

УДК 004.303.064

Маргасов Дмитро Валерійович

Аспірант кафедри управління якістю та проектами, *orcid.org/0000-0003-12129365*

Чернігівський національний технологічний університет, Чернігів

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

***Анотація.** Актуальність роботи зумовлена невирішеною проблемою аналізу ситуації у сфері енергоефективності об'єктів в умовах неповноти вхідних даних і неоднозначності їх інтерпретації. Досліджено етапи аналізу енергоефективності на основі методів нечіткої логіки: побудови когнітивних карт. Розроблена структура інформаційної системи енергоефективності будівель у вигляді етапів та архітектура: модуль когнітивного моделювання, модуль оцінки факторів, модуль аналізу ситуації. Також вибрано модель життєвого циклу ПЗ та створено прототип програмного засобу, який забезпечить проведення аналізу та обробку різнорідних даних про об'єкти регіональної чи муніципальної інфраструктури. Цільовими користувачами програмного засобу можуть бути особи державних установ, ЖЕКу, інженери будівельної компанії.*

***Ключові слова:** інформаційна система; енергоефективність; архітектура і структура системи; когнітивне моделювання; інтерфейс; нечітка логіка*

Вступ

Інформаційні технології (ІТ) покликані, раціонально використовуючи сучасні досягнення в галузі комп'ютерної техніки та ІТ-технологій, новітніх засобів комунікації, програмного забезпечення і практичного досвіду, вирішувати завдання щодо ефективної організації інформаційного процесу для зниження витрат часу, праці, енергії і матеріальних ресурсів у всіх сферах людського життя і сучасного суспільства у тому числі і у енергоощадних проектах. Розробка інформаційної системи буде доцільна для ініціації та якості виконання енергоощадних проектів. Проблемаю управління проектами та інформаційними технологіями в управлінні сьогодні займаються багато вчених [1-3], є доволі знані школи, наприклад у КНУБА [1-6].

Актуальність роботи зумовлена невирішеною проблемою аналізу ситуації у сфері енергозбереження територіальних об'єктів в умовах неповноти вихідних даних і неоднозначності їх інтерпретації [7].

Мета статті

Об'єктом дослідження є процес аналізу та оцінки станів енергоефективності муніципальних об'єктів.

Метою дослідження є розробка структури інформаційно-вимірювальної системи з енергоефективності на основі когнітивного моделювання.

Завданнями дослідження є:

1. Зробити аналіз етапів енергоефективності будівель.
2. Розробити структуру системи, а саме:
 - 2.1. «Модуль когнітивного моделювання»;
 - 2.2. «Модуль оцінки факторів»;
 - 2.3. «Модуль аналізу ситуації».
3. Створити архітектуру системи.
4. Визначити модель життєвого циклу та основи програмного забезпечення.
5. Створити прототип програмного засобу.

Виклад основного матеріалу Етапи аналізу енергоефективності

Основними функціями інформаційних систем моніторингу та управління ефективністю енергоощадності є введення, зберігання і редагування даних на рівні регіонів, муніципальних утворень, моніторинг та аналіз даних, внесених в систему [8].

Однак інтерпретація користувачем формованих звітів найчастіше викликає труднощі. Різниця кліматичних умов, особливості інфраструктури, різна структура споживання паливно-енергетичних ресурсів та багато іншого створюють неоднорідні результати оцінок енергоефективності муніципальних об'єктів між собою. Крім того, для розуміння ситуації необхідно враховувати, що одні показники характеризують створені умови для реалізації потенціалу енергоощадності, інші – зовнішні умови, що впливають на освоєння потенціалу, треті – досягнутий рівень енергоефективності.

У сфері математичного моделювання систем енергоощадності та побудови, на основі створених моделей, інформаційних систем, використовують два основних поняття: «фактор» та «індикатор». Найчастіше один і той же фактор, що визначає ефективність використання енергетичних ресурсів, може оцінюватися на основі безліч індикаторів, що доповнюють один одного, деякі фактори взагалі можна оцінити лише побічно і дуже приблизно [9].

Для полегшення аналізу показників, в ході моніторингу ситуації у сфері енергозбереження, інформаційна система повинна виконувати інтелектуальну обробку даних, яка дасть змогу оцінити поточний стан енергоефективності територіальних утворень в умовах неповноти вихідних даних і неоднозначності їх інтерпретації [10].

Розробка інформаційної системи аналізу енергоефективності методом комплексного когнітивного моделювання забезпечує виконання цих вимог. Відповідно до вищевказаного підходу аналіз енергоефективності території включає етапи наведені на рис. 1.

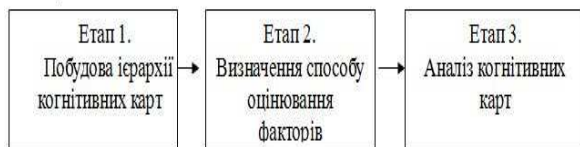


Рисунок 1 – Етапи аналізу енергетичної ефективності

Етап 1. Побудова ієрархії когнітивних карт. Карта являє собою граф з двома типами концептів: фактори відображають властивості системи, оцінювані на якісному рівні, індикатори є вимірними показниками, що характеризують той чи інший фактор.

Відповідно до предметної області, визначеної в роботі, прикладами факторів можуть бути такі показники:

- 1) «рівень споживання теплової енергії»;
- 2) «істотність витрат домогосподарств на електроенергію»;
- 3) «суворість кліматичних умов»;

Прикладами індикаторів є:

- «питома витрата теплової енергії в житлових будинках, Гкал / м²»;
- «частка витрат на електроенергію по відношенню до доходів населення»;
- «середні розрахункові температури зовнішнього повітря за опалювальний період, °С».

Індикатор «прив'язується» до фактору, який він характеризує, шляхом встановлення відношення асоціації. Даному відношенню може бути зіставлений коефіцієнт відповідності (число в інтервалі від 0 до 1). Чим вище значення

коефіцієнта, тим точніше індикатор характеризує відповідний фактор.

Серед множини факторів виділяють підмножини:

- цільових факторів, стан яких дозволяє оцінити ситуацію в цілому;
- керованих факторів, стан яких можна свідомо змінювати;
- зовнішніх збурень, на стан яких в рамках системи неможливо вплинути.

Етап 2. Визначення способу оцінювання факторів. Кожному фактору зіставляється лінгвістична змінна, значеннями якої є нечіткі оцінки типових станів фактора, наприклад: «низька», «середня», «висока». Щоб оцінити фактор на основі індикатора, будуються функції належності на множині його значень. Функції можуть будуватися на основі розподілу значень індикатора для всіх порівнюваних територіальних об'єктів (рис. 2). На рис. 2 зображено температурні втрати будинку. Лінгвістична змінна «Температурні втрати» має лінгвістичні терми «середні втрати», «слабкі втрати», «великі втрати».



Рисунок 2 – Лінгвістична змінна

«Температурні втрати» та її функція приналежності

Альтернативним способом непрямого оцінювання факторів є операції з чіткими або нечіткими числами, наприклад процедура акумулювання впливу кількох концептів на один концепт, використовувана в картах Коско, або операція згортки з нечіткими трикутними числами. В останньому випадку використовуються процедури перетворення нечітких значень лінгвістичних змінних в нечіткі числа, а також інтерпретації обчисленого значення вихідного фактора [11].

Приклад правила: «**ЯКЩО** теплові втрати вікна сильні? **ТО** треба зробити утеплення».

Етап 3. Аналіз гібридної когнітивної карти дозволяє дати оцінку кожному фактору. При отриманні нечіткої оцінки фактора за значенням індикатора враховуються коефіцієнти відповідності індикатора фактора. Оцінки, отримані для одного фактора за кількома індикаторами, агрегуються.

Якщо фазифікація здійснюється з урахуванням зовнішніх умов, ступінь впевненості в оцінці коригується, зважаючи на ступінь приналежності

території до відповідного кластера. У разі якщо об'єкт потрапив одночасно в кілька кластерів, оцінки, отримані для кожного кластера, агрегуються.

Для отримання оцінок факторів, не пов'язаних з індикаторами, виконується логічний висновок на множині продукційних правил або здійснюються перетворення в нечіткі числа з використанням універсальної шкали і обчислення за формулами згортки [12-14].

За результатами аналізу гібридної когнітивної карти може бути побудовано дерево причин [15]. Воно показує поточні стани факторів, що впливають на енергоефективність для конкретного об'єкта, і пояснює під впливом яких причин склалися ці стани.

Таким чином, процес підтримки прийняття рішень про заходи з енергоощадності може бути реалізований за допомогою створення інформаційної системи, яка дає змогу, на основі масивів факторів та відповідних їм індикаторів побудувати когнітивну карту. Структура карти повинна відображати зв'язки між факторами за напрямом і силою впливу на процес енергоощадності та стани енергоефективності об'єктів, визначати та задавати, на основі нечіткої оцінки факторів, функції приналежності за значеннями індикаторів. Формулювати правила для непрямого оцінювання факторів, які віднесені до стохастичних, або таких, що не включені явно в модель.

Врахування стохастичних факторів та впливу зовнішнього середовища проводиться за допомогою нечіткої кластеризації об'єктів дослідження [16]. Така постановка проблеми дає змогу будувати не тільки когнітивні карти але й визначати їх ієрархію, залежно від запитів ОНР та значень факторів, які включені в модель, на основі якої може бути побудоване дерево причин, яке в подальшому використанні, є основою інформаційної системи підтримки прийняття рішень.

Прототип інформаційної системи, моніторингу, оцінки та прийняття рішень (управління процесами енергоощадності, на основі аналізу енергоефективності) має виконувати такі функції:

- формування та збереження масивів даних про об'єкти дослідження, на основі їх термографії;
- оновлення та редагування даних залежно від зовнішніх умов;
- аналіз даних та отримання параметрів оцінки енергоефективності на вибраних ОНР об'єктах;
- формування звітів щодо енергоефективності за запитом ОНР.

Означені вище функції системи дають змогу ОНР на основі звітів за відповідним запитом

формуванню управлінських рішень щодо планування заходів енергоефективності об'єктів. Але, завдяки особливостям оцінки станів об'єктів – впливу зовнішніх умов, методичних особливостей оцінки факторів, їх залежності від систематичних та випадкових груп похибок, процес напрацювання комплексу управлінських рішень ускладнює якісний аналіз отриманих звітів, які є для різних класів, груп об'єктів.

Також слід врахувати той факт, що масив показників, на основі яких проводиться вибір рішення, складається з трьох класів показників:

- показники, які характеризують умови для здійснення енергоощадних заходів;
- показники, що характеризують зовнішні умови, які впливають на попередні та накладають обмеження на їх реалізацію;
- показники, які оцінюють поточний стан.

Крім того, система характеризується значною мірою невизначеності факторів. Фактор, на основі якого може бути сформульоване управлінське рішення, може бути оцінений на основі декількох індикаторів, взаємно пов'язаних між собою, чи таких, які належать до різних множин.

Розв'язок такого роду проблеми можливий за умови, коли інформаційна система може проводити інтелектуальну обробку даних в умовах нечіткості вхідних даних, їх неповноти, неоднозначності інтерпретації. Реалізація системи, яка виконує вказані функції, дасть змогу сформулювати висновки про прийняття рішень в термінах природної мови.

Використання гібридних когнітивних карт дає такі переваги:

- 1) можливість детального розгляду окремих підсистем, кожній з яких може бути поставлена у відповідність своя карта;
- 2) підвищення обґрунтованості вибору індикаторів за рахунок явного виділення концептів-факторів і концептів-індикаторів, і відображення зв'язків між факторами та індикаторами;
- 3) поєднання різних способів оцінювання факторів (фазифікації, кластеризації, нечіткого продукційного виведення та ін.);
- 4) врахування зовнішніх умов різного типу залежно від об'єктів дослідження.

Результати аналізу можуть бути представлені у вигляді дерева причин, що демонструє причинно-наслідковий ланцюг між станами різних факторів.

Структура та архітектура інформаційної системи

Відповідно до запропонованої методики оцінки енергоефективності досліджуваної предметної області ІС повинна мати у складі три основних модулі (рис. 3):

- «Модуль когнітивного моделювання»;
- «Модуль оцінки факторів»;
- «Модуль аналізу ситуації».

Перші два модулі призначені для створення проекту з аналізу енергоефективності об'єктів вибраного класу (наприклад, муніципальних об'єктів, дитячих дошкільних закладів, житлових будинків тощо), третій модуль використовується для аналізу поточного стану та класифікації на вибраному класі об'єктів, а також порівняння оцінок для різних об'єктів чи кластерів.

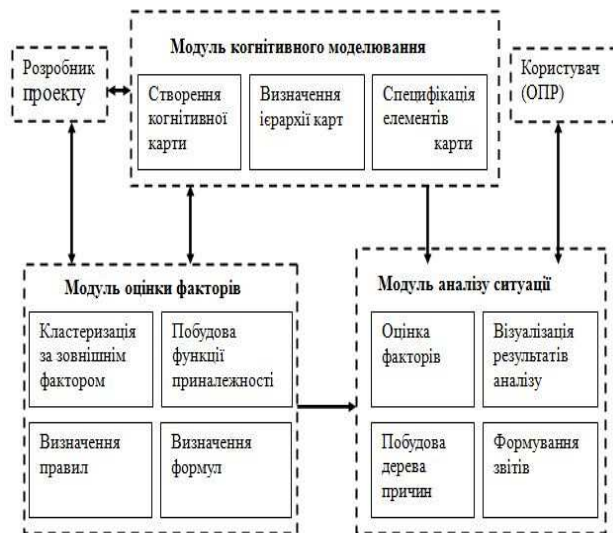


Рисунок 3 - Структура інформаційної системи

Модуль когнітивного моделювання відповідає за побудову та ієрархію когнітивних карт. Він являє собою графічний редактор спеціального призначення, що формує діаграми у формі векторного зображення.

Модуль оцінки факторів дає змогу специфікувати метод оцінювання фактора. Для зовнішніх факторів, способом оцінювання яких є кластеризація, використовується підпрограма, що виконує типологічне групування об'єктів. Підпрограма вибирає індикатори, пов'язані з фактором, завантажує з бази даних значення індикаторів для вибраних класів об'єктів чи об'єктів у класі, здійснює попередню обробку даних (визначає кореляцію між індикаторами, поповнює відсутні дані), формує кластери [17].

Для факторів, оцінки яких визначаються шляхом фазифікації, може бути використана програма побудови функцій приналежності. При цьому якщо на фактор впливають зовнішні обмеження, функції приналежності будуються для кожного кластера, виділеного за відповідним зовнішнім чинником. Тип функції приналежності вибирається користувачем, параметри або задаються користувачем, або визначаються автоматично на основі розподілу значень індикатора.

Для факторів, що оцінюються опосередковано на основі станів інших факторів, залежно від заданого способу обчислення оцінки необхідно або сформулювати сукупність продукційних правил за допомогою підпрограми побудови правил, або вибрати спосіб перетворення нечіткого значення в числову оцінку і спосіб зворотного перетворення і визначити формулу обчислення оцінки [18].

Модуль аналізу ситуації дозволяє кінцевому користувачеві визначити стан факторів енергоефективності для обраного об'єкта в заданий період часу. За бажанням користувача оцінки можуть бути отримані тільки для чинників певної когнітивної карти. Значення зовнішніх факторів визначаються шляхом виявлення кластерів, що містять задане територіальне утворення. Для отримання оцінок за функціями приналежності виконуються процедури фазифікації значень індикаторів. Оцінки, одержувані на основі методів непрямого оцінювання, виводяться за правилами або обчислюються за формулами.

Результати аналізу можуть бути представлені як у табличному вигляді, так і у вигляді дерева причин. Дерево причин формується на основі відповідної когнітивної карти шляхом зіставлення кожному фактору його оцінки. Стани факторів, що впливають на деякий фактор, є причинами його стану, причому сили впливу показують важливість тієї чи іншої причини. Користувач може виділити будь-який стан та переглянути для нього пояснення, що включає оцінку чинника і ступінь впевненості, спосіб отримання оцінки, значення індикаторів.

Архітектура інформаційної системи зображена на рис. 4 і включає в себе такі елементи:

- «Джерела вхідних даних», де користувач вводить інформацію в систему;
- «Модуль заповнення даних» – дозволяє користувачеві обирати об'єкти муніципальної власності, визначити необхідні фактори та індикатори системи, присвоїти їм відповідну градацію;
- «Модуль заповнення даних» взаємодіє з «Модулем збереження даних», де інформація, яку ввів користувач в систему зберігається;
- «Модуль когнітивного моделювання», в якому користувач може побудувати когнітивну карту у вигляді графа тепловтрат з індикаторами, які впливають на головний фактор, попередньо вибравши об'єкти муніципальної власності, на основі якого хоче побудувати граф тепловтрат.
- «Модуль оцінки факторів» працює на основі «Алгоритмів системи нечіткого виводу». В цьому модулі користувач може підрахувати узагальнену характеристику енергоефективності по будівлі.



Рисунок 4 – Архітектура інформаційної системи

Наведена структура та архітектура взаємодії елементів проектованої інформаційної системи може бути корисна відповідним користувачам для обґрунтування прийняття рішень щодо підвищення енергоефективності об'єктів [19].

Підвищення якості рішень відбувається за рахунок інтелектуального аналізу даних, що дозволяє враховувати:

- вплив зовнішнього середовища на об'єкт дослідження (кліматичні, методичні, соціально-економічні особливості об'єктів);
- причинно-наслідкові зв'язки між факторами, що впливають на стан системи;
- невизначеності, що виникають при інтерпретації даних, які характеризують стан енергоефективності.

Модель життєвого циклу програмного забезпечення

Для розробки ПЗ в роботі було використано каскадну модель. Каскадна модель однією з перших почала застосовуватися для розробки програмного продукту, де кожний етап роботи виконується один раз і за порядком, який подано на рис. 5.

Особливість такої моделі полягає у фіксації послідовних процесів розроблення програмного продукту.

Переваги реалізації системи за допомогою каскадної моделі :

- 1) всі завдання підсистем і системи реалізуються одночасно, завдяки чому не можна забути жодного завдання, а це сприяє встановленню стабільних зв'язків між ними;
- 2) повністю розроблену систему з документацією на неї легше супроводжувати,

тестувати, фіксувати помилки і вносити зміни не хаотично, а цілеспрямовано, починаючи з вимог, наприклад, додавати або замінювати деякі функції і повторювати процес.



Рисунок 5 – Каскадна модель життєвого циклу ПО

Каскадну модель можна розглядати як модель ЖЦ, придатну для створення першої версії ПЗ з метою перевірки реалізованих в ній функцій. При супроводі і експлуатації можуть бути виявлені різного роду помилки, виправлення яких спричинить повторне виконання всіх процесів, починаючи з уточнення вимог [20].

Створення прототипу програмного засобу

Задача розробки інформаційної системи полягає в розробці програмного засобу, який забезпечить проведення аналізу та обробку різномірних даних про об'єкти регіональної чи муніципальної інфраструктури.

Цільовими користувачами програмного засобу можуть бути особи державних установ, ЖЕКу, інженери будівельної компанії і не тільки. Програмний засіб повинен підтримувати прийняття рішень щодо ініціації енергоощадних проектів.

Можна виділити такі класи користувачів інформаційної системи:

1. Інженер енергоаудитор;
2. Користувач (особа, яка ініціює прийняття рішень - ОПР).

Інформаційна система, як вже зазначалось, включає в себе три модулі:

1. Модуль заповнення даних:
 - створення факторів та індикаторів, визначення їх градацій;
 - ведення вхідних даних для подальшого аналізу.
2. Модуль когнітивного моделювання:
 - створення графу.
3. Модуль оцінки факторів:
 - візуалізація результатів;
 - побудова правил оцінки факторів.

Інформаційна система направлена на аналіз та обробку різнорідних даних щодо енергоефективності об'єктів муніципальної власності. Система має виконувати такі завдання:

- збереження масивів даних про об'єкти дослідження на основі їх термографії;
- створення факторів та індикаторів;
- градація факторів та індикаторів;
- побудова когнітивної карти на основі збережених даних;
- аналіз даних та отримання параметрів оцінки енергоефективності на вибраних ОПР об'єктах.

Діаграмою класів у термінології UML називається діаграма, на якій зображено набір класів (і деяких інших сутностей), які не мають явного відношення до проектування БД, а також зв'язків між цими класами. Крім того, діаграма класів може містити коментарі та обмеження [21].

Клас «FirstStep» є головним класом проекту і має зв'язок з усіма класами. Клас «DBcon» відповідає за зв'язок з базою даних. Клас «CreateFile» відповідає за побудову бази правил. Клас «ShowGraph» відповідає за побудову когнітивної карти. «JTableClass» відповідає за відображення типів тепловтрат. Всі класи мають зв'язок з головним та класом «DBcon».

Асоціацією називається структурний зв'язок, який показує, що об'єкти одного класу деяким чином пов'язані з об'єктами іншого чи того ж самого класу. Класи «FirstStep», «DBcon» асоціюються з «JTableClass», «ShowGraph», «CreateFile».

Для розробки бази даних системи з існуючих серверів баз даних був обраний PostgreSQL [22], який задовольняє більшості вимог до розробленої бази даних. PostgreSQL це безкоштовний і разом з тим досить швидкий і потужний SQL сервер (СУБД).

Виходячи з поставлених задач, архітектури та проектування ІС, структура БД спроектована таким чином:

Розроблена база даних складається з 10 таблиць, зв'язок між якими визначений як «багато до багатьох» та «один до багатьох»:

- а) тип втрат;
- б) втрати стелі;
- в) втрати даху;
- г) втрати фасаду;
- д) втрати вікон;
- е) втрати дверей;
- ж) втрати в школах;
- з) втрати в адміністративних будівлях;
- и) втрати в дитячих садках;
- к) втрати в жилих будівлях.

У базі даних міститься вся інформація щодо її об'єктів, а саме:

- про об'єкт муніципальної власності (школа, адмін. будівля тощо);

- про основні джерела втрат тепла (вікна, двері, дах);
- дані для класифікацій втрат (дах, вікна, стінах);
- типи втрат;
- описання будівлі.

Для розробки інформаційної системи оцінки енергоефективності будівель було використано програмування Java.

Особливості реалізації проектів на Java [23]:

- а) можливість запуску на різноманітних платформах;
- б) відсутність необхідності установки додатків;
- в) компактний код (для скорочення часу завантаження);
- г) вбудована підтримка безпеки додатків.

У ролі середовища розробки було вибрано середовище NetBeans. Дане середовище розробки призначене для написання і налагодження програм, написаних на Java. Вибір мови програмування обумовлений його функціональною повнотою та відповідністю для написання проектів, що взаємодіють з БД, зокрема PostgreSQL.

Основними засобами розробки системи на початковому етапі є вибір серверу баз даних. В ньому буде зберігатися вся інформація системи.

Зазначимо, що одним з найважливіших моментів застосування ІТ в теорії графів є пошук інформації.

JGraphT – це Java бібліотека з відкритим вихідним кодом, яка містить величезну кількість об'єктів з теорії графів і не меншу кількість стандартних алгоритмів. JGraph підтримує роботу з такими типами графів:

- орієнтовані і неорієнтовані графи;
- графи з поміченими і непоміченими ребрами;
- прості графи, мультиграф, псевдограф.

Основними достоїнствами бібліотеки JGraphT є те, що вона:

- оптимізована для моделей даних і алгоритмів;
- розроблена для використання у високопродуктивних додатках;
- може працювати з графами, які містять мільйони вершин і ребер;
- може забезпечувати графічну візуалізацію даних за допомогою бібліотеки JGraph.

Бібліотеки JGraph, в свою чергу, є swing-компонентом для побудови графічного інтерфейсу користувача, містить більш складне API, ніж JGraphT. Продуктивність коду, написаного з використанням JGraph, є менш швидкою, ніж JGraphT, і тому ця бібліотека більш вимоглива до ресурсів.

JGraph має простий, але потужний API, що дозволяє візуалізувати, автоматично проводити

аналіз графіків. JGraph реалізація заснована на математичній теорії мереж, теорії графів.

В нашій роботі була застосована бібліотека JGraph, оскільки вона виконує графічні функції побудови графіків.

Існує ряд безкоштовних і комерційних програмних реалізацій нечіткого виводу: DotFuzzy (.NET), jFuzzyLogic (Java), ryfuzzy (Python) та ін. Розглянемо jFuzzyLogic.

jFuzzyLogic є пакетом реалізації нечіткої логіки. Бібліотека реалізує нечітку мову управління (FCL) специфікація IEC 61131 частина 7, а також повну бібліотеку, що значно спростить реалізацію нечіткої логіки або науково-дослідну роботу.

Бібліотека jFuzzyLogic дає можливість програмувати методом нечіткого управління. Нечітке управління виникло як технологія, здатна розширити можливості автоматизації виробництва і призначена для вирішення прикладних завдань в галузі управління [24; 25].

Висновки

З точки зору системного підходу спроектована інформаційна система являє собою складну систему структурного типу, в якій можна виділити декілька якісно різнорідних підсистем. В якості основних аспектів, які формують класи підсистем виділені такі:

– аспекти пов'язані з видами втрат та їх особливостями;

– аспекти визначення параметрів енергоощадності;

– способи класифікації об'єктів та їх відношення до видів втрат.

У результаті послідовного дослідження була виконана мета: розроблена структура інформаційної системи аналізу енергоефективності муніципальних об'єктів на основі комплексного когнітивного моделювання. Також були виконані задачі дослідження.

В рамках дослідження було проведено аналіз окремих етапів обробки вхідних даних, зафіксована послідовність етапів, розроблена структура та архітектура системи, вибрана модель життєвого циклу та створено прототип програмного продукту.

Для усунення проблеми неоднозначної інтерпретації факторів для різних зовнішніх умов, її вирішення можливе шляхом побудови для кожної окремої групи об'єктів, визначених ОНР, свого набору функцій приналежності для оцінки факторів за індикаторами.

У подальшому, продовження дослідження має бути у проектуванні когнітивної моделі на рівні її складових (на рівні підсистем).

Список літератури

1. Бушуєв С.Д., Дорош М.С. Формування інноваційних методів та моделей управління проектами на основі конвергенції [Текст] / С.Д.Бушуєв, М.С.Дорош // Управління розвитком складних систем. – 2015. – №23. – С. 30-39.
2. Тесля Ю.М., Оберемок Н.В., Латишева Т.В. Матрична інформаційна технологія NADPROJECT управління проектами будівельних компаній [Текст] / Ю.М. Тесля, Н.В. Оберемок, Т.В. Латишева // Управління розвитком складних систем. – 2015. – №22. – С. 84-89.
3. Михайленко В.М., Філонов Ю.П. Необмеженість за ймовірністю систем, що керуються загальним однорідним ланцюгом Маркова [Текст] / В.М. Михайленко, Ю.П. Філонов // Управління розвитком складних систем. – 2015. – №22. – С. 107 – 116.
4. Білоцицький А.О. Способи пошуку неточних дублікатів зображень в наукових роботах [Текст] / А.О. Білоцицький, О.В. Діхтяренко, С.В. Палій // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 21. – С. 149 – 155.
5. Цюцюра С.В., Криворучко О.В., Цюцюра М.І. Застосування задач та моделей організаційного стратегічного управління для впровадження системи цільового управління [Текст] / С.В. Цюцюра, О.В. Криворучко, М.І. Цюцюра // Управління розвитком складних систем. – 2012. – Вип. 12. – С.116 – 119.
6. Меркушева І.В. Структура інформаційних взаємодій в системах розподіленого управління проектами [Текст] / І.В. Меркушева, Н.Ю. Тесля // Управління розвитком складних систем. – 2011. – №6. – С. 47 – 50.
7. Баркалов С.А., Бурков В.П., Соколовский В.В., Шульженко Н.А. Прикладные модели в управлении организационными системами. – Тула: ВГАСУ, 2002. – 444 с.
8. Маргасов Д.В. «Стратегія розвитку та сучасні аспекти управління інвестиційних енергоощадних проектів» КНУБА. Управління розвитком складних систем. -2013.-№1. ISSN 2219-5300.
9. Агеев М.К. Новые факторы энергоэффективности [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energoauditor.biz/2013/10/novy-e-factory-e-nergoeffektivnosti-2/#more-585>
10. Латышев Г.В. Инфографическое моделирование сетей автоматизации // Алгоритм безопасности, 2006. – №6. – С. 88-92.
11. Викулин, Денис Юрьевич. Проектирование систем мониторинга энергоэффективности зданий, сооружений в САПР объектов строительства : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.12 / Викулин Денис Юрьевич; [Место защиты: Моск. гос. строит. ун-т]. – Москва, 2010. – С. 80 – 110.
12. Оценка энергетической эффективности муниципальных образований на основе нечеткой интерпретации данных / М.П. Силич, С.В. Аксенов, В.С. Ахмедов, В.И. Скрябин // Информационные и математические технологии в науке и управлении: труды XVII Байкальской Всерос. конф. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2012 – Ч. 3. – С. 129–134.
13. Municipalities' energy efficiency estimation approach based on fuzzy models / S.V. Axonov, V.S. Ahmedov, M.P. Silich, V.I. Skryabin // Proceedings of 7th International Forum on strategic technology 2012 (IFOST 2012), IEEE. – 2012. – Tomsk, 2012. – P. 333–336.

14. Kosko B. *Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic* [Text] / B. Kosko // Hyperion, Disney Books 1993, – 336 p.
15. Силов В.Б. *Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке* [Текст] / В.Б. Силов – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.
16. Carvalho J.P. *Rule-based fuzzy cognitive maps and fuzzy cognitive maps - a comparative study* [Text] // In Proceedings of the 18th international conference of the North American fuzzy information, 1999, by NAFIPS, p.115 – 119.
17. Федулов А.С., Борисов В.В. *Обобщенные нечеткие когнитивные карты* [Текст] // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* – 2004. – № 4. – С. 3–21.
18. Y. Miao, ChunYan Miao, XueHong Tao, ZhiQi Shen, ZhiQiang Liu. *Transformation of cognitive maps* [Text] // *IEEE Transactions on Fuzzy Systems. Volume 18 Issue 1, February 2010 p.114-124.*
19. Борисов В.В., Федулов А.С. *Способы интеграции нейронных и нечетких сетей* [Текст] // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* – 2007. – № 1. – С. 5–11.
20. Скітер І.С., Маргасов Д.В., Плахотіна Т.В. *Аналіз енергоефективності муніципальних об'єктів на основі інформаційної системи комплексного когнітивного моделювання* / Наукове видання: УКРАЇНА-ЄС. Сучасні технології, економіка та право (Кошице, Словаччина, 30 березня – 2 квітня 2015), Збірник міжнародних наукових праць. Частина 2. Сучасна інженерія. Сталій розвиток. Інновації в соціальній роботі: філософія, психологія, соціологія, сучасні проблеми юридичної науки та практики. Чернівці: ЧНТУ, 2015. – С. 65 – 68.
21. Лавріщева К.М. *Програмна інженерія.* – К. – 2008.–319 с.
22. Бевз О.М. *Проектування програмних засобів управління. Частина 1. Основи об'єктно-орієнтованого проектування: навчальний посібник* / О.М. Бевз, В.М. Папінов, Ю.А. Скудан. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 125 с.
23. Montjan B. *PostgreSQL. Introduction and Concepts.* Addison Wesley 2001. – 409 p.
24. Bloch, Joshua. *Effective Java™ Programming Language Guide.* Addison-Wesley, Boston, 2001. ISBN: 0201310058, p. 1–20.
25. Робертс Ф.С. *Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам.* – М.: Наука, 1986.

Стаття надійшла до редколегії 13.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Е.Ю. Сахно, Чернігівський національний технологічний університет, Чернівці.

Маргасов Дмитрий Валерьевич

Аспирант кафедры управления качеством и проектами, orcid.org/0000-0003-12129365

Черниговский национальный технологический университет, Чернигов

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. Актуальность работы обусловлена нерешенной проблемой анализа ситуации в сфере энергоэффективности объектов в условиях неполноты исходных данных и неоднозначности их интерпретации. Исследованы этапы анализа энергоэффективности на основе методов нечеткой логики: построения когнитивных карт. Разработана структура информационной системы энергоэффективности зданий в виде этапов и архитектура: модуль когнитивного моделирования, модуль оценки факторов, модуль анализа ситуации. Также выбрана модель жизненного цикла ПО и создан прототип программного средства, который обеспечит проведение анализа и обработку разнородных данных об объектах региональной или муниципальной инфраструктуры. Целевыми пользователями программного средства могут быть лица государственных учреждений, ЖЭКа, инженеры строительной компании.

Ключевые слова: информационная система; энергоэффективность; архитектура и структура системы; когнитивное моделирование; интерфейс; нечеткая логика

Marhasov Dmytro

Postgraduate, ORCID: 0000-0003-12129365

Chernihiv National Technological University, Chernihiv

THE DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENCY INFORMATION SYSTEM'S STRUCTURE BASED ON COGNITIVE MODELING

Abstract. Topicality, the urgency of the problem was caused by the energy efficiency facilities analysis in terms of input incompleteness and ambiguity of interpretation. In this research energy efficiently stages were investigated. There were based on fuzzy logic methods: constructing cognitive maps. The structure of the information system was developed in form of energy efficiency buildings and was created the architecture of the system: cognitive modeling module, the module evaluation factors and analysis module situation. Also, was selected the model of life cycle software and was created a prototype software. From a systems perspective designed information system is a complex system of structural type, which has several qualitatively heterogeneous subsystems. The main means of system development at an early stage is the choice of database server. It will store all information systems. To develop a database system from an existing database servers was selected PostgreSQL. In our work has been used library JGraph, as it performs graphical charting functions. This research work have been solving the problem of uncertain interpretations factors for different external conditions to set of function due by valuation of indicator's factors.

Keywords: energy efficiency; architecture and structure of the system; cognitive modeling; fuzzy logic, interface

References

1. Bushuyev, S., Dorosh, M. (2015). Formation of innovative methods and models of project management based on convergence. *Management of Development of Complex Systems*, 23 (1), 30–38.
2. Teslya, Yu., Oberemok, N. & Latisheva T. (2015). Matrix NADPROJECT information technology of project management of construction companies. *Management of Development of Complex Systems*, 22 (1), 84-88.
3. Mikhaylenko, V. & Filonov, Yu. (2015). Unlimiteness by the probability systems that are guided by common homogeneous Markov chain. *Management of Development of Complex Systems*, 22 (1), 107-115.
4. Biloshchitskiy, A., Dikhtiarenko, O. & Paliy, S. (2015). Searching for partial duplicate images in scientific works. *Management of Development of Complex Systems*, 21, 149–155.
5. Tsutsura, S. Krivoruchko, O. Tsutsura, M. (2012). Application of task and organizational strategic case frams for introduction of the system of management by objectives. *Management of Development of Complex Systems*, 12, 116–119.
6. Myerkusheva, I. (2011). Structure information interactions in distributed control systems project. *Management of Development of Complex Systems*, 6, 47-49.
7. Barkalov, S., Burko, V.V., Sokolovsky, V., Shulzhenko, H. (2002). *Applied model in the management of organizational systems*. Tula: VGASU, 444.
8. Marhasov, D. (2013). "Strategy of development and modern energy-saving aspects of investment projects" *KNUCA. Managiemof development of complex system*, 1.
9. Ageev, M. (2013). New energy efficiency factors [Electron resource]. – Access mode: <http://energoauditor.biz/2013/10/novy-e-factory-e-nergoe-ffektivnosti-2/#more-585>.
10. Latyshev, G. (2006). The infograph modeling automation networks. *Algorithm security*, 6, 88-92.
11. Vikulin, Denys. (2010). Design of monitoring the energy efficiency of buildings and structures in a CAD of construction projects: the dissertation ... The candidate of technical sciences issue: 05.13.12 / Vikulin Denys; [A protection Place: Mosk. state. building. Univ] .- Moscow, 80-110.
12. Silich, M. (2012). Assessment of the energy efficiency of municipalities based on fuzzy interpretation of the data /M.P. Silich, S.V. Aksenov, V.S. Akhmedov, V.I. Scriabin //Information Technology and Mathematical Sciences and Management: Proceedings of the XVII All-Russian Baikal. Conf. - Il-Kut: ESI SB RAS, Part 3 - 129-134.
13. Axyonov, S. (2012). Municipalities' energy efficiency estimation approach based on fuzzy models / S.V. Axyonov, V.S. Ahmedov, M.P. Silich, V.I. Skryabin // Proceedings of 7th International Forum on strategic technology in 2012 (IFOST 2012), IEEE. – Tomsk. 333-336.
14. Kosko, B. (1993). *Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic [Text]*. Hyperion, Disney Books. 336.
15. Silov, V. (1995). Strategic decision-making in a fuzzy environment [Text]. - INPRO-RES, 228.
16. Carvalho, J.P. (1999). Rule-based fuzzy cognitive maps and fuzzy cognitive maps - a comparative study [Text] // In Proceedings of the 18th international conference of the North American fuzzy information, in 1999, by NAFIPS, - 115-119.
17. Fedulov A., Borisov V. (2004). Generalized fuzzy cognitive map [Text]. *Neurocomputers: development, application*, 4, 3-21.
18. Y. Miao, ChunYan Miao, XueHong Tao, ZhiQi Shen, ZhiQiang Liu. (2010). Transformation of cognitive maps [Text]. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. Volume 18, 1, 114-124.
19. Borisov, V., Fedulov, A. (2007). Methods of integration of neural networks and fuzzy [Text]. *Neurocomputers: development, application*, 1, 5-11.
20. Skiter, I., Marhasov, D., Plahotina T. (2015). Analysis of energy efficiency of municipal facilities-based information system integrated cognitive modeling / Ukraine – EU. *Modern technology, business and law : collection of international scientific papers: in 2 parts. Part 2. Modern engineering. Sustainable development. Innovations in social work: philosophy, psychology, sociology. Current problems of legal science and practice*. Chernihiv : CNUT, 65-68.
21. Lavrisheva, K. (2008). *Software engineering*, K.: 319.
22. Bevz, O. (2010). Design management software. Part 1. *Fundamentals of object-oriented design: Tutorial / O.M. Bevz, V.M. Papinov, Y. Skidan*. Vinnitsa: VNTU, 125.
23. Momjian, B. (2001). *PostgreSQL. Introduction and Concepts*. Addison Wesley, 409.
24. Bloch, Joshua. (2001). *Effective Java™ Programming Language Guide*. Addison-Wesley, Boston, 1-20.
25. Roberts, F. (1986). *Discrete mathematical models with applications to social, biological and economic objectives*. Moscow, Russia: Nauka, 258.

Посилання на публікацію

APA Marhasov, D. (2015). The development of energy efficiently information system's structure based on cognitive modeling. *Management of Development of Complex Systems*, 24, 97 – 105.

ГОСТ Маргасов Д.В. Розробка структури інформаційної системи з енергоефективності на основі когнітивного моделювання / Д.В. Маргасов // *Управління розвитком складних систем*. – 2015. - № 24. – С. 97 - 105.