості: модель повинна забезпечувати досягнення мети дослідження з відмінним від нуля значенням ймовірності.

Принцип множинності моделей: модель повинна відображати саме ті властивості реального об'єкта чи системи, які цікавлять дослідника.

Принцип агрегування: систему краще декомпонувати як набір підсистем, для опису яких можна застосовувати стандартні схеми.

Принцип параметризації: модель має бути побудована у вигляді відомої системи, параметри якої невідомі.

Ці моделі допомагають у визначенні та управлінні загрозами, такими як шум, забруднення повітря, транспортні аварії тощо. Вони також можуть бути використані для планування та реагування на надзвичайні ситуації

Специфіка двовимірних моделей у цивільній безпеці:

- поєднання інструкцій щодо дій, аналітичних даних з кресленням об'єкта;

- спрощення та узагальнення базової інформації про особливості об'єкта;

- акцент на конкретних місцях у об'єкті.

Специфіка тривимірних моделей у цивільній безпеці:

- широкий спектр застосування в усіх напрямках забезпечення безпеки життя і діяльності людини;
- використання для подальших розрахунків у складних багатокомпонентних системах.

ТЕМА 6 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ У ЦИВІЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ

Лекція 8 Просторовий аналіз під час дослідження небезпек

8.1 Застосування ГІС для завдань цивільної безпеки

Геоінформаційна система (ГІС) – це сучасна комп'ютерна технологія, що дозволяє поєднати модельне зображення території (електронне відображення карт, схем, космо-, аерозображень земної поверхні) з інформацією табличного типу (різноманітні статистичні дані, списки, економічні показники тощо).

Також, під ГІС розуміють систему управління просторовими даними та асоційованими з ними атрибутами. Тобто, це комп'ютерна система, що забезпечує можливість використання, збереження, редагування, аналізу та відображення географічних даних.

Є підстави обрати просторовий аналіз, якщо:

- для оцінки ситуації важливо враховувати просторове положення об'єкта небезпеки або розвиток надзвичайної ситуації у просторі;
- необхідно будувати зони надзвичайних ситуацій, можливого ураження з урахуванням особливостей відповідної території;
- здійснювати розрахунки об'єктів та населення, які потрапляють у визначену зону небезпеки;
- для просторово розподілених об'єктів планувати захисні заходи, шляхи евакуації тощо.

Просторові моделі під час дослідження небезпек застосовують для:

- моделювання природних небезпек (паводки, циклони – розповсюдження по території);
- моделювання техногенних небезпек (пожежа, вибух, радіація, хімічне забруднення – розповсюдження по території, приміщенню);
- моделювання соціальних небезпек (поширення захворювань: СНІД, COVID; оцінка рівнів травматизму – розповсюдження по території).

8.2 Визначення у ГІС

Карта – плоске, математично визначене, зменшене, умовно-знакове зображення поверхні Землі, іншого небесного тіла або космічного простору, що показує розміщення, властивості і зв'язки природних і соціально-економічних явищ. Карта розглядається як образно-знакова модель, що має

високу інформативність, просторово-часову подібність відносно оригіналу, особливу інформативність і наочність.

Читання карти – сприйняття карти, засноване на розпізнаванні картографічних образів, тлумаченні й розумінні її змісту. Ефективність читання карти залежить від читаності карти, тобто від легкості і швидкості сприйняття окремих позначень, картографічних образів і усього зображення загалом.

ГІС-технології – технологічна основа створення географічних інформаційних систем, що дозволяє реалізувати їхні функціональні можливості.

Геоінформаційний аналіз – аналіз розміщення, структури, взаємозв'язків об'єктів і явищ із використанням методів просторового аналізу і геомodelювання.

Функціональні можливості ГІС – набір функцій географічних інформаційних систем і відповідних програмних засобів:

- введення даних в машинне середовище;
- перетворення даних;
- зберігання, маніпулювання і управління даними;
- картометричні операції;
- засоби персональних налаштувань.

Геоінформатика – наука, технологія і виробнича діяльність:

- із наукового обґрунтування, проектування, створення, експлуатації і використання географічних інформаційних систем;
- із розроблення геоінформаційних технологій;
- із прикладних аспектів або додатків ГІС для практичних або геонаукових цілей.

Геоматика – це сукупність застосувань інформаційних технологій, мультимедіа і засобів телекомунікації для обробки даних, аналізу геосистем, автоматизованого картографування. Також цей термін вживається як синонім геоінформатики або геоінформаційного картографування.

Цифрове покриття (шар, тема) – сімейство однотипних (одновимірних) просторових об'єктів, що належать до одного класу об'єктів у межах деякої території і в системі координат, загальних для набору шарів. За типом об'єктів розрізняють точкові, лінійні і полігональні цифрові покриття.

Просторовий об'єкт (графічний примітив) – цифрове подання об'єкта реальності (цифрова модель місцевості), що містить його місцезнаходження і набір властивостей, характеристик, атрибутів або сам цей об'єкт.

8.3 Поняття про геодані

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 є географічною картою місцевості (рис. 8.1).

Просторові дані – це дані про розташування об’єктів або поширення явищ, які подані у певній системі координат у словесному або числовому описі (рис. 8.1).

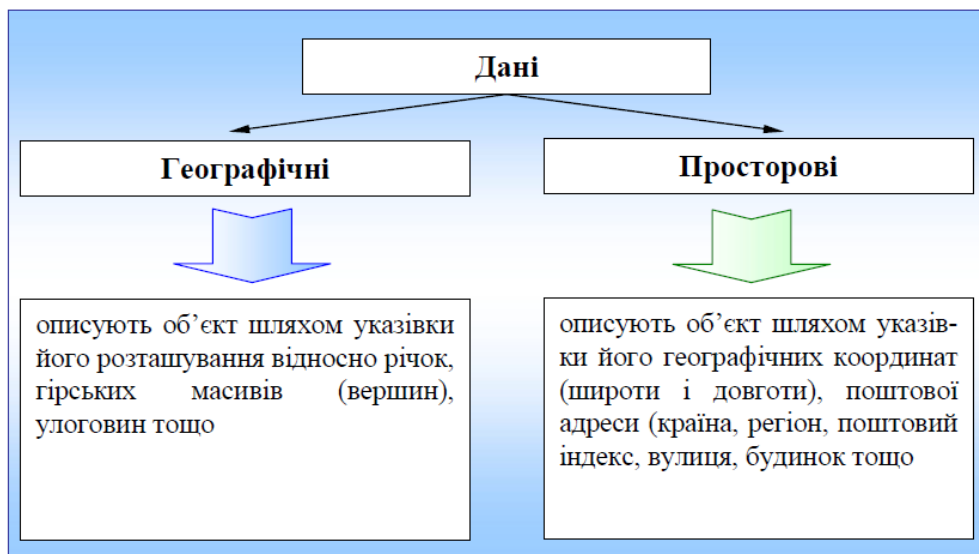


Рисунок 8.1 – Приклади географічних і просторових даних

Географічні дані (геодані) містять чотири інтегровані компоненти (рис. 8.2):

1. Географічне положення: (розміщення) просторових об’єктів подається 2-х, 3-х або 4-вимірними координатами в географічно співвіднесеній системі координат (широта / довгота).

2. Атрибути (семантичні дані): властивість, якісна або кількісна ознака, яка характеризує просторовий об’єкт, але не пов’язана з його місцем розташування.

3. Просторові відношення: внутрішні взаємовідносини 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);

4. Часові характеристики подаються у вигляді строків одержання даних, визначають їхній життєвий цикл (строків придатності або достовірності), зміну місця розташування або властивостей просторових об’єктів у часі.

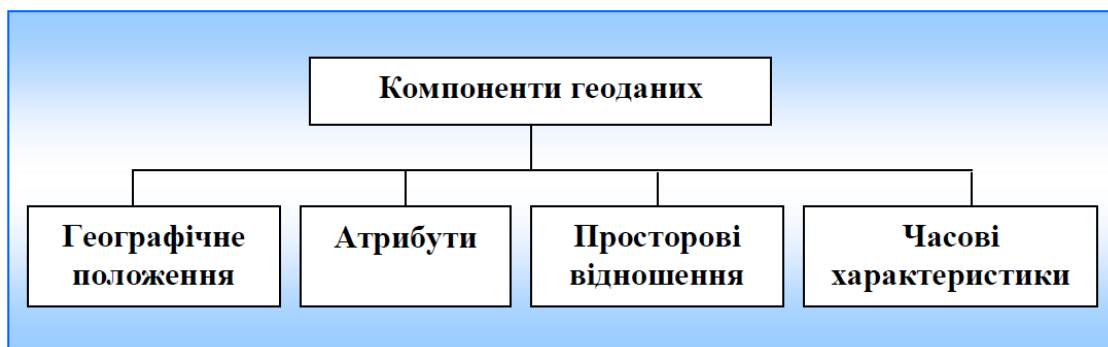


Рисунок 8.2 – Компоненти (складові) географічних даних

8.4 Компоненти ГІС

Компоненти ГІС – частини системи, виділені за певною ознакою або сукупністю ознак, що розглядаються як єдине цілісне утворення (рис. 8.3) та виконують деякі покладені на них функції (рис. 8.4).



Рисунок 8.3 – Компоненти ГІС

Інформаційне забезпечення ГІС є відповідним чином закодованою просторовою інформацією, тобто інформацією, пов'язаною з місцем її розташування.

Апаратне забезпечення – це комп'ютер, на якому інстальована ГІС, а також набір периферійних пристроїв, що забезпечують введення і виведення інформації.

Програмне забезпечення – це сукупність взаємопов'язаних програмних модулів, які забезпечують виконання основних функцій ГІС (можливість введення, збереження, обробки та аналізу даних, їхньої візуалізації, надання підтримки ухвалення рішень), а також безпосереднє керування ГІС загалом.

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.

Функціональне забезпечення – методологічний апарат, закладений у ГІС.

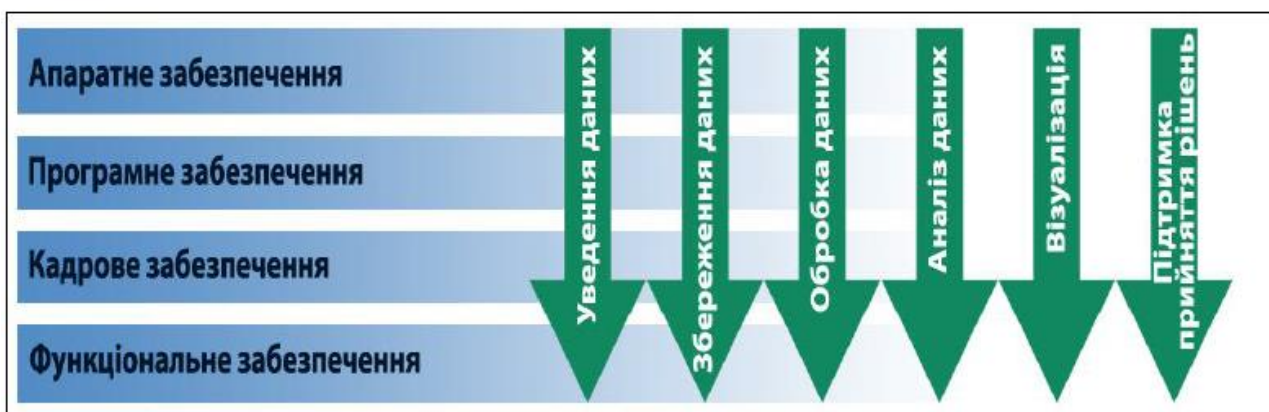


Рисунок 8.4 – Функції ГІС

8.5 Моделі даних у ГІС

Модель даних – це способи цифрового опису просторових об’єктів і концептуальний рівень організації даних.

Вибір методу організації даних у геоінформаційній системі значно важливіший, ніж вибір програмного забезпечення.

Модель даних визначає функціональні можливості утворюючої ГІС та використання тих чи інших технологій введення.

Параметри, які залежать від моделі, подані на рисунку 8.5. Вони реалізуються на рівнях, наданих на рисунку 8.6.



Рисунок 8.5 – Параметри, які залежать від моделі



Рисунок 8.6 – Рівні організації даних моделі

Організацію даних часто називають структурою даних.

У структурі фігурують математичні та програмні терміни, такі як:

- «матриця»;
- «список»;
- «система посилань»;
- «вказівник»;
- «спосіб стиснення інформації».

На наступному рівні знаходиться структура файлів даних та їхні формати.

Рівень організації конкретної бази даних є унікальним для кожного проекту.

Питання для самоконтролю

1. Що таке модель?
2. Що таке об'єкт?
3. Що таке процес?
4. Що таке система?
5. Що таке елемент системи?
6. Що таке довкілля?
7. Що таке гіпотеза?
8. Що таке аналогія?
9. Що таке моделювання?
10. Позначте цілі моделювання.
11. Назвіть принципи моделювання.
12. Перерахуйте аксіоми моделювання.
13. Які види моделювання існують?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Ч. 1 : навч. посіб. / Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко [та ін.] ; [за заг. ред. Р. Н. Кветного]. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 193 с.
2. Інформаційне моделювання стану охорони праці на будівельному майданчику / О. С. Скрипник, М. І. Ворожбіян, М. Ю. Іващенко, В. Е. Абракітов // Комунальне господарство міст. – Серія: Технічні науки та архітектура. – Харків : ХНУМГ, 2022. – Т. 1. – № 168. – С. 121–128. – DOI: 10.33042/2522-1809-2022-1-168-121-128.
3. Абракітов В. Е. Аналогове та квазіаналогове моделювання процесів розповсюдження звуку в просторі для прогнозування шумового режиму на об'єкті, що захищається [Електрон. ресурс] / В. Е. Абракітов. – Електрон. текст. дані. – Харків : Парус, 2007. – 107 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/6057/1/Akustica.pdf>, вільний (дата звернення: 17.01.2026). – Назва з екрана.
4. Скрипник О. С. Дослідження перспектив використання ВІМ-технології для підвищення рівня охорони праці в будівництві [Електрон. ресурс] / О. С. Скрипник, С. А. Грязнова // Забезпечення цивільної безпеки в сучасних умовах: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Мелітополь, 26-30 квітня 2021 р., ТДАТУ [та ін.] / [за заг. ред. О. В. Яцук]. – Електрон. текст. дані. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021 – С. 87–91. – Режим доступу: <https://elar.tsatu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4ae0380f-2d7b-4bfc-814b-d7a586e214c2/content>, вільний (дата звернення: 10.02.2026). – Назва з екрана.
5. Скрипник О. С. Модель об'єкта цивільної безпеки у комп'ютерному моделюванні [Електрон. ресурс] / О. С. Скрипник, М. О. Мороз, М. Ю. Іващенко // Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності : сучасні реалії України: матеріали VІІ Всеукраїнської заочної наук.-практ. конф., Київ, 28 квітня 2022 р. ; НПУ імені М. П. Драгоманова [та ін.] – Електрон. текст. дані. – Харків : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2021. – С. 117. – Режим доступу: <https://kztdop.ipf.npu.edu.ua>, вільний (дата звернення: 01.03.2026). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

АБРАКІТОВ Володимир Едуардович

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БЕЗПЕКОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ
КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності J4 – Охорона праці, освітні програми: «Аудит та консалтингова діяльність в охороні праці», «Охорона праці»)

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*
Редактор *Б. О. Хільська*
Комп'ютерне верстання *В. Е. Абракітов, І. В. Волосожарова*

План 2026, поз. 37Л

Підп. до друку 04.05.2026. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 2,6.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 8386 від 14.07.2025.