

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

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних, розрахунково-графічних
та самостійних робіт
з дисципліни

ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ
ГІС-ПРОЕКТАМИ

*(для студентів 5 курсу денної форми навчання зі спеціальностей
7.08010105, 8.08010105 «Геоінформаційні системи і технології»
та студентів 6 курсу заочної форми навчання зі спеціальності
7.08010105 «Геоінформаційні системи і технології»)*

Методичні вказівки до виконання лабораторних, розрахунково-графічних та самостійних робіт з дисципліни «Планування та управління ГІС-проектами» (для студентів 5 курсу денної форми навчання зі спеціальностей 7.08010105, 8.08010105 «Геоінформаційні системи і технології» та студентів 6 курсу заочної форми навчання зі спеціальності 7.08010105 «Геоінформаційні системи і технології») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Є. І. Кучеренко, І. С. Глушенкова, І. С. Творошенко. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 39 с.

Укладачі: Кучеренко Євген Іванович,
Глушенкова Ірина Сергіївна,
Творошенко Ірина Сергіївна.

Рецензент: д.е.н., доцент К. А. Мамонов

Рекомендовано кафедрою геоінформаційних систем, оцінки землі та нерухомого майна, протокол № 4 від 03.10.2013 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	5
1.1 Визначення понять «проект» і «управління проектом».....	5
1.2 Проекційна схема управління проектом.....	7
1.3 Поняття структури розбиття робіт.....	8
1.4 Створення структури розбиття робіт.....	13
1.5 Структура розбиття робіт та система обліку і контролю.....	15
2 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	16
3 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....	17
3.1 Структура розрахунково-графічної роботи.....	17
3.2 Правила оформлення розрахунково-графічної роботи.....	18
4 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	23
4.1 Основні поняття нечіткості.....	23
4.2 Процес і система нечіткого логічного виведення.....	27
4.3 Методи нечіткого виведення.....	29
4.4 Метод резолюцій.....	33
4.5 Експертні системи.....	33
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	37

ВСТУП

Ефективність управління проектом багато в чому залежить від використовуваної при цьому організаційної структури. Під організаційною структурою управління розуміють сукупність елементів організації (посад і структурних підрозділів), що беруть участь в управлінській діяльності, і зв'язків між ними. Зв'язки між посадами і структурними підрозділами можуть бути або вертикальними (адміністративно-функціональними), для забезпечення адміністративних процесів прийняття і реалізації рішень, або горизонтальними (цільовими або технологічними), для забезпечення процесів виконання робіт. При цьому виділяти горизонтальні й вертикальні зв'язки і процеси можна лише на нижчому рівні декомпозиції діяльності по проекту, близькому до окремих операцій, а на середньому і вищому рівнях уся діяльність із управління проектом складається з діагональних процесів і зв'язків.

1. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1.1 Визначення понять «проект» і «управління проектом»

Усі визначення поняття «проект» базуються на трьох основних характеристиках проекту: наявність унікальної цілі, обмеженість часу, наявність обмежень по ресурсах. Але слід пам'ятати про зв'язок між проектом як попередньо розробленим планом і проектом як процесом реалізації цього плану; між проектом і проектним управлінням. Тому можна визначити *проект* як системний комплекс планових (фінансових, технологічних, організаційних та інших) документів, які містять комплексно-системну модель дій, спрямованих на досягнення оригінальної цілі.

Тобто не слід розуміти сам проект як особливий вид діяльності з управління чим-небудь. Проект – це всебічний план, повноцінна модель дій. Проект необхідно розробити і реалізувати, що і складає укрупнений зміст управління проектом.

Управління проектом (проектне управління) – особливий вид управлінської діяльності, який базується на попередній колегіальній розробці комплексно-системної моделі дій із досягнення оригінальної цілі та спрямований на реалізацію цієї моделі.

Ціль управління проектом полягає у тому, щоб передбачити максимальну кількість проблем, а також спланувати, організувати і контролювати процеси для того, щоб проект було завершено найбільш успішно, не дивлячись на всі труднощі та ризики. Цей процес починається ще до залучення яких-небудь ресурсів і продовжується доти, поки всю роботу не буде закінчено. Ціллю кінцевого результату є задоволення вимог покупця до процесу і якості в межах погоджених строків і без використання інших ресурсів, ніж ті, що були виділені спочатку. У проекті має бути чітко визначена ціль. У ході здійснення проекту має бути отриманий будь-який результат. Якщо проект має багато цілей, то вони повинні бути пов'язані між собою і не конфліктувати одна з одною.

Унікальність. Основною визначальною характеристикою будь-якого проекту є його новизна. Це крок до невідомого, повного ризику та невизначеності. Немає двох абсолютно однакових проектів; навіть повторний проект буде відрізнятися від свого попередника в одному або декількох аспектах – економічному, організаційному, матеріальному.

Проект – одноразова сутність, яка не завжди повторює один і той самий шлях. Але це не означає, що повторювана робота не є проектом. Створення геоінформаційної системи (ГІС) нормативної грошової оцінки будь-якого населеного пункту завжди класифікується як проект. Незважаючи на те, що процеси ті ж самі, є достатня кількість відмінностей у кожного населеного пункту (місце розташування, площа, інфраструктура, вихідні картографічні матеріали і таке інше).

Момент початку і завершення дії. Проект – це продукт тимчасового прикладення зусиль. Він повинен мати чітко визначені початок і кінець, зазвичай виражені у вигляді дат.

Обмеження. Проект має обмеження по вартості, графіку і якості виконання. Вони формують «велику трійку» трикутника ПМ, який має бути збалансованим і керованим для досягнення успіху.

Практичне визначення терміну «проект» в термінах розробки програмного забезпечення: проект – це унікальна тимчасова дія з визначеними датами початку й кінця, спрямована на те, щоб досягнути однієї або кількох цілей в границях обмежень вартості, графіка і якості виконання.

Значно впливають на якість продукту та на управління проекту в цілому три фактори, взаємопов'язані за допомогою складних та детермінованих методів: метод, інструмент, технологія.

Під **методом** розуміють образ дій, засоби або процес, які застосовують для виконання будь-яких дій.

Інструмент – знаряддя або механізм, який застосовують при виконанні роботи або рішенні задачі.

Технологія – спосіб застосування наукового знання в промисловості або бізнесі.

Важливі визначення, що відносяться до управління проектами

Задача: загальний термін для роботи, яку не включено до структури поопераційного переліку робіт, але потенційно може бути розбита на частини фахівцями, відповідальними за її виконання. Також цей термін означає мінімальний рівень трудозатрат у межах проекту.

Дія: елемент роботи, виконаної в процесі реалізації проекту. Дія, зазвичай, має очікувані тривалість і вартість, а також вимоги до ресурсів. Крім того, цю дію можна розділити на окремі задачі.

Фаза: група дій/задач, в ході здійснення яких виробляється істотна частина робочого продукту.

Проект: унікальна, орієнтована на досягнення мети, строкова і обмежена умовами дія.

Програма: сукупність взаємопов'язаних проектів.

Система: організований елемент, який виступає як одне ціле.

Дії мають більш високий порядок, ніж задачі. Дії складаються з задач. Як більш низькі елементи в ієрархії, задачі коротші за тривалістю, ніж дії, стадії, проекти або програми. Як правило, у проекті задачі – це елементи роботи нижчого порядку.

Існує багато визначальних характеристик задач і дій. Задача, зазвичай, це виділена частина роботи, яка має бути завершена протягом деякого часу. Дії часто визначають групу задач, які можуть бути виконані одним фахівцем або організаційною одиницею і (або) які виробляють окремий робочий продукт.

1.2 Проекційна схема управління проектом

Відправною точкою проектного управління є усвідомлення цілі проекту. Ціль в управлінні проектом, зазвичай, характеризується елементами новизни.

Ціль містить у собі основну ідею проекту і діяльність із його реалізації в цілому. В проектному управлінні ціль декомпонують на усвідомлювані та керовані елементи діяльності, логічно та організаційно пов'язані в комплекси робіт. Ціль містить у собі концепцію проекту, тому в результаті декомпозиції цілі отримують ієрархічну, «деревоподібну» структуру проекту.

Управління проектом складається з трьох рівнів: рівень цілеспрямованості, рівень проектування і рівень реалізації.

На рівні цілеспрямованості знаходиться основна ідея – ціль проекту. Ціль проекту розкривається, проектується на поверхню моделі – детального плану дій (рівень проектування). Модель може включати в себе різні аспекти проекту і відображатися в залежності від самого проекту в різних документах, у вигляді ієрархічного дерева цілей, у вигляді структури робіт, структури вартості, структури продукції (результату) проекту, мережових та інформаційно-технологічних моделей.

На рівні проектування старанно проробляють засоби і предмети діяльності, необхідні для реалізації проекту: основні засоби, ресурси, організаційну структуру проекту, систему комунікацій між елементами проекту. Також моделюванню підлягають сценарії взаємодії елементів проекту з зовнішнім середовищем у вигляді дерев ризиків, дерев рішень та інших моделей. У ході проектування створюють, аналізують і затверджують модель

діяльності та її результатів, спрямованих на досягнення поставлених цілей. Таку всебічну модель діяльності, яку відображено в сукупності тих чи інших логічно пов'язаних документів, можна визначити як бізнес-проект.

Модель проекту, що є його ідеальним утіленням, потім проектують на поверхню предметної області (рівень реалізації). Ідеальні конструкції, що складають проект, утілюють у конкретні матеріальні об'єкти, де вони в деякій мірі змінюються під впливом зовнішнього середовища і реальної предметної області, в межах якої здійснюється реалізація проекту. Ефективна реалізація проекту – це досягнення оптимального компромісу між вимогами проектних рішень і можливостями реальності.

У ході контролю по контуру зворотного зв'язку досягнуті результати відображають на поверхні ідеальної моделі проекту. При цьому показники досягнутих результатів порівнюють із запланованими показниками, які закладені в модель. Відхилення між фактичними та плановими показниками документально фіксують. Таким чином, створюють модель, яка відображає фактичний стан проекту. Цю фактичну модель порівнюють із раніше поставленими цілями, виходячи з чого визначають ефективність проекту як ступінь досягнення цих цілей. Наприкінці створюють кінцеву фактичну модель, визначають фактичні результати і ефективність проекту.

Управління проектом – це послідовне представлення цілі у вигляді моделі і перенесення цієї моделі на фактичну предметну область. Процеси контролю – це відображення досягнутих результатів на поверхні моделювання і забезпечення порівняння результатів із поставленими цілями.

Процес проектування ГІС починають із визначення вимог до системи та вихідних даних. У результаті аналізу вимог отримують специфікації ГІС у вигляді текстових описів, структурних схем та діаграм. У процесі визначення специфікацій будують загальну модель предметної області, конкретизують основні функції ГІС та її поведінку при взаємодії з оточуючим середовищем.

1.3 Поняття структури розбиття робіт

Одним із ефективних інструментів управління проектом є структура розбиття робіт (СРР). СРР дозволяє визначити, які роботи необхідно виконати для реалізації проекту, та встановити єдину структуру управління цими роботами.

Структура розбиття робіт (СРР), або дерево робіт, структура робіт, структурна декомпозиція робіт (СДР) – це ієрархічний граф, вузли якого

відображають роботи і комплекси робіт, а зв'язки, які завжди мають вигляд «один до одного», розбиття вищого елемента на нижчі. Елементи нижчого рівня утворюють елемент вищого рівня з використанням тільки логічного «і». Приклад схеми СРР проекту наведено на рисунку 1.

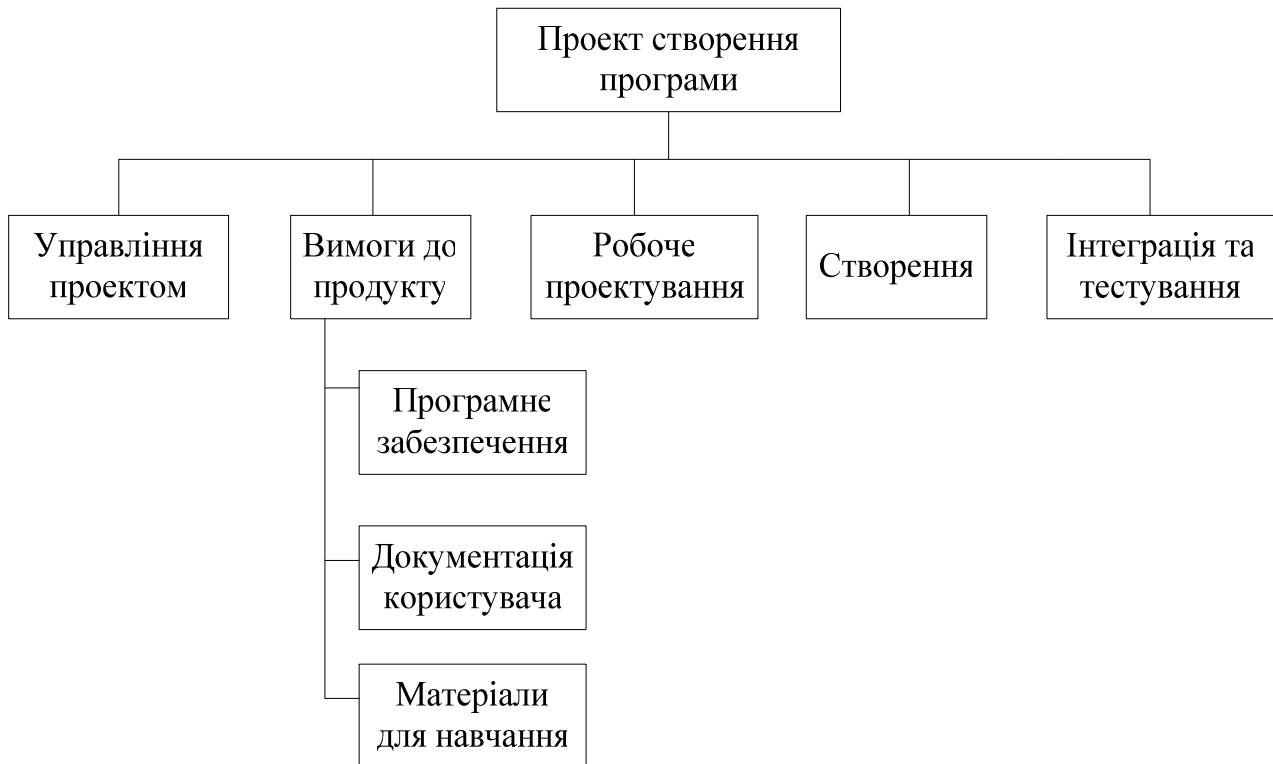


Рисунок 1 – Фрагмент структури розбиття робіт

На найвищому рівні декомпозиції представлено проект в цілому. На найнижчому рівні зображено одиничні роботи. Їх ще називають пакетом робіт або робочим пакетом. **Пакет робіт** – це одиниця виміру всієї діяльності по проекту. Робочі пакети закріплені за визначеними особами, мають чітко визначені строки, вартість і вимоги до якості, відображені у відповідній документації. Робочі пакети – це одиниці управління проектом. Вони слугують інформаційною базою, первинним елементом обліку управління проектом.

Англійською мовою СРР позначають терміном *Work Breakdown Structure (WBS)*, а пакет робіт – *work package*. Американський стандарт *ANSI PMBoK:2000* визначає *WBS* як групування елементів проекту, що орієнтоване на створення результату і дозволяє визначити загальний зміст робіт за проектом. Кожний нижчий рівень подає вищу роботу в більш детальному вигляді.

У німецьких літературних джерелах СРР носить назву *Projektstrukturplan (PSP)*, що часто переводять як структурний план проекту.

До поняття СРР входять:

- *структура* – сукупність відношень між елементами системи, необхідних і достатніх для досягнення цілі проекту;

- *розбиття* – поділ на складові частини або категорії, поділ на простіші складові частини, декомпозиція;

- *робота* – тривале фізичне або розумове зусилля, спрямоване на досягнення результату; діяльність, обов'язок, функція, операція, що виконується співробітником або колективом; частина трудового процесу, який вимагає витрати часу та ресурсів.

Дані поняття підкреслюють наступні характеристики СРР:

- СРР це проект у вигляді робіт, які припускають діяльність, спрямовану на досягнення відчутного результату;

- СРР це ієрархічна структура;

- усі елементи СРР спрямовані на досягнення цілей шляхом створення результату (продукції, інформації, послуги).

СРР дозволяє учасникам проекту досягнути чіткого уявлення про кінцеву продукцію проекту і всіх робіт, необхідних для створення цієї продукції. СРР «розбиває» проект на ієрархічно зв'язані, керовані, прості та контрольовані комплекси і пакети робіт, що дозволяє досягнути необхідного балансу між потребами управління і оптимальним поданням інформації по проекту.

Вищі рівні СРР відображають найзначніші, укрупнені комплекси робіт, частини продукції або фази життєвого циклу проекту. Ці рівні також визначають логіко-часові точки кількісного та якісного контролю виробленої продукції, а також контролю вартості й тривалості проекту. Зміст вищих рівнів СРР залежить від типу проекту і предметної області, в межах якої здійснюється проект. Нижні рівні СРР фокусують увагу керівництва на змісті, вартості, тривалості і якості робіт по проекту.

Ключовою орієнтацією СРР є створювані результати (deliverables), котрі можна визначити як вимірювані й ті, що піддаються перевірці, виходи або продукти, які отримують внаслідок виконання робіт по проекту або окремій його частині. Створювані цільові результати діяльності по проекту складають у сукупності продукцію проекту.

СРР як управлінська модель є ефективним і обов'язковим інструментом управління, СРР:

- розбиває (розкладає) зміст проекту в цілому на зрозумілі та відчутні результати, а також дозволяє визначити зміст робіт у відповідності до вимог ефективного управління;

- прозоро і повно визначає зміст проекту в термінах виробленої продукції, відчутних результатах, що зрозумілі як для учасників проекту, так і для зацікавлених осіб;

- слугує основою для створення системи відповідальності та звітності про роботу і результати проекту (прикладом може слугувати матриця відповідальності, яка поєднує СРР та організаційну структуру управління проектом);

- визначає формати даних для оцінки поточного стану проекту, періодичних перевірок і аналізу ключових показників проекту;

- дозволяє виявляти зв'язки між роботами проекту в ході контролю, коректури або зміни основних показників проекту.

Для керівництва проекту СРР є необхідним інструментом, тому що вона дозволяє:

- забезпечити досягнення цілей проекту шляхом їх порівняння з елементами дерева робіт різного рівня;

- розкласти складний за змістом проект на більш прості та керовані складові;

- створити основу для сіткового моделювання, планування, розподілу відповідальності;

- більш детально позначити вимоги до ресурсів, необхідних для виконання робіт;

- визначити структуру даних, необхідних для поточної оцінки вартості, тривалості та якості робіт;

- створити основу для управління ризиками проекту.

Дерево робіт проекту дозволяє виявити області діяльності, які виконують зовнішні виконавці. За кожним виконавцем закріплюють окремі роботи, які є елементами СРР, в рамках бюджетних та календарних обмежень.

СРР має включати всі роботи, які повинні виконати всі учасники проекту і зацікавлені особи. При цьому кількість рівнів декомпозиції в різних проектах може бути різною. В одних випадках достатньо використати три рівня, в інших – більше. Глибина декомпозиції залежить від розміру і складності

проекту, а також від вимог керівництва проектом до детальності необхідної інформації.

Дерево робіт призначене для чіткого уявлення робіт і результатів проекту. Тому СРР має складатися з елементів, які відображають результати роботи, що ідентифікуються (продукція, товари, обладнання, дані, послуги).

Таким чином, СРР:

- визначає ієрархічну структуру результатів і продукції проекту;
- є основою для визначення робіт, необхідних і достатніх для досягнення поставлених перед проектом цілей;
- забезпечує наочне графічне і компактне текстове уявлення змісту проекту;
- забезпечує основу для визначення структури життєвого циклу проекту;
- є інструментом для інтеграції процесів управління вартістю, тривалістю та якістю проекту;
- забезпечує основу для визначення системи відповідальності за роботи проекту;
- полегшує формування системи комунікацій в ході надання звітності, аналізу й оцінки поточного стану проекту;
- є основою для визначення і використання цільових показників проекту і його складових частин.

На основі СРР визначаються ключові показники тривалості, вартості та якості робіт по проекту, а також результати цих робіт.

СРР є підґрунтям для розробки матриці відповідальності, яка поєднує СРР і організаційну структуру управління проектом (*Organization Breakdown Structure – OBS*).

На основі СРР розробляють сіткові моделі, які використовують в управлінні проектом.

СРР також слугує підґрунтям для розробки ієрархічних вартісних (*Cost Breakdown Structure – CBS*) і ресурсних (*Resource Breakdown Structure – RBS*) моделей проекту.

СРР використовують для визначення зовнішніх і внутрішніх результатів. Цими результатами можуть бути матеріальна продукція, інформація, а також послуги, які надаються.

Розробка СРР – це один із найважливіших етапів проекту. Для розробки СРР необхідно мати уявлення про структуру цілей та укрупнений зміст проекту (*basic score*). Під час реалізації нескладних проектів можна використовувати

СРР як першочергову модель, тобто без попереднього визначення цілей і розробки укрупненого змісту проекту.

Визначення змісту проекту може бути розпочате з розробки СРР, коли ще немає повної інформації про проект. В цьому випадку модель має дороблятися по мірі того, як буде з'являтися інформація про цілі та зміст проекту.

1.4 Створення структури розбиття робіт

Створення СРР – це декомпозиція проекту на його складові, що здійснюється шляхом послідовного ітеративного розгляду цілей і задач проекту, критеріїв і обмежень, змісту проекту, технічних і споживчих вимог та інших атрибутів проекту і його продукції. Вищі рівні дерева робіт можуть бути створені на самих ранніх етапах концептуального проектування. По мірі того, як з'являються додаткові дані щодо вимог до проекту, може бути створено більш детальну СРР.

Для створення СРР необхідно дотримуватись таких принципів:

- подумки охоплювати проект у цілому (розглядати проект як існуючу на високому рівні уявленню цілісну систему, що розбивається на нижчих рівнях на більш дрібні складові);
- постійно пам'ятати про проміжні результати (Що потрібно зробити?);
- завжди думати про кінцевий результат (Як впливає той чи інший компонент дерева робіт на кінцеві результати?);
- роздумувати в термінах виробництва або створення результатів (Які вибрати методи? Які можливі спеціалізовані процеси? Які встановити вимоги до якості? Які припускаються перевірки та інспекції?).

При розробці дерева робіт необхідна формалізація уявлення про кінцевий продукт проекту:

- Яким він є?
- Із яких частин він складається?
- Яким чином складові частини працюють у єдиній системі?
- На задоволення яких потреб спрямоване використання продукції?

Загальний процес створення СРР проекту складається з поданих далі кроків.

Крок 1. Ідентифікація кінцевої продукції проекту (Що має бути створено і здано замовнику для досягнення цілі проекту?). Ретельне вивчення документів, що містять загальний опис проекту (наприклад технічне завдання,

технічний проект, склад робіт (*statement of work*) та інше), необхідних для забезпечення узгодженості між деревом робіт і вимогами до проекту.

Крок 2. Визначення основних виробничих результатів проекту, які можуть бути проміжними результатами (наприклад проектна документація).

Крок 3. Декомпозиція основних результатів до рівня, необхідного і достатнього для ефективного контролю за проектом. Цей рівень загалом складається з результатів, які мають самостійні значущість і цінність. Такі результати повинні мати самостійні показники якості й вартості.

Крок 4. Удосконалення дерева робіт доти, поки воно не буде задовольняти потреб усіх учасників проекту і зацікавлених осіб.

При розробці СРР необхідно дотримуватись таких правил:

- кожний елемент структури має бути окремим (одиничним) відчутним результатом, який можна перевірити;
- кожний елемент СРР – це об'єднання всіх пов'язаних елементів нижчого рівня;
- елемент структури може бути пов'язаний тільки з одним елементом вищого рівня;
- результати проекту мають бути декомпозовані до рівня, котрий ясно показує, яким чином ці результати можуть бути отримані (запроектовані, закуплені, вироблені та інше);
- розподіл елементів дерева робіт по проекту від найвищого до найнижчого повинен мати логічні засади;
- результати, показані у вузлах СРР, мають бути унікальними, тобто відрізнятися від інших результатів того ж самого чи інших рівнів;
- результати мають бути чітко сформульовані й повинні виключати можливість дублювання робіт;
- елементи дерева робіт мають чітко обмежувати за розмірами результати проекту, в той же час вони повинні бути не настільки малими, щоб викликати додаткові витрати для змінення системи контролю й управління проектом;
- розробка структури робіт має бути гнучкою та динамічною для можливості внесення змін до змісту проекту;
- усі результати проекту мають бути явно присутніми в СРР;
- СРР повинна відповідати структурі об'єктів і питань, які аналізуються та містяться в регулярній звітній документації (протоколах засідань, щомісячних звітах та інше);

- СРР має бути сумісною з організаційною структурою управління і структурою рахунків проекту;
- система кодування робіт у СРР має чітко показувати місце роботи в усій моделі.

1.5 Структура розбиття робіт та система обліку і контролю

Слід звертати особливу увагу на питання узгодження дерева робіт та системи обліку і контролю. Чіткий зв'язок між елементами СРР та відповідними вартостями та тривалістю критично важливий для інтегрованого контролю за всіма показниками проекту. Для узгодження СРР і системи показників необхідно мати на увазі таке:

- усі роботи в СРР мають бути оцінені та проаналізовані, перевірені з точки зору ресурсного забезпечення, заплановані, бюджетовані та проконтрольовані. Кожний з елементів структури робіт має бути наявним у календарних та мережевих планах, бюджетах, структурі вартості, системі відповідальності, системі ресурсного забезпечення;
- у випадках, коли існує досить прозорий зв'язок (із виробничо-технологічних причин) між параметрами проекту та елементами СРР, які вимірюються, – допускається встановлювати зв'язок між деревом робіт і системою показників на вищих рівнях;
- окремі елементи СРР при об'єднанні мають дозволяти оцінювати показники робіт вищого рівня.

Під час розробки СРР слід бути готовими до розв'язання таких проблем:

- встановлення балансу між детальністю уявлення робіт в СРР та вимогами до системи збору даних (дерево робіт не самоціль, а засіб, котрий допомагає керівникові проекту уявити складні проблеми у вигляді простих елементів, якими можна управляти. Надлишкова детальність структури робіт може привести до нереальних вимог щодо заповнення її первинними даними);
- розробка СРР, яка визначає логічні відносини між усіма компонентами проекту (логічні зв'язки можуть бути висвітлені за допомогою сіткових моделей);
- обов'язковість розробки та використання дерева робіт (розробка сіткової моделі без попередньої розробки СРР може привести до непередбачених складностей.);
- розробка СРР, яка не має націленості на результати;
- виникнення перехресної відповідальності за виконання робіт.

2. ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Завдання 1. Згідно з темою проекту ГІС, ознайомившись із предметною областю, скласти опис цілей проекту у вигляді ієрархічного дерева цілей.

Завдання 2. Формування та дослідження компонент ГІС-проекту. Створення комплексу задач у ГІС-проектах. Визначення властивостей задач.

Завдання 3. Формування процедур зв'язування задач. Визначення коректності задач, що розв'язуються. Редагування та корекція зв'язків ГІС-задач.

Завдання 4. Виконати декомпозицію робіт зі створення ГІС-проекту та скласти схему структури розбиття робіт у вигляді дерева робіт.

Завдання 5. Визначення ресурсів системи. Формування множини ресурсів у ГІС. Визначення коректності подання ресурсів. Редагування та корекція ресурсних витрат ГІС-проекту.

Завдання 6. Визначення часових ресурсів системи. Моделювання часових ресурсів системи. Визначення коректності подання часових ресурсів.

Завдання 7. Визначення перевантажень в ГІС-проектах. Аналіз критичного шляху виконуваних робіт Дослідження процесів та можливих конфліктів.

Завдання 8. Моделювання перевантажень в ГІС-проектах. Усунення перевантажень. Дослідження коректності та ефективності ГІС-проекту.

3. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Розрахунково-графічна робота є складовою частиною навчальної дисципліни «Планування та управління ГІС-проектами» та призначена для практичного закріплення і розширення отриманих теоретичних знань.

Завданням розрахунково-графічної роботи є придбання студентом навичок щодо «Планування ГІС-проекту». Кожний студент виконує індивідуальне завдання, яке видається йому викладачем.

3.1 Структура розрахунково-графічної роботи

За результатами розрахунково-графічної роботи оформлюється пояснювальна записка і здається викладачеві на перевірку. Пояснювальна записка оформлюється згідно до ДСТУ 3008-95 та ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 і повинна містити:

- вступ;
- постановку завдання дослідження;
- аналіз предметної області;
- синтез графічної моделі досліджуваного процесу;
- формування стратегії поліпшення проблемного процесу;
- висновок;
- список джерел.

У вступі необхідно дати короткий опис предметної області, сформулювати мету роботи і показати актуальність проведеного дослідження.

Постановка завдання дослідження повинна містити:

- визначення сфери діяльності;
- виявлення нормативних документів, що встановлюють вимоги до процесу;
- встановлення учасників процесу і структури їх підпорядкованості.

У розділі «Аналіз предметної області» необхідно виявити найбільшу кількість особливостей процесу та їх зв'язок з проблемною областю, описати алгоритм і принципи його функціонування із зазначенням переліку окремих підсистем, їх функцій і цілей.

Розділ «Аналіз предметної області» може містити таку інформацію:

- встановлення складу вхідної, вихідної та внутрішньої документації процесу;

- опис порядку функціонування процесу;
- аналіз зв'язку процесу з досліджуваною проблемою.

У розділі «Синтез графічної моделі досліджуваного процесу» необхідно сформулювати загальне графічне представлення досліджуваного процесу.

Подається вербальний і графічний опис функціонування процесу, що включає графічну схему виконання процесу і текстові коментарі, що пояснюють на схемі як виконується процес.

У розділі «Формування стратегії поліпшення проблемного процесу» необхідно сформулювати пропозиції щодо вдосконалення процесу.

У висновку повинні бути підведені підсумки виконаної роботи, вказується обсяг виконаної роботи, яка вирішена задача і практична користь, яку принесло її рішення.

Список використаної літератури повинен містити посилання на основні джерела, використані при виконанні розрахунково-графічної роботи.

3.2 Правила оформлення розрахунково-графічної роботи

Розрахунково-графічну роботу оформлюють на аркушах формату А4 (210х297 мм).

Текст роботи слід друкувати, дотримуючись таких розмірів полів: верхнє, лівє і нижнє – не менше 20 мм, правє – не менше 10 мм.

Гарнітура шрифту роботи – Times New Roman (Сур), кегль – 14, колір друку – чорний, міжрядковий інтервал – полуторний. Щільність тексту повинна бути рівномірною (без розріджень і ущільнень). Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж усього тексту і дорівнювати п'яти знакам.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Заголовки структурних елементів роботи і заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.

Нижче кожного розділу повинно бути залишено не менше одного вільного рядка. Вище і нижче кожного підрозділу повинно бути залишено не менше одного вільного рядка.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів слід починати з абзацного відступу і друкувати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою.

Сторінки роботи слід нумерувати арабськими цифрами, дотримуючись наскрізної нумерації по всьому тексту. Номер сторінки проставляється в

правому верхньому кутку сторінки без крапки в кінці. Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок звіту. Номер сторінки на титульному листі не проставляють.

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти роботи слід нумерувати арабськими цифрами.

Розділи роботи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення суті роботи і позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3...

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, розділених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 і т. д.

Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу і порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, відокремлених крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 і т. д.

Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, або пункт складається з одного підпункту, його нумерують.

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розташовувати в роботі безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання у роботі. Якщо ілюстрації створені не автором звіту, то необхідно дотримуватися вимог чинного законодавства про авторські права.

Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. При необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (під рисунковий текст). Ілюстрація позначається словом «Рисунок __», яке разом з назвою ілюстрації поміщають після пояснювальних даних, наприклад, «Рисунок 3.1 – Схема розміщення».

Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, розділених крапкою, наприклад, рисунок 3.2 – другий рисунок третього розділу.

Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць. Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті звіту.

Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться в додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, таблиця 2.2 – перша таблиця другого розділу. Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва повинна бути короткою і відбивати зміст таблиці.

Заголовки граф таблиці друкують з великих літер, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком.

Перерахування, при необхідності, можуть бути приведені всередині пунктів або підпунктів. Перед перерахуванням ставлять двокрапку.

Перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру українського алфавіту з дужкою, або, не нумеруючи – дефіс (перший рівень деталізації).

Для подальшої деталізації переліку слід використовувати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації).

Перерахування першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, другого рівня – з відступом щодо місця розташування перерахувань першого рівня.

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки. Вище і нижче кожної формули або рівняння повинно бути залишено не менше одного вільного рядка.

Формули та рівняння слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

Посилання в тексті на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками. Бібліографічні описи в переліку посилань подають у порядку, в якому вони вперше згадуються в тексті. Бібліографічні описи в переліку посилань подають на мові оригіналу.

Допускається наводити посилання на джерела у виносках, при цьому оформлення посилання має відповідати його бібліографічному опису за переліком посилань із зазначенням номера.

Приклади бібліографічного опису.

Книга одного автора:

Андреев, В. В. Как организовать делопроизводство на предприятии [Текст] / В. В. Андреев. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 94 с.

Книга двох авторів:

Белов, А. В. Финансы и кредит [Текст]: учеб. / А. В. Белов, В. Н. Николаев. – К.: Университет, 2004. – 215 с.

Книга трьох авторів:

Агафонова, Н. Н. Гражданское право [Текст]: учеб. пособие / Н. Н. Агафонова, Т. В. Богачева, Л. И. Глушкова; под общ. ред. А. Г. Калпина. – Х.: Фактор, 2000. – 542 с.

Книга чотирьох авторів:

Элементы информатики [Текст]: довідник / В. С. Височанський, А. І. Кардаш, В. С. Костев, В. В. Черняхівський. – К.: Наук. думка, 2003. – 192 с.

Книга п'яти авторів та більше:

Коротковолновые антенны [Текст]: учеб. пособие / Г. З. Айзенберг, С. П. Белоусов, Я. М. Журбин и др.; под общ. ред. А. А. Стогния. – М.: Радио и связь, 2003. – 192 с.

Перекладне видання:

Нойман, Э. Происхождение и развитие сознания [Текст]: пер. с англ. – К.: Ваклер, 1998. – 462 с.

Книги під заголовком:

Информационные технологии в маркетинге [Текст]: учеб. / под ред. Г. А. Титаренко. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 335 с.

Статті із журналів:

Гончаров, В. А. Численная схема моделирования дозвуковых течений вязкого сжимаемого газа [Текст] / В. А. Гончаров, В. М. Кравцов // Журн. вычисл. математики и мат. физики. – 1988. – Т. 28, №12. – С. 1858-1866.

Збірники наукових праць:

Отчет о выполнении плана научно-исследовательских работ за 2003 год [Текст]: сб. науч. тр. / Рос. Акад. мед. наук, Сиб. отд. – Новосибирск: СО РАМН, 2004. – 83 с.

Тези конференцій:

Образование, наука, производство на пути углубления интеграции и повышения качества инженерного образования [Текст]: тез. докл. науч.-практ. конф. (окт. 2000) / отв. ред. В. Г. Вдовенко. – Красноярск: САА, 2000. – 53 с.

Матеріали конференцій:

Проблемы экономики, организации и управления реструктуризацией и развитием предприятий промышленности [Текст]: материалы IV междунар. науч.-практ. конф., 30 марта 2005 г. Новочеркасск / редкол.: Б. Ю. Серебряков (отв. ред.). – Новочеркасск: Темп, 2005. – 58 с.

Дисертації:

Антопольский, А. Б. Описание информационных языков [Текст]: дис. ... канд. филол. наук / А. Б. Антопольский. – М., 1969. – 404 с.

Автореферати дисертацій:

Бутковский, О. Я. Обратные задачи хаотичной динамики и проблемы предсказуемости хаотичных процессов [Текст]: автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук: 01.04.03 / О. Я. Бутковский; [Ин-т радиотехники и электроники РАН]. – М., 2004. – 39 с.

Віддаленого доступу:

Основные направления исследований, основанные на семантическом анализе текстов [Электронный ресурс] / С.-Петербург. гос. ун-т, фак. прикладной математики – процессов управления. – Режим доступа: [www/ URL: http://arcr.arpmath.spbu.ru/ru/staff/tuzov/onapr.html/](http://arcr.arpmath.spbu.ru/ru/staff/tuzov/onapr.html/) – 10.12.2004 г. – Загл. с экрана.

Локального доступу:

Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]: интеракт. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – СПб.: Питер Ком, 1997. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: ПК от 486 DX 66 МГц; RAM 1616 Мб; Windows 95; зв. плата. – Загл. с этикетки диска.

Критеріями оцінки розрахунково-графічної роботи є:

- глибина і актуальність знань, показаних студентом в розрахунково-графічній роботі;
- відповідність отриманих результатів завданню.

Оцінка «зараховано» ставиться, якщо всі критерії повністю досягнуті студентом.

Оцінка «не зараховано» ставиться, якщо не повністю досягнуті всі критерії або вчинено більше 2 грубих помилок, у такому разі робота повертається студентові на доопрацювання. Якщо розрахунково-графічну роботу не зараховано, то студент не може бути допущений до заліку (іспиту) з дисципліну «Планування та управління ГІС-проектами».

4. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Завданням самостійної роботи студентів є опрацювання додаткової інформації для більш поглибленого вивчення дисципліни «Планування та управління ГІС-проектами»:

- знання орієнтовані технології в плануванні та управлінні ГІС-проектами за умов невизначеності;
- логічне виведення Мамдані;
- логічне виведення Сугено;
- методи резолюцій;
- експертні системи та моделі, проблеми їх інтеграції з програмним середовищем створення геоінформаційних систем.

4.1 Основні поняття нечіткості

Теорія нечітких множин бере свій початок з 1965 року, коли професор Лотфі Заде з університету Берклі в США опублікував свою роботу «Fuzzy Sets» у журналі «Information and Control».

Прикметник «fuzzy» (нечіткий, розмитий) введено в назву нової теорії з метою відокремлення від традиційної чіткої математики, що оперує з чіткими поняттями: «належить – не належить», «істина – хибність».

Початком практичного застосування теорії нечітких множин можна вважати 1975 рік, коли Е. Мамдані побудував перший нечіткий контролер, заснований на нечітких лінгвістичних правилах «якщо – то», що привело до підвищення інтересу до теорії нечітких множин.

У 1992 році Коско була доведена *теорема про нечітку апроксимацію*, відповідно до якої будь-яка математична система може бути апроксимована системою, заснованою на нечіткій логіці. Іншими словами, за допомогою природно-мовних висловлень-правил «якщо – то», з подальшою їх формалізацією засобами теорії нечітких множин, можна точно відбити довільний взаємозв'язок «вхід – вихід».

У 1992 році Ванг показав, що нечітка система є універсальним апроксиматором, тобто може апроксимувати будь-яку неперервну функцію з довільною точністю, якщо використовувати набір з n ($n \rightarrow \infty$) правил виду «якщо – то», гаусові функції належності, композиції у вигляді добутку, імплікації у формі Ларсена та центроїдний метод приведення до чіткості.

У 1995 році Кастро показав, що логічний контролер Мамдані також є універсальним апроксиматором при симетричних трикутних функціях належності, композиції з використанням операції мінімуму, імплікації у формі Мамдані і центроїдного методу приведення до чіткості.

Системи з нечіткою логікою **доцільно застосовувати** для складних процесів, коли експертні знання про об'єкт або про процес можна сформулювати тільки в лінгвістичній формі.

Системи, що базуються на нечіткій логіці, **застосовувати недоцільно**, якщо необхідний результат може бути отриманий яким-небудь іншим (стандартним) шляхом, або якщо для об'єкта або процесу вже знайдена адекватна і легко досліджувана математична модель.

Основні недоліки систем з нечіткою логікою:

- вихідний набір нечітких правил, що постулюються, формулюється експертом-людиною і може виявитися неповним або суперечливим;
- вид і параметри функцій належності, що описують вхідні і вихідні змінні системи, вибираються суб'єктивно і можуть виявитися такими, що цілком не відбивають реальну дійсність.

Нехай U – універсальна множина, u – елемент U , а G – деяка властивість. Звичайна (чітка) підмножина A універсальної множини U , елементи якої мають властивість G , визначається як множина впорядкованих пар $\{ \langle \mu_A(u) | u \rangle \}$, де $\mu_A(u)$ – характеристична функція належності, що приймає значення 1, якщо u має властивість G , та 0 – у протилежному випадку.

Нечітка підмножина відрізняється від звичайної тим, що для елементів u з U немає однозначної відповіді «ні» або «так» щодо властивості G .

У зв'язку з цим **нечітка підмножина** A універсальної множини U визначається як множина впорядкованих пар $A = \{ \langle \mu_A(u) | u \rangle \}$, де $\mu_A(u)$ – характеристична *функція належності*, що приймає значення в деякій цілком впорядкованій множині M (наприклад, $M = [0; 1]$).

Функція належності вказує ступінь належності елемента u нечіткій підмножині A . Множину M називають *множиною належностей*.

Якщо $M = \{0, 1\}$, то нечітка підмножина A може розглядатися як чітка множина. Чітку множину A можна розглядати як граничний випадок нечіткої множини A , функція належності якої $\mu_A(u)$ набуває лише бінарних значень.

Приклад: подати у вигляді нечіткої множини поняття «Чоловік середнього зросту» на універсальній множині $U = \{155, 160, 165, 170, 175, 180, 185, 190\}$. Одне з можливих рішень виглядає так: $A = (0/155, 0,1/160, 0,3/165, 0,8/170, 1/175, 1/180, 0,5/185, 0/190)$.

Нечітка змінна визначається як $\langle a, U, A \rangle$, де a – найменування змінної, $U = \{u\}$ – область визначення змінної, $A = \{\langle \mu_A(u) | u \rangle\}$ – нечітка множина, що описує обмеження на можливі значення змінної a .

Нечітка змінна – це теж саме, що і нечітке число, тільки з додаванням імені, яким формалізується поняття, що описується цим числом. Для людини зручніше задавати значення змінної не числами, а словами. Щодня ми приймаємо рішення на основі лінгвістичної інформації такого типу: «дуже висока температура», «утомлива поїздка», «швидка відповідь», «красивий букет», «гармонійний смак» і тому подібне. Психологи встановили, що в людському мозку майже вся числова інформація вербально перекодовується і зберігається у вигляді слів.

Лінгвістична змінна – це множина нечітких змінних, вона використовується для того, щоб дати словесний опис деякому нечіткому числу, отриманому в результаті деяких операцій.

Лінгвістична змінна визначається як (4.1)

$$\langle x, L, U, G, M \rangle, \quad (4.1)$$

де x – найменування змінної;

L – множина її значень, що складається з найменувань нечітких змінних, областю визначення кожної з яких є множина U ;

G – синтаксична процедура, що дозволяє оперувати елементами терм-множини L , зокрема, генерувати нові осмислені терми;

M – семантична процедура, що дозволяє приписати кожному новому значенню лінгвістичної змінної нечітку семантику, шляхом формування нової нечіткої множини.

Терм-множина – це множина всіх можливих значень лінгвістичної змінної.

Терм – будь-який елемент терм-множини. У теорії нечітких множин терм формалізується нечіткою множиною за допомогою функції належності.

Наприклад, змінна «швидкість автомобіля» може набувати значень «низька», «середня», «висока» і «дуже висока». В цьому випадку лінгвістичною змінною є «швидкість автомобіля», термами – лінгвістичні оцінки «низька», «середня», «висока» і «дуже висока», які і складають терм-множину.

Нечіткий терм – це нечітка множина, яка має властивість, якій відповідає певне поняття.

Недетермінованість висновків означає, що заздалегідь шлях вирішення конкретної задачі в просторі її станів визначити неможливо. Тому в більшості випадків методом проб і помилок вибирається деякий ланцюжок логічних висновків, що узгоджуються з наявними знаннями, а у випадку, якщо він не приводить до успіху, то організовується перебір з поверненням для пошуку іншого ланцюжка. Такий підхід припускає визначення деякого первісного шляху. Недетермінованість висновків варто враховувати при розробці ефективних способів подання і збереження знань, а також при побудові методів пошуку й обробки знань, що дозволяють одержати вирішення задачі за найменше число кроків.

Багатозначність інтерпретації – звичайне явище в задачах розпізнавання. При розумінні природної мови серйозними проблемами стають багатозначність змісту слів, їхня підпорядкованість, порядок слів у реченні. Проблеми розуміння змісту виникають у будь-якій системі, що взаємодіє з користувачем природною мовою. Розпізнавання графічних образів також пов'язано з вирішенням проблеми багатозначної інтерпретації. При комп'ютерній обробці знань багатозначність необхідно усувати шляхом вибору правильної інтерпретації.

Ненадійність знань і висновків означає, що для оцінки вірогідності знань не можна застосувати двобальну шкалу (1 – абсолютно достовірні знання, 0 – недостовірні знання). Для більш тонкої оцінки вірогідності знань застосовується імовірнісний підхід, заснований на теоремі Байєса. Широке застосування на практиці одержали нечіткі висновки, які будуються на базі нечіткої логіки.

Неповнота знань і немонотонна логіка. Абсолютно повних знань не буває, оскільки процес пізнання нескінченний. У зв'язку з цим стан бази знань повинний змінюватися з часом. На відміну від простого додавання інформації, як у базах даних, при додаванні нових знань виникає небезпека одержання суперечливих висновків: тобто висновки, отримані з використанням нових знань, можуть спростовувати ті, що були отримані раніше. Ще гірше, якщо нові знання будуть знаходитися в протиріччі зі старими, тоді механізм висновку може стати непрацездатним.

Більшість експертних систем першого покоління були засновані на моделі закритого світу, обумовленій застосуванням апарату формальної логіки для обробки знань.

Модель закритого світу припускає твердий добір знань, що включаються в базу, а саме: база знань заповнюється винятково вірними поняттями, а усе, що

ненадійно або невиразно, свідомо вважається помилковим. Така модель має обмежені можливості подання знань.

Недоліки моделі закритого світу пов'язані з тим, що формальна логіка виходить з передумови, відповідно до якої набір визначених у системі аксіом є *повним* (теорія є повною, якщо кожний її факт можна довести, виходячи з аксіом цієї теорії). Для повного набору знань справедливність раніше отриманих висновків не порушується з додаванням нових фактів. Ця властивість логічних висновків називається *монотонністю*.

Неточність знань. Відомо, що кількісні дані можуть бути неточними, при цьому існують кількісні оцінки такої неточності. Лінгвістичні знання також можуть бути неточними. Для врахування неточності лінгвістичних знань використовується теорія нечітких множин. Фактично нечіткість може бути ключем до розуміння здатності людини справлятися з задачами, що занадто складні для вирішення на ЕОМ. Розвиток досліджень в області нечіткої математики призвів до появи нечіткої логіки і нечітких висновків, що виконуються з використанням знань, представлених нечіткими множинами, нечіткими відношеннями, нечіткими відповідностями.

4.2 Процес і система нечіткого логічного виведення

Загальне логічне виведення здійснюється в чотири етапи.

1. Нечіткість (введення нечіткості, фазифікація). Функції належності, визначені на входніх змінних, застосовуються до їх фактичних значень для визначення міри істинності кожної передумови кожного правила.

2. Логічне виведення. Обчислене значення істинності для передумов кожного правила застосовується до висновків кожного правила. Це призводить до однієї нечіткої підмножини, яка буде призначена кожній змінній виведення для кожного правила.

У логічному виведенні МІНІМУМУ функція належності виведення «відсікається» по висоті, відповідній обчисленій мірі істинності передумови правила (нечітка логіка «ТА»). У логічному виведенні МНОЖЕННЯ функція належності виводу масштабується за допомогою обчисленої міри істинності передумови правила.

3. Композиція. Всі нечіткі підмножини, призначені до кожної змінної виведення (у всіх правилах), об'єднуються разом, щоб сформувати одну нечітку підмножину для кожної змінної виведення. При подібному об'єднанні зазвичай використовуються операції МАКСИМУМ або СУМА.

При композиції МАКСИМУМУ комбіноване виведення нечіткої підмножини конструюється як поточковий максимум по всіх нечітких підмножинах (нечітка логіка «АБО»). При композиції СУМИ комбіноване виведення нечіткої підмножини конструюється як поточкова сума по всіх нечітких підмножинах, призначених змінній виведення правилами логічного виводу.

4. Приведення до чіткості (дефазифікація), використовується, коли корисно перетворити нечіткий набір висновків в чітке число. Існує велика кількість методів приведення до чіткості.

Система нечіткого виведення складається з п'яти функціональних блоків (рис. 2):

- **блок фазифікації**, що перетворює чисельні входні значення в ступінь відповідності лінгвістичним змінним;
- **база правил**, що містить набір нечітких правил типу «якщо – то»;
- **база даних**, у якій визначені функції належності нечітких множин, що використовуються в нечітких правилах;
- **блок прийняття рішень**, який виконує операції виведення на основі існуючих правил;
- **блок дефазифікації**, що перетворює результати виведення в чисельні значення.

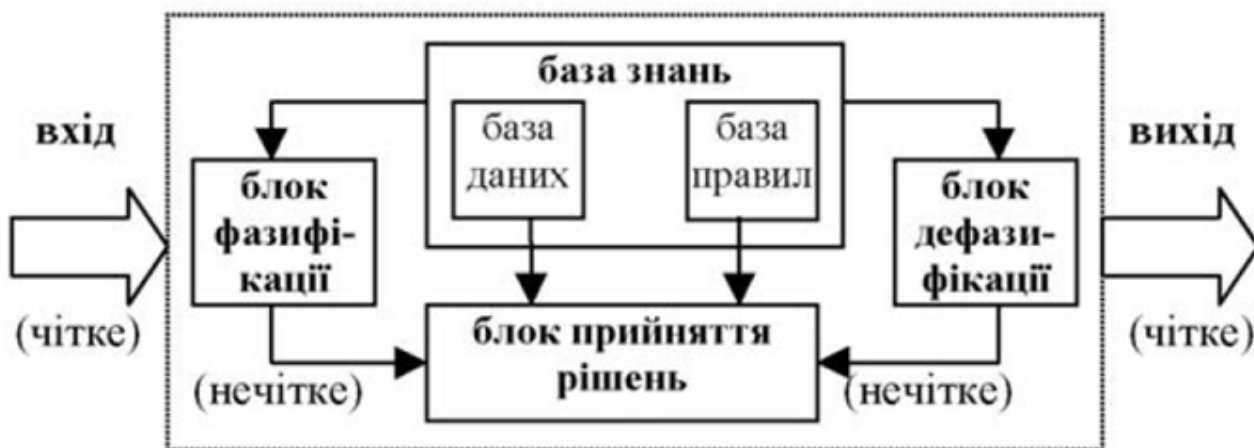


Рисунок 2 – Система нечіткого виведення

Виділяють три основних **типи систем нечіткого виведення**:

1-й тип: вихідне значення знаходиться як зважене середнє результатів виконання кожного правила, для кожного з яких дефазифікація проводиться окремо, для таких систем вихідні функції належності повинні бути монотонно-неспадаючими;

– **2-й тип:** вихідне нечітке значення – це результат об’єднання нечітких виходів кожного правила, кожний нечіткий вихід зважено за допомогою ваг спрацьовування правил, чітке вихідне значення знаходиться в результаті дефазифікації об’єднаного нечіткого виходу;

– **3-й тип:** система, побудована на правилах типа Сугено, вихідне значення є лінійною комбінацією вхідних значень плюс деяке постійне значення, загальний вихід є середнім зваженим всіх правил.

В загальному випадку як значення вхідних та вихідних змінних правил можна використовувати нечіткі множини, з якими не пов’язано ніяке поняття – оскільки при проведенні нечіткого виведення нечіткі терми все одно подаються нечіткими множинами і пов’язане з нечітким термом поняття не відіграє ніякої ролі.

Фазифікація – це визначення ступеня виконання антецедентів правил. За допомогою фазифікації чіткому значенню ставляться у відповідність ступені його належності до нечітких множин.

Дефазифікація – це процедура перетворення нечіткої множини в чітке число за ступенем належності.

4.3 Методи нечіткого виведення

Розглянемо наступні найбільш часто використовувані модифікації алгоритму нечіткого виведення, вважаючи, для простоти, що базу знань організовують два нечітких правила вигляду (4.2), (4.3):

$$П_1: \text{якщо } x \in A_1 \text{ і } y \in B_1, \text{ то } z \in C_1; \quad (4.2)$$

$$П_2: \text{якщо } x \in A_2 \text{ і } y \in B_2, \text{ то } z \in C_1, \quad (4.3)$$

де x, y – імена вхідних змінних;

z – ім’я змінної виведення;

A_1, B_1, C_1 – задані функції належності, при цьому чітке значення z_0 необхідно визначити на основі приведеної інформації та чітких значень x_0 і y_0 .

Алгоритм Мамдані. Даний алгоритм може бути описаний таким чином.

1. Нечіткість: знаходяться міри істинності для передумов кожного правила: $A_1(x_0), A_2(x_0), B_1(y_0), B_2(y_0)$.

2. Нечітке виведення: знаходяться рівні «відсікання» для передумов кожного з правил (з використанням операції МІНІМУМ (4.4)):

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= A_1(x_0) \wedge B_1(y_0), \\ \alpha_2 &= A_2(x_0) \wedge B_2(y_0),\end{aligned}\tag{4.4}$$

потім знаходяться «усічені» функції належності (4.5):

$$\begin{aligned}C'_1(z) &= (\alpha_1 \wedge C_1(z)), \\ C'_2(z) &= (\alpha_2 \wedge C_2(z)).\end{aligned}\tag{4.5}$$

3. Композиція: з використанням операції МАКСИМУМ виконується об'єднання знайдених усічених функцій, що призводить до здобуття підсумкової нечіткої підмножини для змінної виведення з функцією належності (4.6):

$$\mu_{\Sigma}(z) = C(z) = C'_1(z) \vee C'_2(z) = (\alpha_1 \wedge C_1(z)) \vee (\alpha_2 \wedge C_2(z)).\tag{4.6}$$

4. Приведення до чіткості (знаходження z_0) проводиться, наприклад, методом центру тяжіння (центроїдним методом).

Алгоритм Сугено. Сугено і Такагі використовували набір правил в наступній формі (як і раніше, наводиться приклад з двох правил) (4.7), (4.8):

$$П_1: \text{якщо } x \in A_1 \text{ і } y \in B_1, \text{ то } z_1 = a_1x + b_1y;\tag{4.7}$$

$$П_2: \text{якщо } x \in A_2 \text{ і } y \in B_2, \text{ то } z_2 = a_2x + b_2y.\tag{4.8}$$

Даний алгоритм може бути описаний таким чином (рис. 3).

1. Перший етап – як в алгоритмі Мамдані.
2. На другому етапі знаходяться (4.9)

$$\alpha_1 = A_1(x_0) \wedge B_1(y_0), \alpha_2 = A_2(x_0) \wedge B_2(y_0)\tag{4.9}$$

та індивідуальні виходи правил (4.10)

$$\begin{aligned} z_1^* &= a_1 x_0 + b_1 y_0, \\ z_2^* &= a_2 x_0 + b_2 y_0. \end{aligned} \quad (4.10)$$

3. На третьому етапі визначається чітке значення змінної виведення (4.11):

$$z_0 = \frac{\alpha_1 z_1^* + \alpha_2 z_2^*}{\alpha_1 + \alpha_2}. \quad (4.11)$$

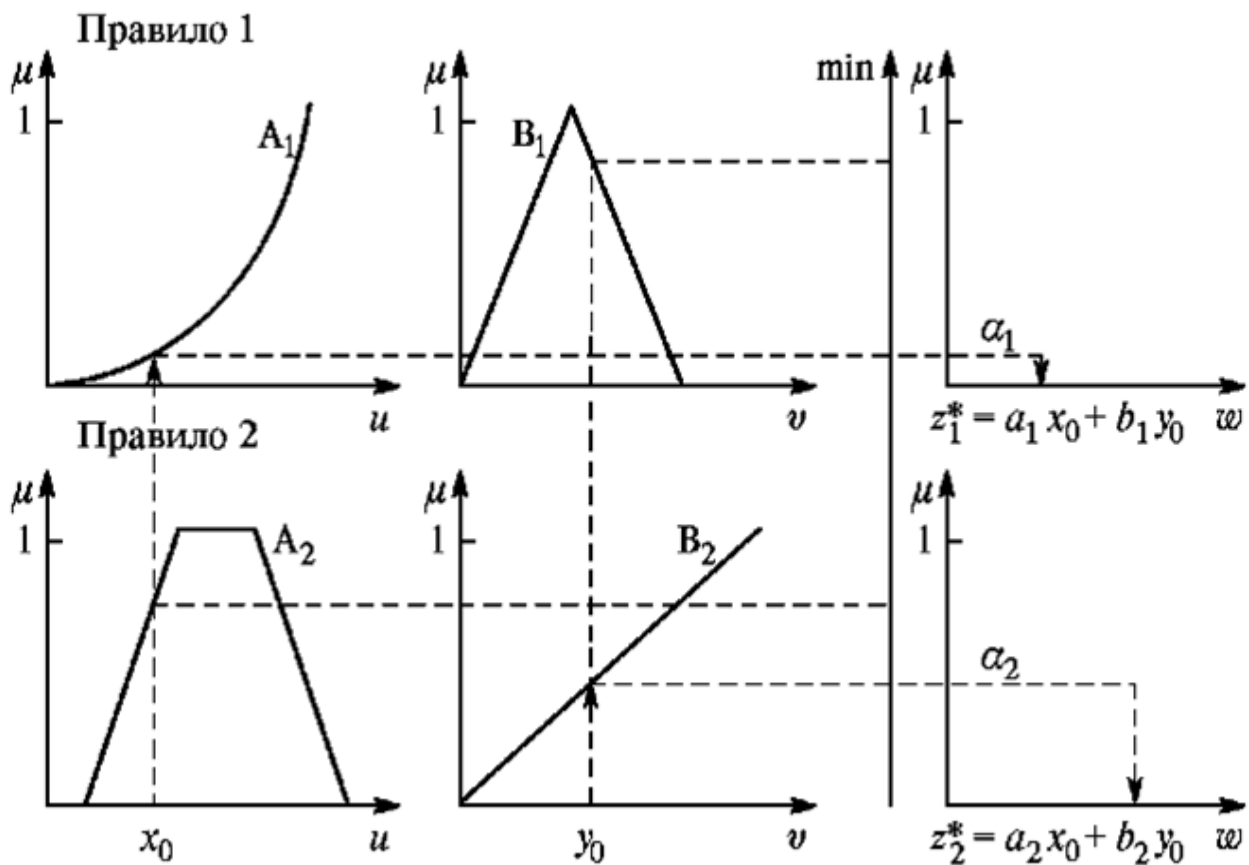


Рисунок 3 – Алгоритм Сугено

Алгоритм Ларсена. У алгоритмі Ларсена нечітка імплікація моделюється з використанням оператора множення.

Даний алгоритм може бути описаний таким чином (рис. 4).

1. Перший етап – як в алгоритмі Мамдані.

2. На другому етапі, як в алгоритмі Мамдані, спочатку знаходяться значення (4.12):

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= A_1(x_0) \wedge B_1(y_0), \\ \alpha_2 &= A_2(x_0) \wedge B_2(y_0),\end{aligned}\tag{4.12}$$

а потім часткові нечіткі підмножини (4.13):

$$\alpha_1 C_1(z), \quad \alpha_2 C_2(z).\tag{4.13}$$

3. Знаходиться підсумкова нечітка підмножина з функцією належності (4.14):

$$\mu_{\Sigma}(z) = C(z) = (\alpha_1 C_1(z)) \vee (\alpha_2 C_2(z)).\tag{4.14}$$

4. Приведення до чіткості (як в раніше розглянутих алгоритмах).

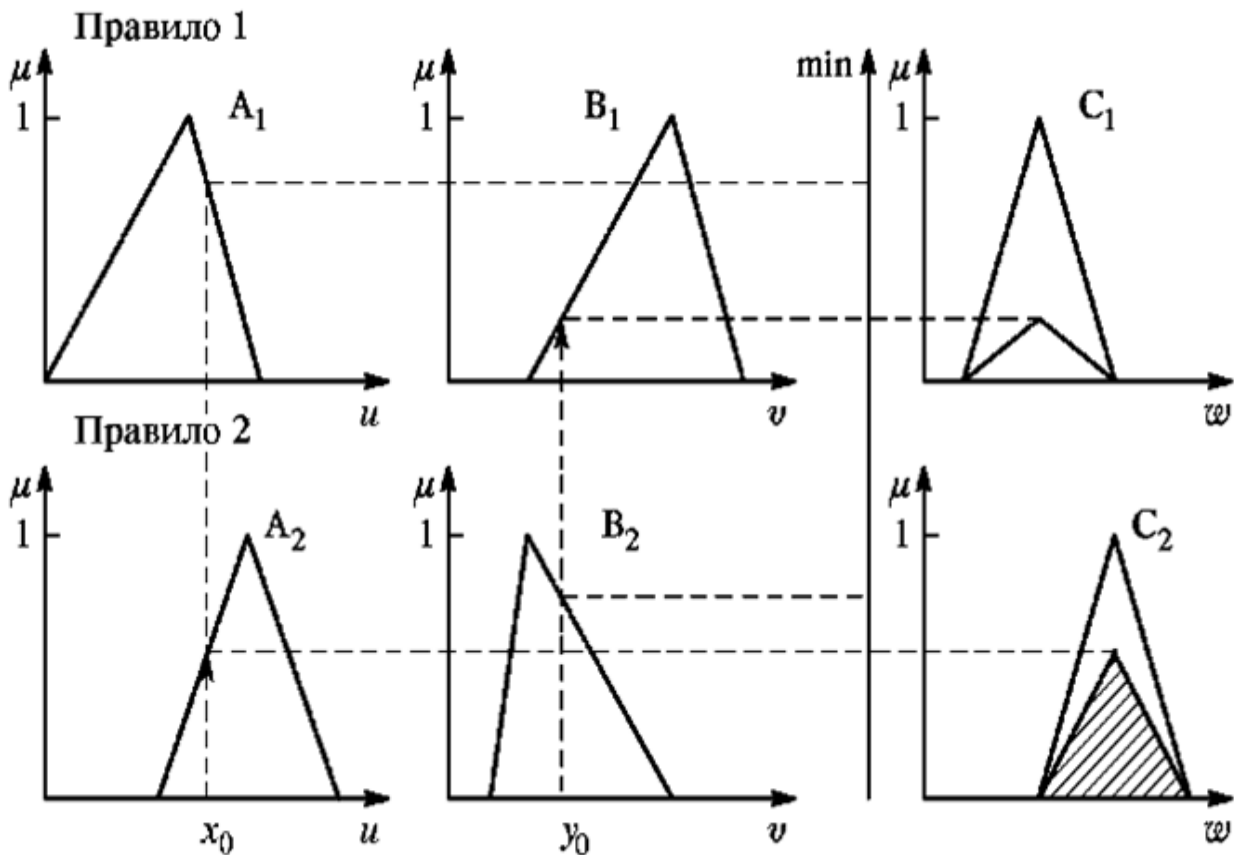


Рисунок 4 – Алгоритм Ларсена

4.4 Метод резолюцій

Правило резолюції в логіці висловлювань має таку структуру (4.15):

$$\frac{A \vee B, \neg A \vee C}{B \vee C} \quad (4.15)$$

Тут A , B і C – довільні формули логіки висловлювань. Висловлювання під рискою є наслідком висловлювань над рискою.

Неважко перевірити, що істинність нижнього судження випливає з істинності верхніх посилок.

Алгоритм методу резолюцій. Задано множину гіпотез $f1, f2, \dots, fn$ і висновок g . Алгоритм дає змогу визначити, чи є формула g логічним наслідком множини гіпотез $f1, f2, \dots, fn$.

Крок 1. Побудувати кон'юнкцію множини гіпотез $f1, f2, \dots, fn$ і заперечення висновку g у вигляді $f1 \wedge f2 \wedge \dots \wedge fn \wedge gi$. Звести отриману

формулу до кон'юнктивної нормальної форми і записати множину її елементарних диз'юнкцій S .

Крок 2. Записати кожен елементарну диз'юнкцію множини S в окремому рядку.

Крок 3. Вибрати дві елементарні диз'юнкції, які містять пару літералів, і побудувати їх резольвенту. Записати одержану резольвенту в новому рядку, якщо в попередніх рядках ще немає такої елементарної диз'юнкції.

Крок 4. Крок 3 виконувати до отримання диз'юнкції з рангом 0. Одержання елементарної диз'юнкції з рангом 0 свідчить про те, що формулу g можна вивести з $f1, f2, \dots, fn$. Якщо неможливо отримати резольвенту, відмінну від елементів множини S і вже побудованих резольвент, то множина S неспростовна. Кінець.

4.5 Експертні системи

Експертною системою (ЕС) називають систему підтримки прийняття рішень, яка містить знання з певної вузької предметної області, а також може

пропонувати користувачу рішення проблем з цієї галузі і обґрунтовувати їх. Експертна система складається з бази знань, механізму логічного виводу і підсистеми обґрунтувань.

Експертна система акумулює професійні знання керівників і фахівців, використовуючи їх для формування бази знань, яка містить набір взаємопов'язаних правил. При прийнятті рішень стає можливим аналіз наслідків різних рішень у вигляді питань «що буде, якщо...», не витрачаючи часу на трудомісткий процес програмування.

Створення експертних систем – це спроба значного розширення області застосування комп'ютерної техніки і суттєвого збільшення її можливостей як допомоги людині у її інтелектуальній роботі.

До появи експертних систем комп'ютери створювались за принципами алгоритмічної методології. Для того, щоб такі обчислювальні системи могли успішно працювати, вимагається виконати значну низку попередніх умов. Перш за все, для кожної розв'язуваної задачі потрібно знайти або створити алгоритм. Потім цей алгоритм потрібно перетворити у докладну програму яка реалізуватиме майбутні обчислення. Також, потрібно потурбуватися про те, щоб всі обчислення були забезпечені повним обсягом достовірної вихідної інформації.

Такий спосіб використання комп'ютерної техніки пов'язаний зі значними труднощами. По-перше, по мірі зростання складності розв'язуваних задач, швидко зростає трудомісткість і вартість програмування роботи комп'ютера, що вже зараз стає сильним гальмом для подальшого використання обчислювальної техніки. По-друге, багато практичних задач, які виникають в процесі діяльності людини, не забезпечені належним об'ємом вихідних даних, оскільки людина діє як правило в умовах більшої чи меншої інформаційної невизначеності.

Як результат, багато важливих задач людина не може перекласти на комп'ютер, що працює за принципами алгоритмічної методології, що істотно знижує область практичного застосування комп'ютерної техніки. Разом з цим, людина успішно справляється з подібними задачами завдяки своєму вмінню:

- працювати з задачами, не здійснюючи їх повну формалізацію;
- знаходити і використовувати для розв'язання задач різноманітні, найнеочікуваніші джерела інформації;
- поєднувати суперечливі відомості, надаючи їм потрібну інтерпретацію і відповідну вагу;
- цілеспрямованого вивчення або перевірки об'єкта дії для одержання додаткової інформації;

- відтерміновувати рішення до накопичення потрібних даних;
- продукувати неоднозначні рішення і успішно керуватися ними;
- створювати і накопичувати знання, які уможлиблюють діяти в умовах значної інформаційної невизначеності.

Спроба наділити комп'ютери переліченими цінними характеристиками призвела до створення експертних систем.

На практиці експертна система представляє собою спеціалізовану обчислювальну машину (процесор), що відтворює алгоритм розв'язання людиною певних практичних задач на основі професійно-орієнтованих знань, переданих їй відповідними спеціалістами.

При цьому експертна система проявляє такі властивості:

- по мірі розв'язання задач проводить діалог з людиною, обмінюючись з ним питаннями і відповідями;
- аналізує наявну проблемну ситуацію і може управляти нею через людину;
- обґрунтовує зроблені висновки і пропоновані дії у зрозумілій для людини формі;
- сприймає і накопичує нові професійні знання.

Особливістю сучасних діючих експериментальних експертних систем є їх дуже вузька спеціалізація. Це системи для діагностики певного конкретного виду захворювань людини, або для визначення структурної формули певного класу органічних з'єднань, або для пошуку оптимальної конфігурації конкретної обчислювальної системи.

Вузька спеціалізація експериментальних експертних систем викликана бажанням зменшити об'єм професійних знань, що закладаються в систему, для спрощення задачі створення цих знань та їх збереження у пам'яті ІС.

Професійні знання передаються експертній системі відповідним спеціалістом, а їх зведення до вигляду, зручного для використання у комп'ютері виконує програміст. Найпоширенішою і природною формою представлення знань у системі є їх запис у вигляді професійних правил або тверджень типу «якщо..., то...». Ліва частина такого правила представляє поєднання фактів або ознак, які характеризують деяку умову, а права частина вказує на дію або висновок, що відповідає за досвідом спеціаліста наявній ситуації.

Знання або, за термінологією спеціалістів, база знань експертної системи складається з великої кількості подібних професійних правил різного ступеня спільності. Розв'язуючи задачу, експертна система вибирає правила у порядку

зниження їх спільності, що відтворює алгоритм міркувань спеціаліста у подібній ситуації від цілі до конкретних дій.

Діалог з системою та її поради будуть зовсім непростими, якщо вони стосуватимуться малознайомої для людини професійної області, а сама порада буде результатом вибірки зі значної множини альтернатив. Цей непростий вибір утворюється шляхом багатократного вводу у систему інформації за її запитам.

Експертна система, побудована таким чином, має низку певних переваг. По-перше, програмування системи здійснюється на більш зрозумілому для людини рівні, ніж у сучасних комп'ютерах. Це робить експертні системи та їх програмування доступним для малопідготовлених користувачів. По-друге, на відміну від сучасних комп'ютерів, експертна система може пояснити людині, яким чином вона отримала той чи інший результат. По-третє, експертна система, база знань якої побудована на основі знань групи спеціалістів, має більші інтелектуальні можливості, ніж кожний спеціаліст окремо. По-четверте, експертна система просто навчається шляхом поповнення її бази знань новими знаннями, що набуваються спеціалістами. Надалі, систему можна наділити здатністю до самонавчання.

Для представлення знань у експертних системах використовують найрізноманітніші способи. Найпоширеніші способи представлення знань використовують продукції (семантичні мережі). Продукція представляє порцію (квант) знання у формі правила типу «якщо..., то...».

Семантичні мережі побудовані з понять і створених між ними зв'язків, прикладом яких можуть бути зв'язки між поняттями «людина», «особа», «чоловік», «жінка». З різних видів семантичних мереж найпоширенішими є мережі з фреймів, які є моделями понять природної мови.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Шипулін В. Д. Планування і управління ГІС-проектами: навч. посіб. / В. Д. Шипулін, Є. І. Кучеренко. – Х.: ХНАМГ, ХНУРЕ, 2009. – 158 с.
2. Управление проектом. Основы проектного управления: учебник / под ред. проф. М. А. Разу. – М.: КНОРУС, 2006. – 786 с.
3. Локк Д. Основы Управления Проектами / Д. Локк. М.: НІРРО, 2004. – 253 с.
4. Дитхелм Г. Управление проектами. Том 1 / Г. Дитхелм. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2004. – 400 с.
5. Роберт Т. Фатрелл Управление программными проектами. Достижение оптимального качества при минимуме затрат / Роберт Т. Фатрелл, Дональд Ф. Шафер, Линда И. Шафер. – М.: Вильямс, 2003 – 230 с.
6. Руководство к Своду знаний по управлению проектами. Третье издание. (Руководство PMBOK®). Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004.
7. OpenProj [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://openproj.org/wiki/index.php/Main_Page – 02.09.2013 г. – Загол. з екрану.
8. Использование Microsoft Project 2002. Специальное издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1184с.
9. Гультияев А. К. MS Project 2002. Управление проектами. Русифицированная версия. Самоучитель / А. К. Гультияев. – СПб.: КОРОНА принт, 2003. – 592 с.
10. Мазур И. И. Управление проектами: учеб. пособ. для вузов / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге; под общ. ред. И. И. Мазура. – М.: ЗАО «Экономика», 2001. – 574 с.
11. Грей К. Ф. Управление проектами: Практическое руководство / К. Ф. Грей, Э. У. Ларсон. – М.: «Дело и сервис», 2003. – 528 с.
12. Хаксхолд В. Е. Введение в городские географические информационные системы / В. Е. Хаксхолд. – М.: Дата+, 1999. – 320 с.
13. Huxhold W. E. Managing Geographic Information System Projects / W. E. Huxhold, A. G. Levinsohn. – New York, Oxford: Oxford University Press., 1995. – 250 p.
14. ДеМерс М. Н. Географические информационные системы, основы / М. Н. ДеМерс. – М.: Дата+, 1999. – 491 с.
15. Ейлер М. Моделирование нашего мира: Руководство ESRI по проектированию базы геоданных / М. Ейлер. – М.: Дата+, 2001. – 255 с.

16. Томлінсон Р. Думая о ГИС. Планирование географических информационных систем. Руководство для менеджеров / Р. Томлінсон. – М.: Дата+, 2004. – 329 с.
17. Dave P. System Design Strategies. An ESRI Technical Reference Document / P. Dave. – ESRI, 2006. – 259 p.
18. Бодянський Є. В. Нейро-фаззі моделі в системах штучного інтелекту: навч. посібник / Є. В. Бодянський, Є. І. Кучеренко. – Харків: ХНУРЕ, 2006. – 177 с.
19. Кучеренко Є. І. Сіткові моделі в задачах аналізу складних систем: навч. посібник / Є. І. Кучеренко. – Харків: ХТУРЕ, 1999. – 100 с.
20. Керівництво з питань визначення компетентності й сертифікації українських професіональних керівників і фахівців з управління проектами NCB (ua) / С. Д. Бушуєв., Н. С. Бушуєва, В. Ю. Биков, В. Д. Шпильовий. – К.: Укрінтеї, 2000. – 84 с.
21. Інвестиційні інструменти проектного менеджменту / С. Д. Бушуєв, Е. А. Гурін. – К.: Укрінтеї, 1998. – 184 с.
22. The Standard for Program Management [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pmi.org/Marketplace/Pages/ProductDetail.aspx?GMProduct=00100079101> – 02.09.2013 г. – Загол. з екрану.
23. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Third Edition from the Project Management Institute (PMI) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Project_Management_Body_of_Knowledge – 02.09.2013 г. – Загол. з екрану.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних,
розрахунково-графічних та самостійних робіт
з дисципліни

ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ГІС-ПРОЕКТАМИ

*(для студентів 5 курсу денної форми навчання зі спеціальностей
7.08010105, 8.08010105 «Геоінформаційні системи і технології»
та студентів 6 курсу заочної форми навчання
зі спеціальності 7.08010105 «Геоінформаційні системи і технології»)*

Укладачі: **КУЧЕРЕНКО** Євген Іванович,
ГЛУШЕНКОВА Ірина Сергіївна,
ТВОРОШЕНКО Ірина Сергіївна

Відповідальний за випуск: д.е.н., доцент *К. А. Мамонов*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2013, поз. 52 М

Підп. до друку 14.11.2013
Друк на різнографі.
Зам. №

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 2,3
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.