

ВИПУСКНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

**«Розробка програмного забезпечення формування портфелю
інноваційних проектів підприємства»**

Студента 4го курсу, 11 групи,
факультету обліку, аудиту
та інформаційних систем,
денної форми навчання
напряму підготовки
«Комп'ютерні науки»

(підпис студента)

Стеганцев
Владислав
Геннадійович

Науковий керівник
к.т.н., доцент кафедри
комп'ютерних наук

*(підпис наукового
керівника)*

Демідов
Павло
Георгійович

Гарант освітньої програми
к.т.н., доцент кафедри
комп'ютерних наук

*(підпис гаранта
освітньої програми)*

Демідов
Павло
Георгійович

ЗМІСТ

ЗМІСТ	1
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО СТВОРЕННЯ	
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ	
ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ ПІДПРИЄМСТВА	6
1.1. Дослідження особливостей функціонування програмного забезпечення.....	
формування портфелю інноваційних проектів підприємства	6
1.2. Аналіз існуючих програмних рішень.....	7
1.3. Обґрунтування вибору підходів і технологій для створення програмного ...	
забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства	8
1.4. Теорія нечітких множин	9
1.5. Висновки до розділу	12
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ	
ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ	
ПІДПРИЄМСТВА	13
2.1. Постановка задачі зі створення програмного продукту.....	13
2.2. Характеристика інформаційної складової процесу формування портфелю...	
інноваційних проектів підприємства	14
2.3. Математичні методи та моделі створення програмного забезпечення	
формування портфелю інноваційних проектів підприємства	15
2.4. Висновки до розділу	16
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ	
ПІДПРИЄМСТВА	18

					<i>КНТЕУ-122-2019</i>			
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Зав. Каф.		Пурський О.І.			Розробка програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Демідов П.Г.				Зміст	2	30
Гарант		Демідов П.Г.				<i>Кафедра комп'ютерних наук</i>		
Розроб.		Стеганцев В.Г.						
Первірів		Демідов П.Г.						
					ЗМІСТ			

3.1. Розробка, характеристика та представлення вхідних даних	18
3.2. Архітектурне проектування та розробка програмного забезпечення.....	19
3.3. Аналіз результатів розробки програмного забезпечення	19
3.4. Результати роботи програми.....	23
3.5. Висновки до розділу 3.	27
ВИСНОВКИ	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29
ДОДАТОК А	31
Код програми.....	31

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

ВСТУП

В сучасних умовах досить значна кількість галузей потребують втручання з боку сфери інформаційних технологій для зіставлення рівня конкурентоспроможності на ринку, також більшість інноваційних проектів не обходяться без участі сфери інформаційних технологій, а на сьогоднішній день розроблення портфелю інноваційних проектів є складним процесом, що може включати в себе багато інших процесів таких як:

- формування вимог;
- проектування;
- реалізація;
- впровадження.

Актуальність даної дослідної роботи полягає у необхідності вирішення проблеми щодо комплексного вивчення та застосування програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства, визначення особливостей функціонування та правильності застосування засобів управління портфелем інноваційних проектів з усіма перевагами й недоліками.

Мета дослідження полягає у підвищенні якості та ефективності процесу формування портфелю інноваційних проектів підприємства, що безпосередньо охоплює стандартний життєвий цикл діяльності підприємства, виявлення переваг та недоліків, у порівнянні із аналогами, обґрунтування доцільності й ефективності застосування спеціалізованого програмного забезпечення при формуванні портфелю інноваційних проектів підприємства.

Для досягнення поставленої мети поставленні наступні завдання:

1. Дослідити особливості функціонування процесу формування інноваційних проектів підприємства.

					КНТЕУ-122-2019			
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Зав. Каф.	Пурський О.І.				Розробка програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Демідов П.Г.					В	4	30
Гарант	Демідов П.Г.					Кафедра комп'ютерних наук 4-11		
Розроб.	Стеганцев В.Г.							
Перевірів	Демідов П.Г.							

2. Проаналізувати існуючі програмні засоби формування портфелю інноваційних проектів підприємства.

3. Обґрунтувати вибір підходів і технологій для створення програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства.

4. Охарактеризувати інформаційну складову діяльності підприємства з точки зору формування портфелю інноваційних проектів підприємства.

5. Визначити структуру та характеристику програмного забезпечення управління формуванням портфелю інноваційних проектів підприємства.

6. Визначити методи та моделі розробки програмного забезпечення з формування портфелю інноваційних проектів.

7. Охарактеризувати програмне, технічне та організаційне забезпечення.

Об'єктом дослідження є процес формування портфелю інноваційних проектів підприємства.

Предметом дослідження є програмне забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства.

Методи дослідження. У процесі написання роботи використано такі загальнонаукові та спеціальні методи:

- структурно-логічного аналізу – при аналізі статичних даних;
- статистичний метод програмування
- метод викроистання функцій при написанні програми
- аналітично-математичний – при розрахунку відповідних показників,

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ ПІДПРИЄМСТВА

1.1. Дослідження особливостей функціонування програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства

Формування пакету інноваційних проектів підприємства є динамічним процесом, стан якого визначається як зовнішньою взаємодією з навколишнім середовищем, так і внутрішньою взаємодією між його елементами. Тому в процесі формування пакету інноваційних проектів невід'ємною частиною є контроль напрямків інформаційних потоків і їх використання.

Управління всіма видами інформаційних ресурсів, що використовуються в процесі роботи над інноваційними проектами, вимагає управління обробкою, рухом і використанням інформації [1-12].

Серед проблем, які негативно впливають на кінцевий результат процесів обробки інформації, слід назвати:

- недостатнє матеріально-технічне і програмне забезпечення для створення портфелю інноваційних проектів;
- відсутність чітко сформованих комунікаційних каналів інформаційних ресурсів у внутрішньому середовищі організації для прийняття і реалізації інноваційних рішень [16];
- недосконалий механізм розподілу інформаційних ресурсів відповідно до потреб різних рівнів учасників процесу розроблення програмного забезпечення, що призводить до дезорганізації цінної інформації і гальмує процес оперативної обробки даних;

					<i>КНТЕУ-122-2019</i>			
<i>Зм</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Розробка програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Пурський О.І.</i>					<i>В</i>	<i>6</i>	<i>30</i>
<i>Керівник</i>	<i>Демідов П.Г.</i>					<i>Кафедра комп'ютерних наук</i>		
<i>Гарант</i>	<i>Демідов П.Г.</i>					<i>4-11</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Стеганцев В.Г.</i>					<i>Дослідження та аналіз підходів до створення програмного забезпечення</i>		
<i>Перевірів</i>	<i>Демідов П.Г.</i>							

Вирішення зазначених проблем можна ефективно виконати через впровадження в процес формування інноваційних проектів спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволить:

- значно скоротити час, який витрачається на роботу зі збору, обліку, зберігання і обробки інформації;
- швидко, якісно і надійно виконувати отримання, облік, зберігання та обробку даних;
- забезпечити в потрібні терміни всіх учасників процесу розробки інноваційних проектів якісно представленою та структурованою інформацією;
- здійснювати координацію дій за рахунок швидкого доступу до необхідної інформації в межах портфелю інноваційних проектів.

1.2. Аналіз існуючих програмних рішень

Організація процесу розробки програмного забезпечення - складний процес, для управління яким не завжди підходять системи відстеження запитів або управління проектами. Як правило, існує значний обсяг робіт, що вимагає обробки за допомогою гнучких у конфігурації бізнес-процесів, що дозволяють налаштовувати переходи між завданнями, затверджувати і контролювати їх, взаємодіяти в єдиній системі.

Методологія програмування є формою норм, в яких фіксуються зміст і послідовність певних видів діяльності. технологія програмування є сукупністю прийомів і способів виконання певних видів діяльності. Виходячи з вищенаведених визначень ясно, що технологія програмування присутня при розробці будь-якого програмного продукту, навіть якщо це і не закріплено формальною методологією розробки. Одним з ключових понять технології розробки програмного забезпечення, як і багатьох інших областей діяльності, є поняття проекту. Проект є унікальне тимчасове підприємство, спрямоване на створення певного, унікального продукту і послуги. Технологія управління

						КНТЕУ-122-2019	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			7

проектом - це сукупність знань, навичок, інструментів і методів для планування і реалізації дій, спрямованих на досягнення поставленої в рамках проекту мети.

Вимоги до продукту часто змінюються протягом життєвого циклу проекту, що вимагає складної процедури зміни і узгодження вимог. Один з основних принципів гнучких технологій розробки програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів - відмова від тривалого проектування перед початком роботи і виконання проектування протягом усього виконання проекту. У гнучких технологіях розробки програмного забезпечення передбачається, що на початку роботи розробники мають у своєму розпорядженні тільки приблизний план реалізації, який постійно разом з програмним продуктом розвивається і уточнюється в процесі роботи.

На початку формування інноваційного проекту виконується лише невелика частина роботи - формування загального уявлення. Для цієї мети в гнучких технологіях використовуються системні метафори, на основі яких формується високорівнева схема проекту. Якщо в умовах неповної визначеності спробувати виконати проектування, а потім відповідно до розробленого проекту реалізувати програмний продукт, то отриманий результат, як правило, не зможе задовольнити потребам. Рішення, що дозволяє вийти із ситуації, засноване на використанні елементів теорії нечітких множин.

1.3. Обґрунтування вибору підходів і технологій для створення програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства

При зберіганні даних, які описують предметну область формування портфелю інноваційних рішень обрано реляційну модель даних. Одна з найбільших переваг реляційної моделі полягає в тому, що цілісність даних - невід'ємна частина моделі. Цілісність даних, реалізована як компонент

									Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					8

моделі, а саме як компонент визначень таблиці вважається декларативною цілісністю даних. Цілісність даних, яка втілюється в життя за допомогою програмного коду, такого як збережені процедури або тригери, називається процедурною цілісністю даних.

Теорія множин, створена математиком Георгом Кантором - один з розділів математики, на яких базується реляційна модель. Кантор визначив множину наступним чином: «Під "множиною" розуміється будь-яке об'єднання M в одне ціле об'єктів, які називаються "елементами" M » [1].

Множина - це будь-яке об'єднання певних об'єктів, які розглядаються як єдине ціле. Множину слід розглядати як єдину сутність. Треба зробити акцент на об'єднанні об'єктів на протизагагу окремим об'єктам, що формує множину.

Призначення реляційної моделі - зробити можливим представлення несуперечливих даних з мінімальною надмірністю або взагалі без неї, не жертвуючи повнотою цього подання, і зробити цілісність даних (вимога несуперечності даних) складовою частиною моделі.

1.4. Теорія нечітких множин

При побудові нечіткої бази знань для формування портфелю інноваційних проектів досліджено два варіанти завдання функцій приналежності вхідних і вихідних значень нечітких множин [14]. Гауссова функція приналежності визначається відповідно до рівняння:

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}, \quad (1.1)$$

де \bar{b}, \bar{c} - вектори параметрів, представлені координатою максимуму і коефіцієнтом концентрації функцій приналежності.

Дзвоноподібна функція приналежності розрахована наступним чином:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b}{c}\right)^2} \quad (1.2)$$

Ступінь приналежності вихідного параметра нечіткої моделі кожному з нечітких термів визначається за рівнянням [13]:

$$\mu^i(\bar{X}) = \bigcup_{k=1, m} (w_{ik} \bigcap_{j=1, n} \mu(X_{ij})), \quad (1.3)$$

де \bar{X} - вектор вхідних параметрів моделі,

$\mu(X_{ij})$ - ступінь приналежності поточного значення вхідного параметра X_j i -тому нечіткому терму,

w_{ik} – ваговий коефіцієнт k -того правила для i -того нечіткого терму,

n – кількість координат вектора вхідних параметрів,

m – кількість правил для i -того нечіткого терму.

При побудові нечіткої бази знань доцільно використовувати Гауссову або дзвоноподібну функції приналежності, які описують нормальний розподіл модельованої величини. Вибір Гауссової та дзвоноподібної функцій приналежності обумовлений також і тим, що дані функції мають найменшу серед інших форм функцій приналежності кількість параметрів – координату максимуму та коефіцієнт концентрації, що значно прискорює процес параметричної ідентифікації бази знань при вирішенні задачі багатовимірної оптимізації для налаштування нечіткої моделі.

В процесі реалізації алгоритму нечіткого логічного висновку Мамдані відбувається заміна логічних операцій «І» та «АБО» зі співвідношення (1.3) на функції t -норми і s -норми відповідно. З існуючих варіантів представлення функцій t -норми і s -норми розглянуті наступні:

$$a \cup b = \max(a, b), \quad a \cap b = \min(a, b) \quad (1.4)$$

$$a \cup b = a + b - ab, \quad a \cap b = ab \quad (1.5)$$

$$a \cup b = \frac{a + b - ab - \min(a, b, 1 - \alpha)}{\max(1 - a, 1 - b, \alpha)}, \quad a \cap b = \frac{ab}{\max(a, b, \alpha)} \quad (1.6)$$

де α - параметр, значення якого знаходиться в діапазоні $[0, 1]$.

В результаті розрахунку функцій приналежності вихідної величини нечіткої моделі за рівнянням (1.4-1.6) отримано нечітку множину значень вихідної величини, представлену в такий спосіб:

$$Y = \left(\frac{\mu^{Y_1}(\bar{X})}{Y_1}, \frac{\mu^{Y_2}(\bar{X})}{Y_2}, \frac{\mu^{Y_3}(\bar{X})}{Y_3}, \frac{\mu^{Y_4}(\bar{X})}{Y_4} \right) \quad (1.7)$$

Нечітка множина, представлена рівнянням (1.8), задана на носії нечітких термів Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 . Для представлення нечіткої множини вихідного параметра на носії чітких значень $[y_n, y_k]$, виникає необхідність здійснення операції агрегування нечітких множин відповідно до рівняння:

$$Y = \bigcup_{i=1, k}^{y_k} \left(\int_{y_n} \bigcap (\mu^{Y_i}(\bar{X}), \mu^{Y_i}(y) / y) \right) \quad (1.8)$$

де y_n – початкове значення діапазону зміни вихідного параметра,

y_k – кінцеве значення діапазону зміни вихідного параметра,

y – поточне значення вихідного параметра з діапазону,

k – кількість розглянутих значень вихідного параметра.

Дефазифікація вихідного параметра здійснюється методом центру ваги за рівнянням [11-17]:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^k y_i \mu(y_i)}{\sum_{i=1}^k \mu(y_i)} \quad (1.9)$$

Вибір типу нечіткого висновку Мамдані обумовлений використанням формалізованої компактної бази знань, яка може бути сформована як на основі експертних оцінок, так і за допомоги вилучення знань шляхом використання методів інтелектуального аналізу даних. Нечіткий висновок Мамдані на відміну від інших видів нечіткого логічного висновку спрощує

процес змістовної інтерпретації отриманих результатів при аналізі модельованих процесів та дозволяє якісно оцінити отримані результати.

1.5. Висновки до розділу

Таким чином, в результаті аналізу предметної області та засобів розробки досліджуваної системи можна зробити наступні висновки:

– інноваційні рішення є невід’ємною складовою підприємства, адже на основі інноваційних рішень підприємство має основу для розвитку та вирішення багатьох поточних та стратегічних проблем,

– формування портфелю інноваційних рішень є складним процесом, який здебільшого відбувається в умовах невизначеності, тому використання елементів теорії нечітких множин дозволить більш повно адаптувати розроблювані проекти з врахуванням поточних умов діяльності підприємства,

– для розробки програмного забезпечення портфелю інноваційних рішень доцільно використовувати системи управління реляційними базами даних, що дозволить забезпечити збереження достовірної інформації, а також програмний додаток для роботи користувача.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Постановка задачі зі створення програмного продукту

Завдання полягає у створенні програмного продукту з управління процесом формування портфелю інноваційних проектів підприємства, що вимагає вирішення задачі нечіткого лінійного програмування з нечітко заданою цільовою функцією, а також чіткими або нечіткими обмеженнями, які описують умови, пов'язані з наявними ресурсами [18]. Побудова нечіткої моделі формування портфелю інноваційних проектів може бути здійснена шляхом використання спеціалізованих математичних пакетів, найбільш поширеним з яких є MatLab (компанія MathWorks) [11].

Вхідними даними нечіткої моделі формування пакету інноваційних проектів є такі показники [18]:

- цінність проекту,
- витрати на кожний проект на кожній стадії розробки,
- кількість фахівців певного напрямку, необхідна для виконання кожного проекту на кожній стадії,
- показник відповідності проекту стратегічній цілі,
- наявність зв'язку між проектами.

Вхідні дані, які описують кількість ресурсів для кожного портфелю, необхідні для завдання обмежень нечіткої моделі, представлені наступними показниками [18]:

- бюджет портфелю на кожній стадії,
- кількість фахівців певного напрямку, які є в наявності на кожній стадії,

					<i>КНТЕУ-122-2019</i>			
<i>Зм</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Пурський О.І.</i>				<i>Розробка програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Демідов П.Г.</i>					<i>В</i>	<i>13</i>	<i>30</i>
<i>Гарант</i>	<i>Демідов П.Г.</i>					<i>Кафедра</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Стеганцев В.Г.</i>					<i>комп'ютерних наук</i>		
<i>Перевірів</i>	<i>Демідов П.Г.</i>					<i>4-11</i>		
					<i>Проектування програмної системи</i>			

– максимальний сукупний бюджет, який можливо витратити на досягнення певної цілі,

– мінімальний сукупний бюджет, який необхідно витратити на досягнення певної цілі.

Вихідними даними нечіткої моделі є:

– сукупність інноваційних проектів, включених до портфелю,

– сукупність інноваційних проектів, не включених до портфелю,

– оцінка портфелю інноваційних проектів.

2.2. Характеристика інформаційної складової процесу формування портфелю інноваційних проектів підприємства

Інформаційна складова проблеми формування портфеля проектів описується задачею оптимізації в умовах невизначеності. Як правило, для вирішення подібних завдань застосовується апарат теорії ймовірності. Однак в ряді ситуацій, застосування теорії ймовірностей представляється недостатньо коректним і обґрунтованим. Причиною цього є нестача наявних даних, що не дозволяє з достатнім ступенем впевненості встановити адекватність обраної для опису ситуації ймовірнісної моделі. В таких умовах з'являється потреба в інших, відмінних від ймовірнісного, підходах до оцінки наявної невизначеності. Один з таких підходів заснований на застосуванні теорії нечітких множин [18].

Інформаційна складова процесу формування портфелю інноваційних проектів повинна враховувати різні стратегічні цілі компанії, а також оперувати з різними ресурсами.

Для вирішення питання про включення проекту в портфель потрібна первісна оцінка його відповідності різним цілям компанії та оцінка необхідних в процесі реалізації ресурсів. Однак на ранніх етапах фактично неможливо визначити точні числові значення і параметри конкретних проектів, оскільки точною інформацією про фінансові потоки і ресурсні

витрати підприємства не володіють. Для прогнозування показників відповідності цілям можуть використовуватися різноманітні методи оцінювання, що дозволяють забезпечити деяку точність завдання даних проекту. При цьому, часто заключна оцінка фінансових показників складається з трьох складових: мінімальної оцінки, максимальної оцінки і найбільш вірогідної. У разі, коли оцінюються лінгвістичні (нефінансові) індикатори проекту (наприклад, ступінь технологічної новизни), найчастіше використовуються експертні оцінки, що складаються також з трьох показників: мінімального (найменш сприятливого), максимального (найбільш сприятливого) і найбільш ймовірного. Таким чином, подання даних у вигляді трьох оцінок є зручним і дозволяє враховувати граничні сценарії розвитку проекту. У разі якщо в завданні формування портфеля проектів будуть використані стандартні дані, де неможливо вказати наявність трьох оцінок за кожним показником, можна взяти найбільш ймовірну оцінку або деяку агреговану величину, що враховує всі три оцінки. При виборі найбільш вірогідною оцінки, і при заміні її агрегованою величиною частина даних втрачається, і ця обставина може негативно позначитися на точності одержуваного рішення [19].

Присутність багатокритеріального аспекту оцінки портфелю інноваційних проектів, дозволяє сформулювати завдання формування збалансованого портфеля з урахуванням різних цілей організації. Рішенням буде множина портфелів, остаточний вибір з яких може бути зроблений експертами компанії.

2.3. Математичні методи та моделі створення програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства

Математична модель створення програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства описана задачею нечіткого

									Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					15

лінійного програмування з заданою цільовою функцією та сукупністю обмежень [18]:

$$\sum_{i=1}^n V_i x_i \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

$$\sum_{i=1}^n C_{it} x_i \leq B_t, \quad (2.1)$$

$$\sum_{i=1}^n R_{ikt} x_i \leq R_{kt}, \quad (2.3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T R_{ij} C_{it} x_i \geq S_j^U \quad (2.4)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T R_{ij} C_{it} x_i \geq S_j^L \quad (2.5)$$

$$PR_{pq}(x_q - x_p) \leq 0 \quad (2.6)$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad (2.7)$$

де V_i – цінність проекту,

C_{it} – витрати на i -тий проект на стадії t

R_{ikt} – кількість фахівців напряму j на i -тий проект на стадії t

PR_{pq} – зв'язок проекту p з проектом q

B_t – бюджет портфелю,

R_{kt} – кількість фахівців напряму j , наявних на стадії t

S_j^U – максимальний сукупний бюджет, який можливо витратити на досягнення стратегічної цілі j ,

S_j^L – мінімальний сукупний бюджет, який необхідно витратити на досягнення стратегічної цілі j ,

n – кількість інноваційних проектів, які розглядаються при формуванні портфелю,

x_i – інноваційний проект.

2.4. Висновки до розділу

Таким чином, задачу формування портфелю інноваційних проектів сформульовано як задачу нечіткого лінійного програмування з нечітко заданою цільовою функцією та сукупністю обмежень, пов'язаних з бюджетом проекту, кількістю наявних ресурсів та фахівців певного напряму на кожній

стадії роботи над проектом. Вирішення поставленої задачі, описаної математичною моделлю (2.1-2.7), полягає у використанні інструментів теорії нечітких множин через побудову нечіткої моделі з визначеними вхідними та вихідними параметрами. Для вирішення поставленої задачі виникає необхідність розробки програмного забезпечення з використанням можливостей інструментарію Fuzzy Logic Toolbox пакету MatLab.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ ПІДПРИЄМСТВА

3.1. Розробка, характеристика та представлення вхідних даних

Модель даних представлена набором вхідних параметрів, заданих як трапецеподібні числа вигляду $A(a_1, a_2, a_3, a_4)$ для яких обчислюються наступні параметри. Середнє значення обчислюється як:

$$E(A) = \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4}{6} \quad (3.1)$$

Дисперсія нечіткого трапецеподібного числа обчислюється як:

$$Var(A) = \frac{(a_4 - a_1)^2 + 2(a_4 - a_1)(a_3 - a_2) + 3(a_3 - a_2)^2}{24} \quad (3.2)$$

Задача, яка описується представленою моделлю даних є задачею лінійного програмування, яке здійснюється шляхом перетворення нечітких величин при описанні цільової функції та обмежень.

Бюджетне обмеження задається як нечітке трапецеподібне число вигляду $B(0, 0, b_3, b_4)$. Обмеження, задане умовою $N_A(B) \geq \gamma$, представлено наступним чином:

$$(1 - \gamma)a_3 + \gamma a_4 \leq \gamma b_3 + (1 - \gamma)b_4 \quad (3.3)$$

В результаті проведення обчислень задача формування портфелю інноваційних проєктів зводиться до задачі лінійного програмування, для вирішення якої застосовано стандартні засоби пакету Matlab.

					<i>КНТЕУ-122-2019</i>			
<i>Зм</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Пурський О.І.</i>			<i>Розробка програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проєктів підприємства</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Демідов П.Г.</i>				<i>В</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Гарант</i>		<i>Демідов П.Г.</i>				<i>Кафедра комп'ютерних наук 4-11</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Стеганцев В.Г.</i>						
<i>Перевірів</i>		<i>Демідов П.Г.</i>						

3.2. Архітектурне проектування та розробка програмного забезпечення

До складу програми входять наступні обчислювальні модулі:

- 1) Модуль обробки вхідних даних,
- 2) Модуль визначення оцінки проєктів,
- 3) Модуль визначення цільової функції та обмежень,
- 4) Модуль вирішення задачі цілочисельного (чіткого) лінійного програмування.

Схема зв'язку зазначених модулів наведена на рис. 3.1.

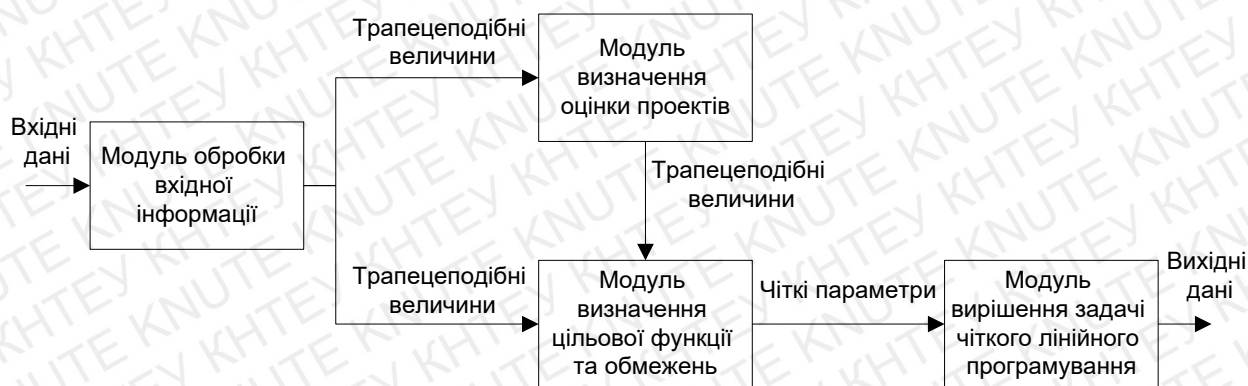


Рисунок 3.1. Схема архітектури програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проєктів підприємства.

Крім зазначених модулів в програмі використано додатковий модуль для вирішення нелінійного рівняння з визначенням параметру S^c чисельним методом хорд.

3.3. Аналіз результатів розробки програмного забезпечення

Вхідні дані проєкту описані нечіткими множинами, які мають трапецеподібні функції приналежності, задані в табл. 3.1-3.4.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 3.1. Дисконтовані витрати на проект

№ проекту	Стадія 1	Стадія 2	Стадія 3
1	(25, 30, 35, 40)	(70, 90, 100, 120)	(160, 210, 260, 310)
2	(25, 40, 45, 50)	(110, 130, 140, 160)	(160, 310, 420, 570)
3	(40, 50, 60, 70)	(180, 210, 240, 270)	(430, 510, 700, 710)
4	(50, 60, 70, 80)	(90, 100, 120, 170)	(320, 410, 560, 610)
5	(35, 40, 75, 90)	(90, 110, 150, 180)	(350, 420, 520, 580)

Таблиця 3.2. Необхідна кількість спеціалістів

№ проекту	Стадія 1	Стадія 2	Стадія 3
1	(8.5, 12, 13, 13.5)	(5, 7, 11, 12)	(17, 20, 22, 25)
2	(8.5, 13, 14, 14.5)	(15, 17, 19, 20)	(23, 24.5, 27, 48)
3	(18, 23, 25, 27)	(23, 24, 25.5, 35)	(43, 52, 70, 75)
4	(18, 22, 26, 28)	(41, 50.5, 75, 77)	(33.5, 41, 50, 58)
5	(18, 22, 26, 28)	(44, 52.5, 75, 78)	(37, 47, 55, 62.5)

Таблиця 3.3. Дисконтований дохід від проекту

№ проекту	Дохід
1	(800, 900, 1100, 1200)
2	(1000, 1200, 1300, 1500)
3	(1600, 1900, 2100, 2700)
4	(1100, 1400, 1800, 2800)
5	(1400, 2000, 2700, 2900)

Стадії 1 та 2 завершуються в момент часу $T_1=4$ та $T_2=7$ відповідно.
Ставка дисконтування дорівнює $r=5\%$.

Ресурси, які є в наявності для реалізації проектів з портфелю, також

являють собою трапецеподібні нечіткі величини, наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4. Ресурси, що виділяються на портфель проектів

Тип ресурсу	Стадія 1	Стадія 2	Стадія 3
Бюджет	(0, 0, 170, 197)	(0, 0, 450, 480)	(0, 0, 1350, 1550)
Спеціалісти	(0, 0, 50, 75)	(0, 0, 170, 190)	(0, 0, 150, 195)

Визначені вимоги до витрат та рівнів достовірності полягають у тому, що витрати на першу стратегічну ціль повинні складати 20-80% бюджету, який виділено, на другу ціль – 20-60%. Рівень достовірності за цільовою функцією дорівнює $\gamma = 0.97$, за бюджетними обмеженнями - $\lambda_B = 0.99$, за персоналом – $\lambda_S = 0.92$, за стратегічними цілями – $\lambda_S = 0.8$.

Для отримання оцінки проектів використано формулу нечітких складових опціонів:

$$V = S e^{-\delta T_2} M\left(a_1, b_1; \sqrt{T_1/T_2}\right) - C_3 e^{-r T_2} M\left(a_2, b_2; \sqrt{T_1/T_2}\right) - C_2 e^{-r T_2} N(a_2),$$

де

$$a_1 = \frac{\ln\left[\frac{E(S)}{S^c}\right] + (r - \delta + \sigma^2/2)T_1}{\sigma\sqrt{T_1}}$$

$$a_2 = a_1 - \sigma\sqrt{T_1}$$

$$b_1 = \frac{\ln\left[\frac{E(S)}{E(C_3)}\right] + (r - \delta + \sigma^2/2)T_2}{\sigma\sqrt{T_2}}$$

$$b_2 = b_1 - \sigma\sqrt{T_2}$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\text{Var}(S)}}{E(S)} \quad \delta = \frac{E(C_1)}{E(S)}$$

Визначення параметру S^c здійснюється шляхом вирішення нелінійного рівняння:

$$S^c e^{-\delta(T_2-T_1)} N(c_1) - E(C_3) e^{-r(T_2-T_1)} N(c_2) - E(C_2) = 0,$$

де

$$c_1 = \frac{\ln \left[\frac{S^c}{E(C_3)} \right] + (r - \delta + \sigma^2/2)(T_2 - T_1)}{\sigma \sqrt{T_2 - T_1}}$$

$$c_2 = c_1 - \sigma \sqrt{T_2 - T_1}$$

Для вирішення нелінійного рівняння використано метод хорд, адже для його реалізації немає необхідності обчислення першої похідної, що є однією з переваг даного методу.

Для зчитування вхідних даних при роботі програми передбачені текстові файли з необхідними вхідними даними: s.txt, c.txt, r.txt, b.txt, params.txt.

Результати роботи програми записані до файлів: estimates.txt, matrix.txt, catalog.txt.

Отримані оцінки проектів являють собою нечіткі трапецеподібні числа, наведені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5. Дисконтований дохід від проекту

№ проекта	Оцінка
1	(298.884395, 365.326520, 478.842001, 545.284125)
2	(0.945665, 6.449531, 9.427321, 14.931186)
3	(431.632748, 554.354430, 668.427142, 916.839488)
4	(479.384728, 725.667525, 1064.332776, 1794.301466)
5	(794.844968, 1325.497186, 1960.178160, 2163.928076)

З врахуванням заданих рівнів довіри задача формування портфелю інноваційних проектів представлена у вигляді наступної чіткої задачі лінійного програмування:

$$300.877x_1 + 1.110x_2 + 435.314x_3 + 486.773x_4 + 810.764x_5 \rightarrow \max$$

$$39.95x_1 + 49.95x_2 + 69.9x_3 + 79.9x_4 + 89.85x_5 \leq 170.27$$

$$34.778x_1 + 11.097x_2 + 61.508x_3 + 69.217x_4 + 95.741x_5 \leq 450.3$$

$$65.983x_1 + 3.668x_2 + 116.078x_3 + 214.629x_4 + 249.582x_5 \leq 1352.0$$

$$13.46x_1 + 14.46x_2 + 26.84x_3 + 27.84x_4 + 27.84x_5 \leq 52.0$$

$$11.92x_1 + 19.92x_2 + 34.24x_3 + 76.84x_4 + 77.76x_5 \leq 171.6$$

$$24.76x_1 + 46.32x_2 + 74.6x_3 + 57.36x_4 + 61.9x_5 \leq 153.6$$

$$136.633x_1 + 63.318x_2 + 243.976x_3 \leq 1240.781948$$

$$354.621x_4 + 424.376x_5 \leq 930.586$$

$$-123.753x_1 - 58.903x_2 - 232.890x_3 \leq -339.964$$

$$-325.806x_4 - 390.278x_5 \leq -339.964$$

$$x \in \{0,1\}$$

3.4. Результати роботи програми

В результаті виконання роботи розроблено програмне забезпечення формування портфелю інноваційних проектів. Передбачено використання програмного забезпечення через інтерфейс командного рядка (рис.) та за допомогою графічного інтерфейсу (рис. 3.3).

Результати роботи програми з вирішення задачі формування портфелю інноваційних проектів наведено на рис. 3.2.

```

Command Window

Estimations:
  1.0e+03 *

    0.2989    0.3653    0.4788    0.5453
    0.0009    0.0064    0.0094    0.0149
    0.4316    0.5544    0.6684    0.9168
    0.4794    0.7257    1.0643    1.7943
    0.7948    1.3255    1.9602    2.1639

Exiting: One or more of the residuals, duality gap, or total relative error
has grown 100000 times greater than its minimum value so far:
the primal appears to be infeasible (and the dual unbounded).
(The dual residual < TolFun=1.00e-08.)

Projects results:
  1.0000
  0.0000
  1.0000
  0.0000
  1.0000

v=
fx 1.5470e+03
    
```

Рисунок 3.2. Результат роботи програми з командним інтерфейсом

При вирішенні сформованої задачі лінійного програмування отримано наступні результати: $x_1=1, x_2=0, x_3=1, x_4=0, x_5=1$. Отже до портфелю проектів слід додати проекти x_1, x_3, x_5 .

Оцінка портфеля дорівнює: $v=1546.956$.

При використанні графічного інтерфейсу всі вхідні та вихідні дані програми вводяться та виводяться через компоненти на формі (рис. 3.3).

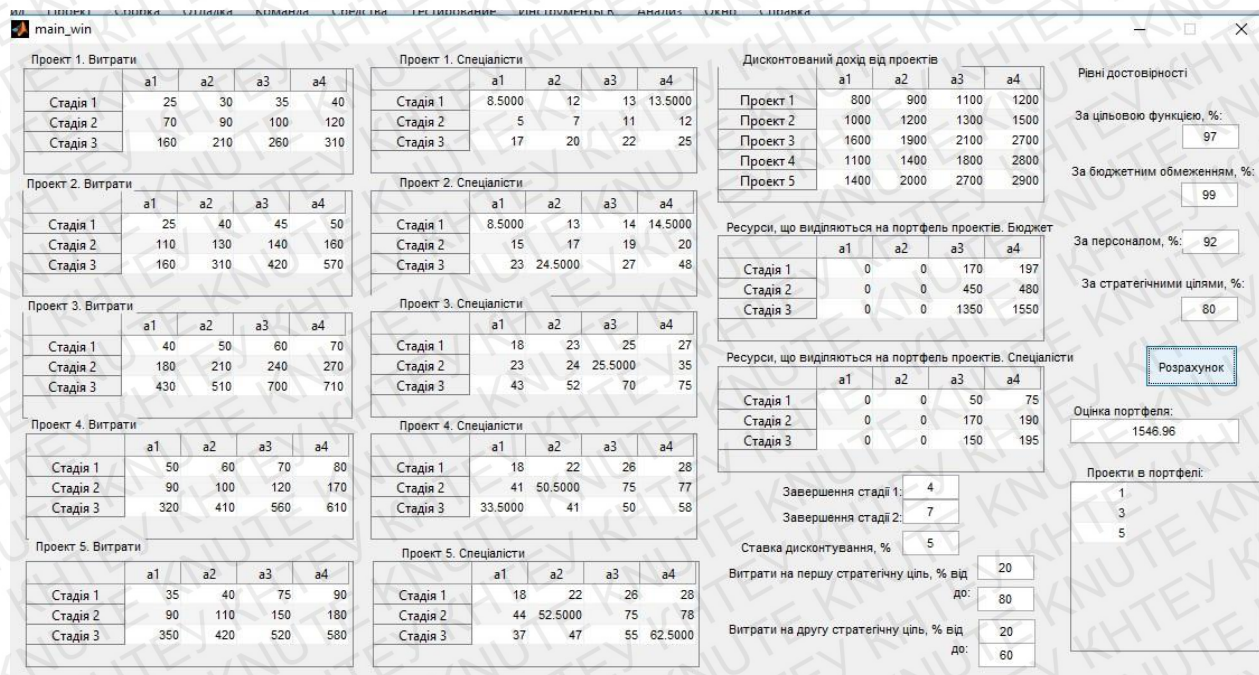


Рисунок 3.3. Результат роботи програми з віконним інтерфейсом

При використанні командного інтерфейсу введення та виведення вхідних та вихідних даних здійснюється через наступні текстові файли:

c.txt – файл для зчитування значень дисконтованих витрат на проекти за стадіями,

r.txt – файл для зчитування значень потреб у спеціалістах на проекти за стадіями

s.txt – файл для зчитування значень дисконтованого доходу від проектів,

params.txt – файл для зчитування часових показників завершення першої та другої стадії, ставки дисконтування, діапазонів витрат за

стратегічними цілями та рівнів достовірності за цільовою функцією, бюджетними обмеженнями, обмеженнями за персоналом та за стратегічними цілями.

b.txt – файл для зчитування значень ресурсів, що приділяються проектам.

catalog.txt – файл для виведення проектів, які включені до портфелю, та оцінки портфелю проектів,

estimates.txt – файл для виведення оцінок проектів,

matrix.txt – файл для виведення матриці, сформованої для вирішення задачі лінійного програмування.

Зчитування вхідних даних відбувається наступним чином:

```
f1=fopen('c.txt', 'r');
for i=1:1:5
    for j=1:1:3
        for k=1:1:4
            c(i,j,k)=fscanf(f1,'%f', 1);
        end
    end
end
end
```

Розрахунок параметрів, необхідних для вирішення нелінійного рівняння з метою визначення критичного значення S^c відбувається наступним чином:

```
for i=1:1:5
    es=(s(i,1)+2*s(i,2)+2*s(i,3)+s(i,4))/6;
    vars=((s(i,4)-s(i,1))^2+2*(s(i,4)-s(i,1))*(s(i,3)-s(i,2))+3*(s(i,3)-s(i,2))^2)/6;
    ec3=(c(i,3,1)+2*c(i,3,2)+2*c(i,3,3)+c(i,3,4))/6;
    varc3=((c(i,3,4)-c(i,3,1))^2+2*(c(i,3,4)-c(i,3,1))*(c(i,3,3)-c(i,3,2))+3*(c(i,3,3)-c(i,3,2))^2)/6;
    ec1=(c(i,1,1)+2*c(i,1,2)+2*c(i,1,3)+c(i,1,4))/6;
    ec2=(c(i,2,1)+2*c(i,2,2)+2*c(i,2,3)+c(i,2,4))/6;
    sigma=vars^0.5/es;
```

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

$\delta = \epsilon_1 / \epsilon_s$;

Виклик функції вирішення системи нелінійних рівнянь методом хорд:

$scc = \text{hordn}(\epsilon_3, \epsilon_2, \sigma, \delta, r, t_1, t_2)$;

Оцінка кожного з проектів виконується шляхом операцій з нечіткими трапецеподібними числами:

$v(i,1) = s(i,1) - c(i,3,4)$;

$v(i,2) = s(i,2) - c(i,3,3)$;

$v(i,3) = s(i,3) - c(i,3,2)$;

$v(i,4) = s(i,4) - c(i,3,1)$;

$v(i,1) = v(i,1) - c(i,2,4)$;

$v(i,2) = v(i,2) - c(i,2,3)$;

$v(i,3) = v(i,3) - c(i,2,2)$;

$v(i,4) = v(i,4) - c(i,2,1)$;

На наступному етапі розраховуємо матрицю коефіцієнтів цільової функції та обмежень для подальшого вирішення задачі лінійного програмування:

for i=1:1:5

$vm(i) = \gamma * v(i,1) + (1 - \gamma) * v(i,2)$;

end

for i=1:1:5

for j=1:1:3

$am(j,i) = (1 - lb) * c(i,j,3) + lb * c(i,j,4)$;

end

end

Рішення задачі лінійного програмування виконано стандартними засобами Matlab:

$[xi] = \text{linprog}(vm, am, bm, [], [], lb, ub)$

Виведення результатів у файл здійснено наступним чином:

$fv = \text{fopen}('estimates.txt', 'w')$;

$fm = \text{fopen}('matrix.txt', 'w')$;


```

fx=fopen('catalog.txt', 'w');
fprintf(fx, '\n%v=%f ', sumv);
for i=1:1:5
    for j=1:1:4
        fprintf(fv, '%f ', v(i,j));
    end
    fprintf(fv, '\n');
    fprintf(fm, '%f ', vm(i));
end

```

3.5. Висновки до розділу

Таким чином, в результаті виконання розділу розроблено архітектуру та здійснено програмну реалізацію системи управління портфелем інноваційних проектів. При виконанні поставлених завдань використано математичний апарат теорії нечітких множин з представленням ключових параметрів у вигляді нечітких трапецеподібних чисел. Програмне забезпечення реалізовано засобами мови програмування пакету Matlab з двома варіантами інтерфейсу: інтерфейсом командного рядка та віконним інтерфейсом з набором візуальних компонентів введення та виведення даних, а також елементів керування. Для вирішення поставленої задачі використано допоміжні методи вирішення нелінійних рівнянь та метод лінійного програмування. В результаті роботи програмного забезпечення перелік інноваційних проектів, включених до портфелю та оцінка сформованого портфелю зберігаються у текстовий файл.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи вирішено актуальну задачу, яка полягає у підвищенні якості та ефективності процесу формування портфелю інноваційних проектів підприємства шляхом розробки спеціалізованого програмного забезпечення для проведення розрахунків, заснованих на теорії нечітких множин, у пакеті Matlab.

1) Для формування портфелю інноваційних проектів використано математичний апарат з елементами теорії нечітких множин, що дозволяє в реальних умовах функціонування підприємства враховувати показники роботи над проектом, які не мають точного числового значення.

2) Для опису нечітких множин вхідних та вихідних параметрів використано трапецеподібні функції належності, що дозволяє задати діапазоні описуваних величин з точки зору максимальних, мінімальних, та найбільш очікуваних значень.

3) Розробка програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів дозволить підвищити якість та ефективність процесу оцінки проектів стосовно їх включення до портфелю при виконанні стратегічних цілей підприємства.

					<i>КНТЕУ-122-2019</i>			
<i>Зм</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Пурський О.І.</i>			<i>Розробка програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Демідов П.Г.</i>				<i>В</i>	<i>28</i>	<i>30</i>
<i>Гарант</i>		<i>Демідов П.Г.</i>				<i>Кафедра комп'ютерних наук</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Стеганцев В.Г.</i>						
<i>Перевірів</i>		<i>Демідов П.Г.</i>						
					<i>ВИСНОВКИ</i>	<i>4-11</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабенко Л.П., Лавріщева К.М. Основи програмної інженерії.– Навч. посібник.–К.: Знання, 2001. –269 с.
2. Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань. Книга 1. Організація баз даних та знань: Навчальний посібник. – Львів: «Магнолія 2006», 2008. - 456с.
3. Воронін А. М. Інформаційні системи прийняття рішень: навчальний посібник. / Воронін А. М., Зіатдінов Ю. К., Климова А. С. – К. : НАУ-друк, 2009. – 136с.
4. Гайна Г.А. Основи проектування баз даних. Навчальний посібник для ВНЗ. – К.: Кондор, 2008. – 201с.
5. Глушаков С.В., Ломотько Д.В. Базы данных[Текст]:учебный курс.- Х.:Фолио.-2000.-504с.
6. Зайченко Ю.П. Исследование операций : учебник / Зайченко Ю.П. – 6 изд., перераб. и доп. – К. : Издательский Дом «Слово», 2003. – 686 с.
7. Інформаційні системи і технології в банківській сфері: навч. посіб. / Аніловська Г. Я., Чуй І. Р., Вус М. Л., Стоколоса Т. М. – Л. : ЛКА, 2008. – 332 с.
8. Кігель В.Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці: Монографія. – К.: ЦУЛ, 2003. – 202 с.
9. Лаврищева Е.М. Методы программирования. Теория, инженерия, практика. – К.: Наук. думка, 2006.–450с.
10. Лавріщева К.М. Основні напрямки досліджень в програмній інженерії і шляхи їхнього розвитку // Проблеми програмування. – 2003. – № 3–4. – С. 44–58.

					<i>КНТЕУ-122-2019</i>			
<i>Зм</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Пурський О.І.</i>			<i>Розробка програмного забезпечення формування портфелю інноваційних проектів підприємства</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Демідов П.Г.</i>				<i>В</i>	<i>29</i>	<i>30</i>
<i>Гарант</i>		<i>Демідов П.Г.</i>				<i>Кафедра комп'ютерних наук</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Стеганцев В.Г.</i>				<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</i>		
<i>Перевірів</i>		<i>Демідов П.Г.</i>				<i>4-11</i>		

11. Ладугубець В.В. Алгоритми параметричної оптимізації складних систем / Ладугубець В.В., Ладугубець Т.С., Ладугубець О.В. – К.: «Аверс», 2006. – 139 с.

12. Пасічник В.В. Організація баз даних та знань: підручник для ВНЗ / В.В. Пасічник, В.А. Резніченко. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 384 с.

13. Пістунов І. М. Інформаційні системи в фінансово-кредитних установах / І. М. Пістунов, Т. В. Борщ. – К.: «Центр учбової літератури», 2013. – 234 с.

14. Пістунов І. М. Інформаційні системи в фінансово-кредитних установах / І. М. Пістунов, Т. В. Борщ. – К.: «Центр учбової літератури», 2013. – 234 с.

15. Ротштейн А.П. Влияние методов дефаззификации на скорость настройки нечеткой модели / А.П. Ротштейн, С.Д. Штовба // Кибернетика и системный анализ. – 2002. – №5. – С.169-176.

16. Ротштейн А.П. Управление динамической системой на основе нечеткой базы знаний / А.П. Ротштейн, С.Д. Штовба // Автоматика и вычислительная техника. – 2001. – №2. – С.23-30.

17. Соколов В.Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. / Соколов В.Ю. – К.: ДУІКТ, 2010. – 138 с.

18. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект. – К.: Наукова думка, 2002. – 382 с.

19. Штовба С.Д. Нечеткая идентификация на основе регрессионных моделей параметрической функции принадлежности / С.Д. Штовба // Проблемы управления и информатики. – 2006. – №6. С.38-44.

20. Штовба С.Д., Штовба Е.В., Панкевич О.Д. Критерии точности и компактности для оценки качества нечетких баз знаний в задачах идентификации // Научные труды Винницкого национального технического университета. – 2012. – №4.

ДОДАТОК А

Код програми

```
function main

f1=fopen('c.txt', 'r');
f2=fopen('r.txt', 'r');
f3=fopen('s.txt', 'r');
f4=fopen('params.txt', 'r');
f5=fopen('b.txt', 'r');

for i=1:1:5
    for j=1:1:3
        for k=1:1:4
            c(i,j,k)=fscanf(f1,'%f', 1);
        end
    end
end

for i=1:1:5
    for j=1:1:3
        for k=1:1:4
            rl(i,j,k)=fscanf(f2,'%f', 1);
        end
    end
end

for i=1:1:5
    for k=1:1:4
        s(i,k)=fscanf(f3,'%f', 1);
```

```
end
end

t1=fscanf(f4,'%f', 1);
t2=fscanf(f4,'%f', 1);
r=fscanf(f4,'%f', 1);
st1gr1=fscanf(f4,'%f', 1);
st1gr2=fscanf(f4,'%f', 1);
st2gr1=fscanf(f4,'%f', 1);
st2gr2=fscanf(f4,'%f', 1);
gamma=fscanf(f4,'%f', 1);
lb=fscanf(f4,'%f', 1);
lr=fscanf(f4,'%f', 1);
ls=fscanf(f4,'%f', 1);

for i=1:1:3
    for k=1:1:4
        b(i,k)=fscanf(f5,'%f', 1);
    end
end

for i=1:1:3
    for k=1:1:4
        rlb(i,k)=fscanf(f5,'%f', 1);
    end
end

fclose(f1);
fclose(f2);
fclose(f3);
```


fclose(f4);

fclose(f5);

for i=1:1:5

es=(s(i,1)+2*s(i,2)+2*s(i,3)+s(i,4))/6;

vars=((s(i,4)-s(i,1))^2+2*(s(i,4)-s(i,1))*(s(i,3)-s(i,2))+3*(s(i,3)-s(i,2))^2)/6;

ec3=(c(i,3,1)+2*c(i,3,2)+2*c(i,3,3)+c(i,3,4))/6;

varc3=((c(i,3,4)-c(i,3,1))^2+2*(c(i,3,4)-c(i,3,1))*(c(i,3,3)-c(i,3,2))+3*(c(i,3,3)-c(i,3,2))^2)/6;

ec1=(c(i,1,1)+2*c(i,1,2)+2*c(i,1,3)+c(i,1,4))/6;

ec2=(c(i,2,1)+2*c(i,2,2)+2*c(i,2,3)+c(i,2,4))/6;

sigma=vars^0.5/es;

delta=ec1/es;

scc=hord(0,1000,0.1);

a1=(log(es/scc)+(r-delta+sigma^2/2)*t1)/(sigma*t1^0.5);

a2=a1-sigma*t1^0.5;

b1=(log(es/ec3)+(r-delta+sigma^2/2)*t2)/(sigma*t2^0.5);

b2=b1-sigma*t2^0.5;

ma1b1=a1*b1*(t1/t2)^0.5;

ma1b1=normcdf(ma1b1,0,1);

ma2b2=a2*b2*(t1/t2)^0.5;

ma2b2=normcdf(ma2b2,0,1);

ma2=normcdf(a2,0,1);

ks=exp(-1*delta*t2)*ma1b1;

kc3=exp(-1*r*t2)*ma2b2;

kc2=exp(-1*r*t1)*ma2;

```

for j=1:1:4
    s(i,j)=s(i,j)*ks;
    c(i,3,j)=c(i,3,j)*kc3;
    c(i,2,j)=c(i,2,j)*kc2;
end

```

```

v(i,1)=s(i,1)-c(i,3,4);
v(i,2)=s(i,2)-c(i,3,3);
v(i,3)=s(i,3)-c(i,3,2);
v(i,4)=s(i,4)-c(i,3,1);
v(i,1)=v(i,1)-c(i,2,4);
v(i,2)=v(i,2)-c(i,2,3);
v(i,3)=v(i,3)-c(i,2,2);
v(i,4)=v(i,4)-c(i,2,1);
end

```

```

function f=sc(x)

```

```

    c1=(log(x/ec3)+(r-delta+sigma^2/2)*(t2-t1))/(sigma*(t2-t1)^2);

```

```

    c2=c1-sigma*(t2-t1);

```

```

    f=x*exp(-1*delta*(t2-t1))*(1/(2*3.14))*exp(-1*c1^2/2)-ec3*exp(-
1*r*(t2-t1))*(1/(2*3.14))*exp(-1*c2^2/2)-ec2;

```

```

end

```

```

function[x1,k,f1_a]=hord(a,b,eps)

```

```

k=0;

```

```

x0=a;%край отрезка

```

```

x1=b;

```

```

x2=(b-a)/2;% в начале в центре отрезка

```

```

while( abs(x2-x1)>eps)

```

```

x0=x1;
x1=x2;
x2=x1-sc(x1)*(x1-x0)/(sc(x1)-sc(x0));
k=k+1;
end
f1_a=sc(x2);
end

disp('Estimations:');
disp(v);

for i=1:1:5
    vm(i)=gamma*v(i,1)+(1-gamma)*v(i,2);
end

%disp(vm);

for i=1:1:5
    for j=1:1:3
        am(j,i)=(1-lb)*c(i,j,3)+lb*c(i,j,4);
    end
end

for i=1:1:5
    for j=1:1:3
        am(j+3,i)=(1-lr)*rl(i,j,3)+lr*rl(i,j,4);
    end
end

for i=1:1:5

```



```
for k=1:1:4
    sumc(i, k)=0;
    for j=1:1:3
        sumc(i, k)=sumc(i, k)+c(i,j,k);
    end
end
end

for i=1:1:3
    am(7,i)=(1-ls)*sumc(i,3)+ls*sumc(i,4);
end
am(7,4)=0.0; am(7,5)=0.0;

for i=4:1:5
    am(8,i)=(1-ls)*sumc(i,3)+ls*sumc(i,4);
end
am(8,1)=0.0; am(8,2)=0.0; am(8,3)=0.0;

for i=1:1:3
    am(9,i)=-1*(ls*sumc(i,3)+(1-ls)*sumc(i,4));
end
am(9,4)=0.0; am(9,5)=0.0;

for i=4:1:5
    am(10,i)=-1*(ls*sumc(i,3)+(1-ls)*sumc(i,4));
end
am(10,1)=0.0; am(10,2)=0.0; am(10,3)=0.0;
bm(1)=lb*b(1,3)+(1-lb)*b(1,4);
bm(2)=lb*b(2,3)+(1-lb)*b(2,4);
bm(3)=lb*b(3,3)+(1-lb)*b(3,4);
```

```
bm(4)=lr*rlb(1,3)+(1-lr)*rlb(1,4);
```

```
bm(5)=lr*rlb(2,3)+(1-lr)*rlb(2,4);
```

```
bm(6)=lr*rlb(3,3)+(1-lr)*rlb(3,4);
```

```
for k=1:1:4
```

```
    sumb(k)=0;
```

```
    for j=1:1:3
```

```
        sumb(k)=sumc(k)+b(j,k);
```

```
    end
```

```
end
```

```
bm(7)=(ls*sumb(3)+(1-ls)*sumb(4))*st1gr2;
```

```
bm(8)=(ls*sumb(3)+(1-ls)*sumb(4))*st2gr2;
```

```
bm(9)=-1*(ls*sumb(4)+(1-ls)*sumb(3))*st1gr1;
```

```
bm(10)=-1*(ls*sumb(4)+(1-ls)*sumb(3))*st2gr1;
```

```
bm=bm';
```

```
lb = [0.0; 0.0; 0.0; 0.0; 0.0];
```

```
ub = [1.0; 1.0; 1.0; 1.0; 1.0];
```

```
% Рішення задачі ЛПІ
```

```
[xi] = linprog(vm,am,bm,[],[],lb,ub);
```

```
fv=fopen('estimates.txt', 'w');
```

```
fm=fopen('matrix.txt', 'w');
```

```
fx=fopen('catalog.txt', 'w');
```

```
sumv=0.0;
```

```
fprintf(fx, '\nProjects number:');
```

```
for i=1:1:5
```

```
    if(xi(i)>0.1)
```

```
        xi(i)=1;
        fprintf(fx, '%d ', i);
        sumv=sumv+vm(i);
    end
end
fprintf(fx, 'v=%f ', sumv);
disp('Projects results: ');
disp(xi);
disp('v=');
disp(sumv);
fprintf(fx, '\n%v=%f ', sumv);
for i=1:1:5
    for j=1:1:4
        fprintf(fv, '%f ', v(i,j));
    end
    fprintf(fv, '\n');
end
for i=1:1:10
    for j=1:1:5
        fprintf(fm, '%f ', am(i,j));
    end
    fprintf(fm, '%lf\n', bm(i));
end
fclose(fv);
fclose(fm);
fclose(fx);
end
```



```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

t1=get(handles.edit1, 'string');
t1=str2double(t1);
t2=get(handles.edit2, 'string');
t2=str2double(t2);
r=get(handles.edit3, 'string');
r=str2double(r)/100;

st1gr1=get(handles.edit4, 'string');
st1gr1=str2double(st1gr1)/100;

st1gr2=get(handles.edit5, 'string');
st1gr2=str2double(st1gr2)/100;

st2gr1=get(handles.edit6, 'string');
st2gr1=str2double(st2gr1)/100;

st2gr2=get(handles.edit7, 'string');
st2gr2=str2double(st2gr2)/100;

gamma=get(handles.edit8, 'string');
gamma=str2double(gamma)/100;

lb=get(handles.edit9, 'string');
lb=str2double(lb)/100;

lr=get(handles.edit10, 'string');
```

```
lr=str2double(lr)/100;
```

```
ls=get(handles.edit11, 'string');
```

```
ls=str2double(ls)/100;
```

```
data=get(handles.uitable1, 'Data');
```

```
for j=1:1:3
```

```
for k=1:1:4
```

```
c(1,j,k)=data(j, k);
```

```
end
```

```
end
```

```
data=get(handles.uitable2, 'Data');
```

```
for j=1:1:3
```

```
for k=1:1:4
```

```
c(2,j,k)=data(j, k);
```

```
end
```

```
end
```

```
data=get(handles.uitable3, 'Data');
```

```
for j=1:1:3
```

```
for k=1:1:4
```

```
c(3,j,k)=data(j, k);
```

```
end
```

```
end
```

```
data=get(handles.uitable4, 'Data');
```

```
for j=1:1:3
```

```
for k=1:1:4
```

```
c(4,j,k)=data(j, k);
```

```
end
end
data=get(handles.uitable5, 'Data');
for j=1:1:3
    for k=1:1:4
        c(5,j,k)=data(j, k);
    end
end
```

```
data=get(handles.uitable6, 'Data');
for j=1:1:3
    for k=1:1:4
        rl(1,j,k)=data(j, k);
    end
end
```

```
data=get(handles.uitable7, 'Data');
for j=1:1:3
    for k=1:1:4
        rl(2,j,k)=data(j, k);
    end
end
```

```
data=get(handles.uitable8, 'Data');
for j=1:1:3
    for k=1:1:4
        rl(3,j,k)=data(j, k);
    end
end
```



```
data=get(handles.uitable9, 'Data');
```

```
for j=1:1:3
```

```
    for k=1:1:4
```

```
        rl(4,j,k)=data(j, k);
```

```
    end
```

```
end
```

```
data=get(handles.uitable10, 'Data');
```

```
for j=1:1:3
```

```
    for k=1:1:4
```

```
        rl(5,j,k)=data(j, k);
```

```
    end
```

```
end
```

```
s=get(handles.uitable11, 'Data');
```

```
b=get(handles.uitable12, 'Data');
```

```
rlb=get(handles.uitable13, 'Data');
```

```
for i=1:1:5
```

```
    es=(s(i,1)+2*s(i,2)+2*s(i,3)+s(i,4))/6;
```

```
    vars=((s(i,4)-s(i,1))^2+2*(s(i,4)-s(i,1))*(s(i,3)-s(i,2))+3*(s(i,3)-s(i,2))^2)/6;
```

```
    ec3=(c(i,3,1)+2*c(i,3,2)+2*c(i,3,3)+c(i,3,4))/6;
```

```
    varc3=((c(i,3,4)-c(i,3,1))^2+2*(c(i,3,4)-c(i,3,1))*(c(i,3,3)-  
c(i,3,2))+3*(c(i,3,3)-c(i,3,2))^2)/6;
```

```
    ec1=(c(i,1,1)+2*c(i,1,2)+2*c(i,1,3)+c(i,1,4))/6;
```

```
    ec2=(c(i,2,1)+2*c(i,2,2)+2*c(i,2,3)+c(i,2,4))/6;
```

```
    sigma=vars^0.5/es;
```

delta=ec1/es;

scc=hordn(ec3, ec2, sigma, delta, r, t1, t2);

a1=(log(es/scc)+(r-delta+sigma^2/2)*t1)/(sigma*t1^0.5);

a2=a1-sigma*t1^0.5;

b1=(log(es/ec3)+(r-delta+sigma^2/2)*t2)/(sigma*t2^0.5);

b2=b1-sigma*t2^0.5;

ma1b1=a1*b1*(t1/t2)^0.5;

ma1b1=normcdf(ma1b1,0,1);

ma2b2=a2*b2*(t1/t2)^0.5;

ma2b2=normcdf(ma2b2,0,1);

ma2=normcdf(a2,0,1);

ks=exp(-1*delta*t2)*ma1b1;

kc3=exp(-1*r*t2)*ma2b2;

kc2=exp(-1*r*t1)*ma2;

for j=1:4

s(i,j)=s(i,j)*ks;

c(i,3,j)=c(i,3,j)*kc3;

c(i,2,j)=c(i,2,j)*kc2;

end

v(i,1)=s(i,1)-c(i,3,4);

v(i,2)=s(i,2)-c(i,3,3);

v(i,3)=s(i,3)-c(i,3,2);

v(i,4)=s(i,4)-c(i,3,1);

```

v(i,1)=v(i,1)-c(i,2,4);
v(i,2)=v(i,2)-c(i,2,3);
v(i,3)=v(i,3)-c(i,2,2);
v(i,4)=v(i,4)-c(i,2,1);
end

for i=1:1:5
    vm(i)=gamma*v(i,1)+(1-gamma)*v(i,2);
end

for i=1:1:5
    for j=1:1:3
        am(j,i)=(1-lb)*c(i,j,3)+lb*c(i,j,4);
    end
end

for i=1:1:5
    for j=1:1:3
        am(j+3,i)=(1-lr)*rl(i,j,3)+lr*rl(i,j,4);
    end
end

for i=1:1:5
    for k=1:1:4
        sumc(i, k)=0;
        for j=1:1:3
            sumc(i, k)=sumc(i, k)+c(i,j,k);
        end
    end
end
end

```



```
for i=1:1:3
```

```
    am(7,i)=(1-ls)*sumc(i,3)+ls*sumc(i,4);
```

```
end
```

```
am(7,4)=0.0; am(7,5)=0.0;
```

```
for i=4:1:5
```

```
    am(8,i)=(1-ls)*sumc(i,3)+ls*sumc(i,4);
```

```
end
```

```
am(8,1)=0.0; am(8,2)=0.0; am(8,3)=0.0;
```

```
for i=1:1:3
```

```
    am(9,i)=-1*(ls*sumc(i,3)+(1-ls)*sumc(i,4));
```

```
end
```

```
am(9,4)=0.0; am(9,5)=0.0;
```

```
for i=4:1:5
```

```
    am(10,i)=-1*(ls*sumc(i,3)+(1-ls)*sumc(i,4));
```

```
end
```

```
am(10,1)=0.0; am(10,2)=0.0; am(10,3)=0.0;
```

```
bm(1)=lb*b(1,3)+(1-lb)*b(1,4);
```

```
bm(2)=lb*b(2,3)+(1-lb)*b(2,4);
```

```
bm(3)=lb*b(3,3)+(1-lb)*b(3,4);
```

```
bm(4)=lr*rlb(1,3)+(1-lr)*rlb(1,4);
```

```
bm(5)=lr*rlb(2,3)+(1-lr)*rlb(2,4);
```

```
bm(6)=lr*rlb(3,3)+(1-lr)*rlb(3,4);
```

```
for k=1:1:4
```

```

sumb(k)=0;
for j=1:1:3
sumb(k)=sumc(k)+b(j,k);
end
end

bm(7)=(ls*sumb(3)+(1-ls)*sumb(4))*st1gr2;
bm(8)=(ls*sumb(3)+(1-ls)*sumb(4))*st2gr2;
bm(9)=-1*(ls*sumb(4)+(1-ls)*sumb(3))*st1gr1;
bm(10)=-1*(ls*sumb(4)+(1-ls)*sumb(3))*st2gr1;

bm=bm';

lb = [0.0; 0.0; 0.0; 0.0; 0.0];
ub = [1.0; 1.0; 1.0; 1.0; 1.0];

% Решение задачи ЛП
[xi] = linprog(vm,am,bm,[],[],lb,ub)

fv=fopen('estimates.txt', 'w');
fm=fopen('matrix.txt', 'w');
fx=fopen('catalog.txt', 'w');

sumv=0.0;
fprintf(fx, '\nProjects number:');
j=1;
for i=1:1:5
if(xi(i)>0.5)
xi(i)=1;
fprintf(fx, '%d ', i);

```

```
        ind(j)=i;
        j=j+1;
        sumv=sumv+vm(i);
    end
end
```

```
set(handles.uitable15, 'Data', ind');
fprintf(fx, 'v=%f ', sumv);
disp('Projects results: ');
disp(xi);
disp('v=');
disp(sumv);
set(handles.edit12, 'string', sumv);
```

```
fprintf(fx, '\n%v=%f ', sumv);
```

```
for i=1:1:5
```

```
    for j=1:1:4
```

```
        fprintf(fv, '%f ', v(i,j));
```

```
    end
```

```
    fprintf(fv, '\n');
```

```
    fprintf(fm, '%f ', vm(i));
```

```
end
```

```
fprintf(fm, '\n');
```

```
for i=1:1:10
```

```
    for j=1:1:5
```

```
        fprintf(fm, '%f ', am(i,j));
```

```
    end
```

```
    fprintf(fm, '%f\n', bm(i));
```

```
end
```