

Хмельницький національний університет
Факультет програмування та
комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Кафедра комп'ютерної інженерії та системного програмування

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРА

Галузь знань _____ 12 – Інформаційні технології _____

Спеціальність _____ 123 – Комп'ютерна інженерія _____

на тему «Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик»

ДРКІСПр. 015044.19.02.02 ПЗ

Виконав: студент 6 курсу, група КІ2м-19-1


Підпис

К.Ю. Гаврилюк
Ініціали, прізвище

Керівник _____
докт. техн. наук, проф.
Науковий ступінь, вчене звання

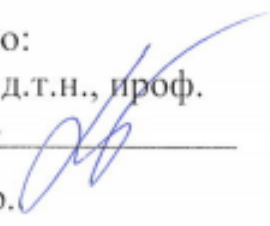

Підпис

Т.О. Говорущенко
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри КІСП, д.т.н., проф.

Т.О. Говорущенко

28 травня 2021 р. 

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА СИСТЕМНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Освітній рівень МАГІСТР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КІСП

Т. О. Говорушенко

“07” 09 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Гаврилюк Кристині Юріївни

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проєкту (роботи) Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу їх характеристик

Керівник проєкту (роботи): Говорушенко Тетяна Олександрівна, д-р.т.н, професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 15.01.2021 р. № 7

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру 25.05.2021 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи). Наукові джерела, що стосуються методів прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу їх характеристик

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).

Прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог

Моделювання процесу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог

Метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог

Інтелектуальна система прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КІСП		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КІСП		

7. Дата видачі завдання « 07 » вересня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів (розділів) дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики ДРМ з керівником	07.09.2020	Виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	05.10.2020	Виконано
3	Робота над розділом 1 – аналіз відомих моделей, методів за темою; постановка задачі	09.11.2020	Виконано
4	Робота над розділом 2 – розробка моделей для вирішення поставленої задачі	07.12.2020	Виконано
5	Розробка 2 розділу написання ДРМ	05.01.2021	Виконано
6	Робота над розділом 3 – розробка методів для вирішення поставленої задачі	15.02.2021	Виконано
7	Робота над розділом 4 – проєктування та розробка ПЗ для вирішення поставленої задачі, експериментальна частина	05.04.2021	Виконано
8	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	19.04.2021	Виконано
9	Попередній захист ДРМ	05.05.2021	Виконано
10	Захист ДРМ на засіданні ЕК	Травень 2021 року	Виконано

Студент


Підпис

Гаврилюк К.Ю.
Ініціали, прізвище

Керівник проєкту (роботи)


Підпис

Говорушенко Т. О.
Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик .

Автор роботи: Гаврилюк Кристина Юріївна.

Керівник роботи: Говорущенко Тетяна Олександрівна.

Пояснювальна записка: 123 с., 24 рис., 6 табл., 3 дод., 80 джерел.

Ключові слова: науковий ІТ-проект, характеристики проекту, метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів, інтегративний показник проекту, ступінь успішності впровадження проекту, категорія успішності проекту, штучна нейронна мережа.

Об'єктом дослідження є: процеси опрацювання інформації щодо характеристик та успішності реалізації наукових ІТ-проектів, технологія виконання інтелектуальних обчислень для опрацювання інформації щодо характеристик та успішності реалізації наукових ІТ-проектів.

Предметом дослідження є модель, метод та система прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

Метою дипломної роботи є: прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик шляхом розроблення відповідного методу.

Для розв'язання поставлених задач використовувались принципи системного аналізу (ієрархічності, декомпозиції та ін.), методи аналізу та моделювання процесів, теоретико-множинні підходи, алгебра систем, апарат модельно-орієнтованих підходів, методи концептуального моделювання, загальні принципи створення інформаційних систем та систем підтримки прийняття рішень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

1) вдосконалено нейромережну модель процесу прогнозування характеристик ІТ-проекту на основі аналізу вимог, котра відрізняється від існуючих тим, що дає можливість враховувати важливість кожного показника,

взаємний вплив показників в межах кожної характеристики ІТ-проєкту, а також оцінити сумарний вплив показників вимог на характеристики ІТ-проєкту;

2) вдосконалено нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації ІТ-проєкту, який відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність реалізації ІТ-проєктів на основі лише вимог та порівнювати проєкти комплексно – за прогнозованими значеннями основних характеристик та значеннями ступеня успішності реалізації проєкту.

Практична значущість отриманих результатів полягає у розробленні інтелектуальної системи прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог, яка забезпечує прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проєктів.

За темою дипломної роботи опубліковано дві статті [1, 2], одна з яких [1] індексована в наукометричній базі Scopus.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	6
ВСТУП.....	7
1 ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМОГ	10
1.1 Дослідження успішності впровадження наукових ІТ-проєктів.....	10
1.2 Аналіз основних характеристик наукових ІТ-проєктів та методів і засобів їх оцінювання	12
1.3. Визначення показників вимог, необхідних для оцінювання основних характеристик наукових ІТ-проєктів	16
1.4 Висновки. Постановка задачі.....	18
2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМОГ	20
2.1. Концепція прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог	20
2.2. Нейромережна модель процесу характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог	28
2.3. Висновки.....	37
3 МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМОГ	39
3.1. Нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог	39
3.2. Оцінювання діапазонів значень показників вимог	44

3.3. Вивчення нейромережної частини методів передбачення характеристик та оцінки успішного впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог..	47
3.4. Оцінки порогових значень ступеня успішності впровадження наукових іт-проектів для прогнозування категорії успішності проекту	61
3.5. Висновки.....	63
4 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМОГ	65
4.1. Інтелектуальна система прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів	65
4.2. Формування розділу правил бази знань.....	68
4.3. Функціонування інтелектуальної системи прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів.....	71
4.4. Висновки.....	82
ВИСНОВКИ	84
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	87
ДОДАТОК А Лістинг коду.....	95
ДОДАТОК Б Тези до дипломної роботи	100
ДОДАТОК В Презентація до дипломної роботи	114

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ІСПХ –інтелектуальна система прогнозування характеристик

БД – база даних

ШНМ – штучна нейрона мережа

ІТ – інформаційні технології

ЖЦ – життєвий цикл

ВСТУП

Наразі в світі створюється дуже багато програм та технологій. Завдяки цьому створюється багато наукових ІТ-проектів. По статистиці частка проблемних наукових ІТ-проектів з переветратами коштів, часу або недостатнім функціоналом складає порядку половини всіх проектів. Частка провальних проектів, що скасовуються до завершення і ніколи не використовується, складає 1/5 всіх проектів. Причинами провалів у наукових ІТ-проектах є: неврахування іноваційності проекту, управління процесом впровадження, управління конкретно поставленою задачею, неврахування собівартості та конкуретоспроможності, незнання усієї специфіки теми, через що збільшується час та терміни дослідження, невідповідність стандартам, неправильний вибір основних методів, створення нереального плану та їх перегляду в ході дослідження, нечітко створений масштаб, поганий розподіл ресурсів [7, 9, 10].

Успішним вважається проект, в якому чітко встановлене основне завдання та пріоритети, чітко переглядаються ресурси та терміни згідно плану та удосконалюються за необхідності, та вискокваліфікованого науковця який досліджує. Успішними проектами, на які можна покладатись, є лише 1/3 всіх проектів [6, 14, 15].

Тому дуже важливою є робота над вдосконалення методів прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог, оскільки будь-які напрацювання в цьому напрямку допоможуть скоротити проблемні наукові ІТ-проекти.

Мета дипломної роботи: прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик шляхом розроблення відповідного методу.

Поставлена мета досягається розв'язанням таких основних задач:

- 1) проаналізувати відомі методи та рішення для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог;

2) виконати моделювання процесу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог;

3) розробити метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог;

4) спроектувати та реалізувати інтелектуальну систему прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

Об'єкт дослідження – процеси опрацювання інформації щодо характеристик та успішності реалізації наукових ІТ-проектів, технологія виконання інтелектуальних обчислень для опрацювання інформації щодо характеристик та успішності реалізації наукових ІТ-проектів.

Предмет дослідження – модель, метод та система прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

1) вдосконалено нейромережну модель процесу прогнозування характеристик ІТ-проекту на основі аналізу вимог, котра відрізняється від існуючих тим, що дає можливість враховувати важливість кожного показника, взаємний вплив показників в межах кожної характеристики ІТ-проекту, а також оцінити сумарний вплив показників вимог на характеристики ІТ-проекту;

2) вдосконалено нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації ІТ-проекту, який відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність реалізації ІТ-проектів на основі лише вимог та порівнювати проекти комплексно – за прогнозованими значеннями основних характеристик та значеннями ступеня успішності реалізації проекту.

Практична значущість отриманих результатів полягає у розробленні інтелектуальної системи прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог, яка забезпечує прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів.

Для розв'язання поставлених задач використовувались принципи системного аналізу (ієрархічності, декомпозиції та ін.), методи аналізу та моделювання процесів, теоретико-множинні підходи, алгебра систем, апарат модельно-орієнтованих підходів, методи концептуального моделювання, загальні принципи створення інформаційних систем та систем підтримки прийняття рішень.

Дослідження, представлені у кваліфікаційній роботі, проводились в рамках держбюджетної НДР Хмельницького національного університету № 1Б-2019 «Агентно-орієнтована система підвищення безпеки та якості програмного забезпечення комп'ютерних систем» (номер державної реєстрації 0119U100662).

За темою дипломної роботи опубліковано дві статті [1, 2], одна з яких [1] індексована в наукометричній базі Scopus.

1 ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМОГ

1.1 Дослідження успішності впровадження наукових ІТ-проектів

З кожним роком з розвитком технологій та програмних продуктів на ринку з'являється все більше ІТ-проектів. Наукові ІТ-проекти це проект націлений на дослідження та реалізацію нового наукового продукту. Але через такі фактори як нечітке та неповне формування та формулювання вимог, недостатнє залучення користувачів до роботи над проєстом, відсутність необхідних ресурсів, незадовільне планування, часта зміна вимог і специфікацій, новизну технології, використовувану для організації, відсутність грамотного керування, недостатню підтримку з боку керівництва та невірне розуміння або недостатній аналіз вимог постає задача широкого дослідження успішності впроваджених наукових проєктів. [18, 21,45].

Отже, об'єктом дослідження є процес прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації наукових ІТ-проектів, спрямований на аналіз вимог. Під успішністю впровадження наукового ІТ-проекту надалі будемо розуміти вчасне завершення проєкту в рамках виділеного бюджету та з реалізацією всіх необхідних можливостей та функцій

Успішність впровадження наукових ІТ-проектів будемо ймовірно оцінювати на основі наступних 4-х характеристик – тривалості проєкту, вартості, складності, якості. Так як це основні характеристики, які найчастіше дослідники та розробники розраховують не правильно або невчасно. Неправильне врахування кожної з характеристик напрямку взаємопов'язано з кожною іншою. Неврахування тривалості , тягне за собою додаткові фінансові витрати на додаткові ресурси, щоб виправити ситуацію. Неврахування складності призведе до того, що буде необхідно продовжувати тривалість проєкту та збільшувати фінансовий фонд, а також

знижувати якість через нехватку часу на досконале вивчення питань, що не були враховані. Неврахування якості, завдає шкоди інноваційності та конкурентноспроможності, щоб це виправити доведеться заново проєктувати інтерфейс та функціонал, а це конкретні втрати часу. Неврахування вартості зашкодить проєкту тому що, потрібно буде зменшувати одну із або ж кожну частково із супутніх характеристик. І зазвичай це автоматично переносить проєкт в групу провальних. [3, 4, 5].

Аналіз статистичних даних про успішність ІТ-проєктів за 1994-2019 роки за різними статистичними даними компаній (включаючи The Standish Group International (Chaos reports)) [1-10], представлена на рисунку 1.1.

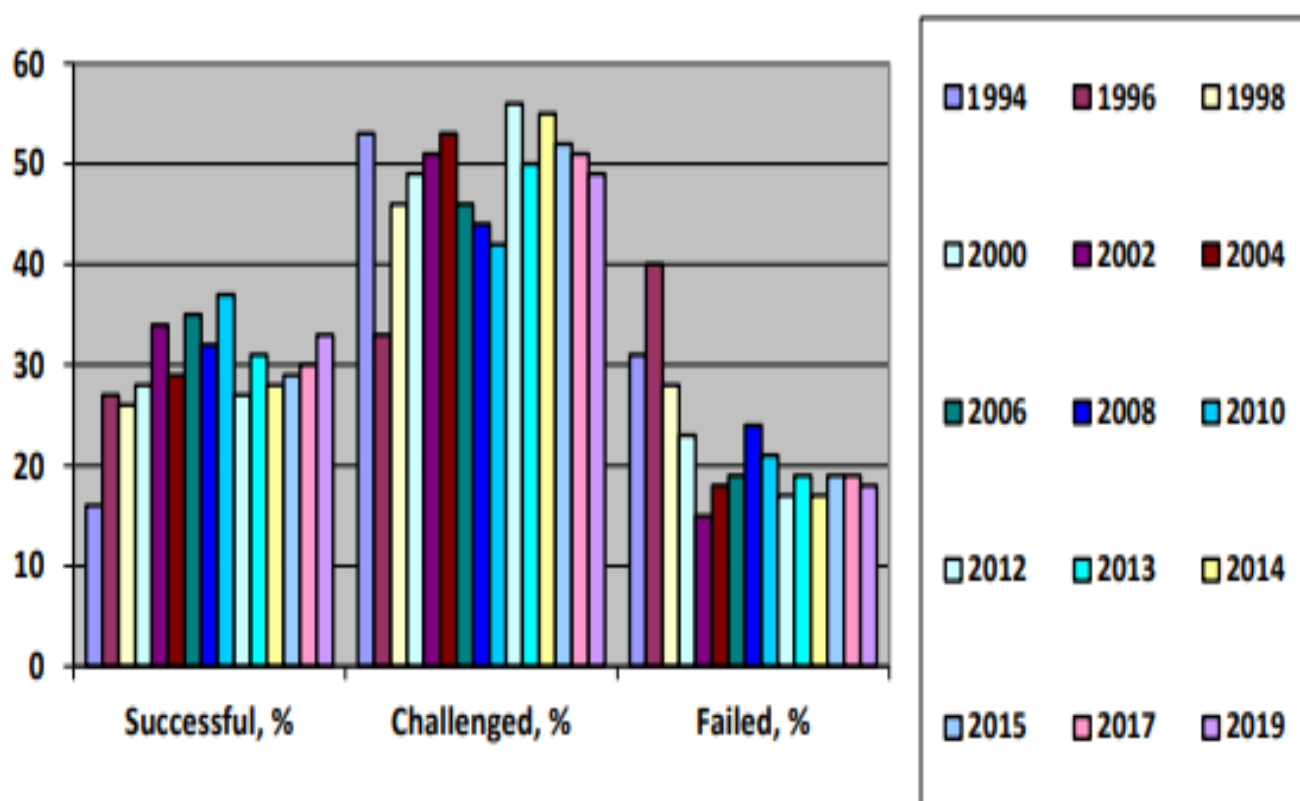


Рисунок 1.1 – Статистика успішності ІТ-проєктів у 1994-2019 роках [41, 42]

Останнім часом все більше проєктів відповідають початковим цілям та бізнес-намірам і завершуються протягом бюджету. Порівняно з минулими роками, менша кількість проєктів [49, 50] вважається провальними згідно рисунку 1.2.

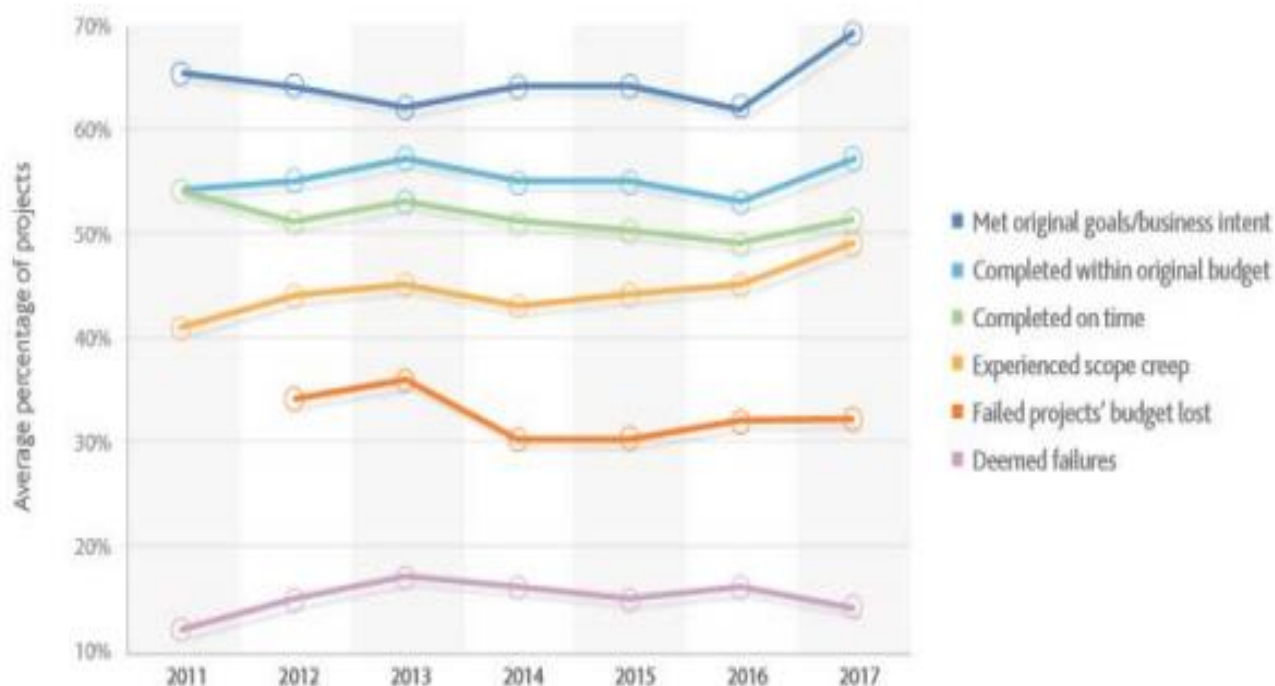


Рисунок 1.2 – Показники ефективності проектів

1.2 Аналіз основних характеристик наукових ІТ-проектів та методів і засобів їх оцінювання

Значна кількість помилок вноситься у проєкт на початкових етапах життєвого циклу. Проєкти, вимоги до яких містять недостатню, неточну, неповну та суперечливу інформацію, не можуть мати успішної реалізації. Аналіз великої кількості проєктів, проведений у цій роботі [14], підтвердив той факт, що головне місце виникнення помилок та проблем – це етап формування та формулювання вимог, тобто фактично вже в кінці етапу формування вимог можна виявити та усунути левову частку всіх помилок та проблем. Серед причин можливих збоїв ІТ-проектів є [17]:

1. Неясні та неповні вимоги.
2. Недостатня участь користувачів у проєкті.
3. Відсутність або недостатність необхідних ресурсів.
4. Невдале планування.

5. Часті зміни вимог.
6. Новизна використаної технології для організації.
7. Відсутність або недостатність відповідного управління проектами.
8. Відсутність або недостатня підтримка вищого керівництва проекту та команди проекту.
9. Неправильне розуміння цілей або недостатній аналіз вимог проекту.

Статистика показує [53, 57, 63], що збір невірних вимог є однією з причин несправностей програмного забезпечення, що представлено на рисунку 1.3.

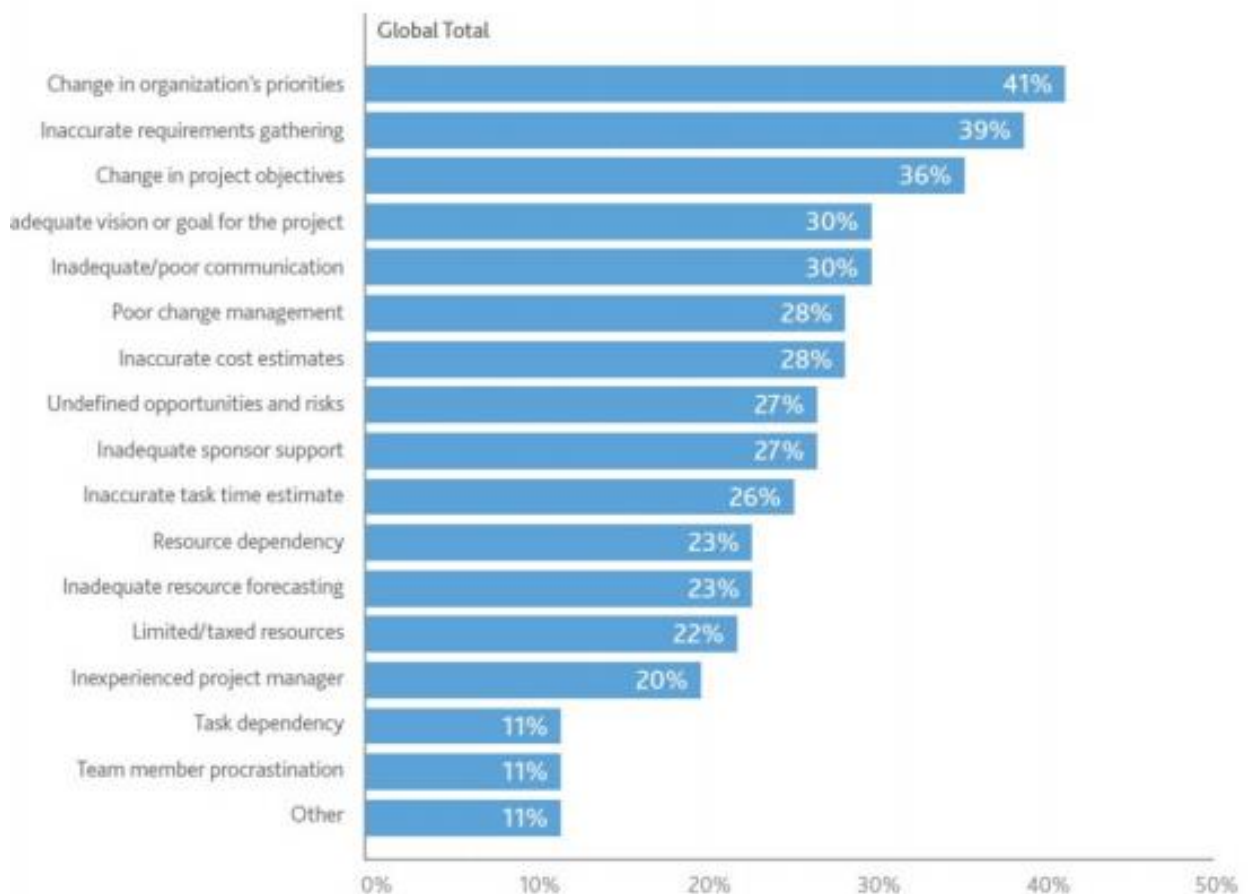


Рисунок 1.3 – Причини основних несправностей програмного забезпечення

Є кілька причин, які роблять етап формування та формулювання вимог основним "постачальником" помилок:

1) відсутність специфікації, обмежує виконання проєкту згідно завдання, та може піти в інше русло досліджень, якщо їх не конкретизувати;

2) неповнота або суперечливість інформації специфікації, призводить до втрати часу на вивчення або виключення непотрібної інформації з проєктного завдання;

3) часті зміни специфікації, негативно впливають на дослідження так як, дослідження розпилюється на різні сфери, які в кінцевому результаті можуть не знадобитись;

4) щільність графіку розроблення, обмежують повне дослідження питання та виявлення та вивчення вагомих критерій.

Крім цього, чим раніше буде виявлено дефект (помилку, порушення, недолік, несправність), тим дешевше обійдеться його виправлення. Дефекти вимог бажано виявляти та усувати до того, як вони почнуть впливати на більш пізні етапи розроблення. Ранні етапи життєвого циклу впливають на якість проєкту більше, ніж пізні, тому час, витрачений на контроль якості на ранніх етапах, забезпечує можливість знизити рівень дефектів, скоротити терміни розроблення та знизити витрати на більш пізніх етапах. Тому що якщо не реагувати на дефекти одразу, вкінці потрібно буде збільшення ресурсів, яке не завжди допоможе тому, що це додатково потягне час, що може бути критичним

Як показано на рисунку 1.4, витрати на виправлення дефектів, виявлених після випуску продукту, майже в 100 разів перевищують витрати на виправлення, якщо недоліки були виявлені в процесі формування та формулювання вимог.

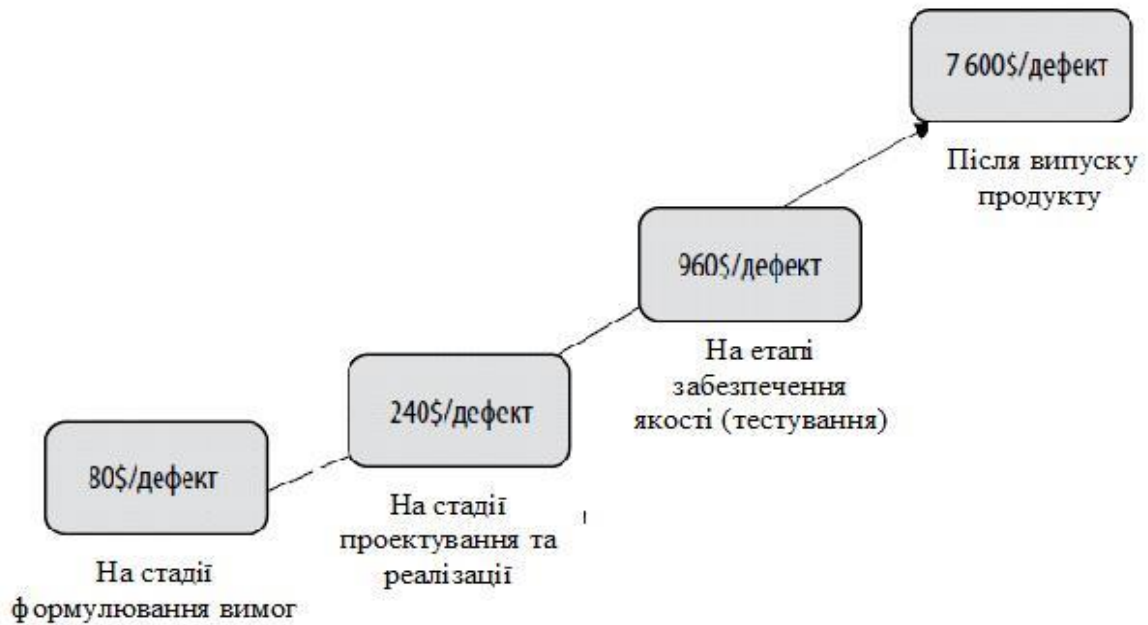


Рисунок 1.4 – Зростання вартості виправлення дефектів в процесі розроблення

Якщо розглянути альтернативні варіанти інтерфейсу та провести аналіз впливу ще до створення системи як такої, це дасть суттєву економію коштів на корекцію помилок (на рисунку 1.5). І якщо на дослідження витрат зазвичай витрачаються години, а то й дні, то в даному випадку рахунок ітиме на хвилини [8].

Тому для забезпечення необхідної функціональності та якості необхідно здійснити дослідження таких вимог: функціональних, вимог користувача, вимог стандартів. Щоб не помилитись з вибором якісних вимог, потрібно керуватись такими факторами:

- 1) вимога обов'язково повина охоплювати питання дослідження, має вказувати повну інформаційну частину для реалізації;
- 2) реально оцінити завдання, не придумуючи недосяжних цілей;
- 3) визначення пріоритетів дослідження, цей пункт допоможе у створенні планування проєкту, та зменшенню ризику;
- 4) враховувати важливість конфлікту вимог;
- 5) документувати однозначно;
- 6) реалізація тестування, щоб визначити правильність реалізації;

7) важливим є врахування можливості модифікації вимог.

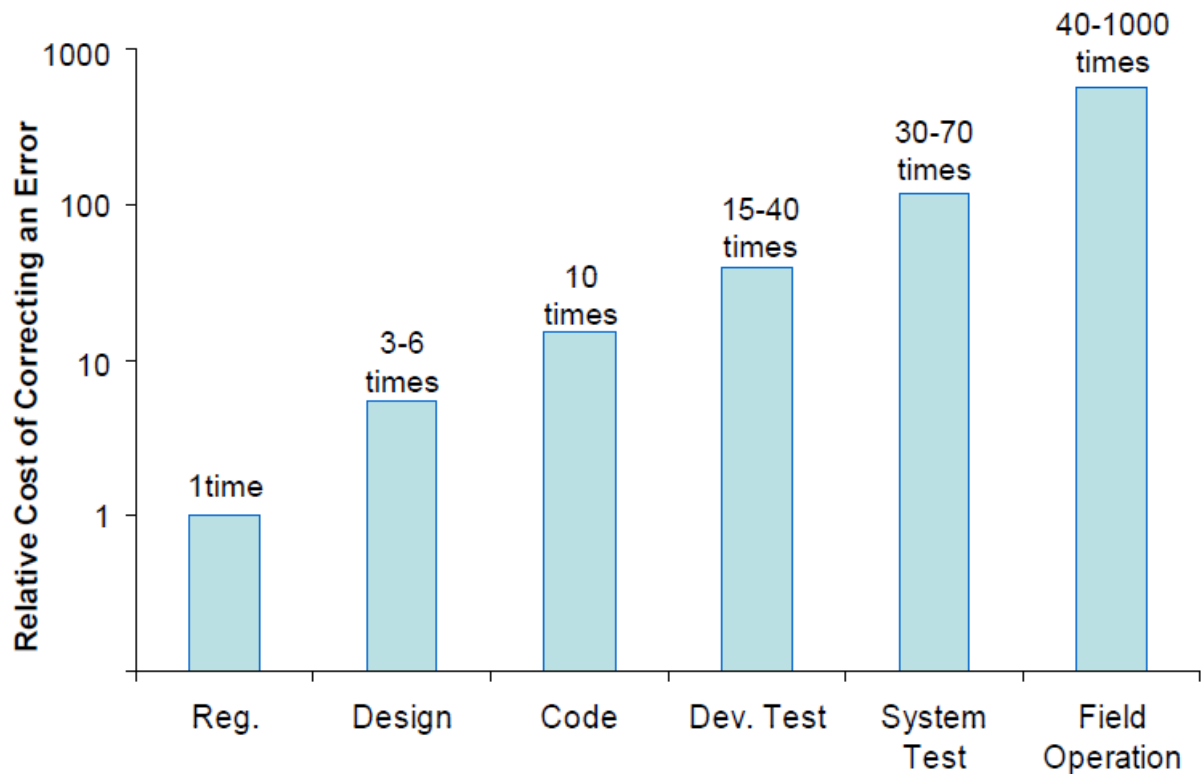


Рисунок 1.5. – Витрати часу на корекцію помилок протягом життєвого циклу проєкту

Метою такого дослідження є вміння оцінити можливу успішність реалізації проєкту на основі специфікації, а також підтримка розробника та замовника при виборі проєкту з множини альтернативних проєктів (наразі дослідник та замовник керуються при здійсненні такого вибору лише вартістю та тривалістю проєкту, а також власною інтуїцією).

Враховуючи вищевикладене, метою даного дослідження є прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу їх характеристик.

1.3. Визначення показників вимог, необхідних для оцінювання основних характеристик наукових ІТ-проєктів

Під успішністю впровадження наукового ІТ-проєкту надалі будемо розуміти вчасне завершення проєкту в рамках виділеного бюджету та з реалізацією всіх необхідних можливостей та функцій. З чітко визначеною складністю та врахованою якістю.

Дослідження методів та засобів аналізу вимог [29-35] показали, що вони спрямовані на моніторинг виконання вимог, а не на визначення прогнозованих значень характеристик ІТ-проєктів.

Тому ми зупинились на аналізі методів: оцінки успіху програмного проєкту впровадження на основі аналізу специфікації з використанням інформаційні технології Neuronet та прогнозування характеристик та оцінка успішності впровадження ІТ-проєктів на основі вимог автори розглядали задачу прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації програмного проєкту на основі аналізу специфікації вимог до програмного забезпечення. Успішність реалізації програмного проєкту на етапі проєктування автори методів оцінки успіху програмного проєкту впровадження на основі аналізу специфікації з використанням інформаційні технології Neuronet та прогнозування характеристик та оцінка успішності впровадження ІТ-проєктів на основі вимог ймовірно оцінювали на основі прогнозованих значень основних характеристик програмного проєкту – тривалості проєкту, вартості, складності, якості. Застосуємо описаний підхід для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу їх характеристик. Успішність впровадження наукових ІТ-проєктів будемо ймовірно оцінювати на основі наступних 4-х характеристик – тривалості проєкту, вартості, складності, якості.

Вдосконалимо розроблені методи оцінки успіху програмного проєкту впровадження на основі аналізу специфікації з використанням інформаційні технології Neuronet та метод прогнозування характеристик та оцінка успішності впровадження ІТ-проєктів на основі вимог. Аналіз та отримаємо в результаті нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації програмного проєкту на основі аналізу специфікацій вимог – для

прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу їх характеристик. Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу їх характеристик складається з наступних етапів:

- 1) нейромережне прогнозування характеристик проєкту на основі аналізу вимог;
- 2) інтерпретація отриманих відносних значень характеристик проєкту на основі інтегративного показника проєкту;
- 3) оцінювання ступеня успішності впровадження проєкту на основі інтегративного показника проєкту;
- 4) прогнозування категорії наукового ІТ-проєкту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проєкту.

Впровадження вище описаних етапів дозволить досконало проаналізувати проєкт та дати обґрунтований висновок про успішність.

1.4 Висновки. Постановка задачі

Ціль магістерської роботи – прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу їх характеристик шляхом розроблення відповідного методу.

Поставлені завдання:

- 1) знайти наявні методи ШНМ та обрати найактуальніші для завдання роботи;
- 2) дослідити вимоги та глибину сфери дослідження, визначити рамки;
- 3) дослідити особливості та методи успішності впровадження наукових ІТ проєктів на основі аналізу їх характеристик;
- 2) провести аналіз наявних методів, їх переваг та недоліків;
- 3) дослідити всі можливі характеристики наукових ІТ-проєктів та їх вимоги;
- 4) вдосконалити метод прогнозування характеристик програмних проєктів на основі кількісних показників специфікації вимог;

5) провести аналіз вдосконаленого методу та оцінити результати даного методу.

В даному розділі магістерської роботи було досліджено успішність впровадження наукових ІТ-проєктів та розроблено постановку задач для успішного виконання роботи. Здійснено аналіз основних характеристик наукових ІТ-проєктів та методів і засобів їх оцінювання. Визначено показники вимог для оцінювання основних характеристик наукових ІТ- проєктів.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМОГ

2.1. Концепція прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог

Отже, для розв'язання задачі прогнозування характеристик [44-63] проектів на основі аналізу вимог потрібно розв'язати наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} Cs = f(Xcs) \\ Dsp = \varphi(Xdsp) \\ Cx = \sigma(Xcx) \\ Qs = \psi(Xqx), \end{cases} \quad (2.1)$$

де $X_{Cs} = \{x_{Cs_1}, \dots, x_{Cs_n}\}$ – множина показників аналізу вимог, які впливають на оцінку вартості наукового ІТ- проекту;

n – кількість показників, які впливають на оцінку вартості (згідно вищенаведених моделей характеристик наукового ІТ- проекту $n = 22$);

$X_{Dsp} = \{x_{Dsp_1}, \dots, x_{Dsp_m}\}$ – множина показників специфікації, які впливають на оцінку тривалості наукового ІТ- проекту;

m – кількість показників, які впливають на оцінку тривалості ($m = 12$);

$X_{Cx} = \{x_{Cx_1}, \dots, x_{Cx_s}\}$ – множина показників аналізу вимог, які впливають на оцінку складності наукового ІТ- проекту;

s – кількість показників, які впливають на оцінку складності ($s = 20$);

$X_{Qs} = \{x_{Qs_1}, \dots, x_{Qs_a}\}$ – множина показників специфікації, які впливають на оцінку якості наукового ІТ- проекту;

a – кількість показників, які впливають на оцінку якості ($a = 13$).

Відомі такі переваги нейронних мереж інтелектуальних систем, через те що вони дають можливість за допомогою стандартного способу вирішення множини різноманітних завдань будь-якого рівня складності (не має ролі той фактор, що спеціально створена апаратна машина найкраще вирішить завдання одного класу, а головніше, те що одна інтелектуальна система зможе впоратись з вирішенням задач різного класу, що дає можливість скорочувати розробку електронних обчислювальних машин. Якщо правильно прописати алгоритми та праїла то це вийде на рівні з таким класом машин. Замість того, щоб програмувати нейромережі використовують навчання за допомогою завдань, готових робіт програмістів, це створює навчальну систему до якого підлаштовується нейрокомп'ютер.

Нейрокомп'ютери особливо ефективно використовуються в середовищі де необхідно організувати середовище імітації людського інтелекту і є дуже складним створити необхідний метод вирішення там, де необхідно подобу людської інтуїції і важко створити явний метод.

Основними характеристиками нейромережі називають:

1) однотипність нейронних елементів та основних операцій, технічна простота і різновидність способів для їхнього фізичного створення: НМ за схожістю з людським розумом створюється з багатьох змінених однотипних нейронів, які можуть виконувати прості дії (множити, додавати, обчислювати прості нелінійні функції) та з'єднані поміж собою за допомогою різних зв'язків; спроможність реалізувати нелінійні відображення за допомогою шляху використання нелінійного функціоналу для активації нейронів (це дуже критично для успішного способу вирішування завдань з керування значними нелінійностями. Для них, стандартні способи підходу, не дають істотних рішень);

2) гнучкість – має значення складності поведінки НМ, яка буде розглянута як результат роботи між собою кількох елементів, кожний з них дає обмеження іншим і сам обмежується другими на шляху створення великого спостереження поведінки. Відрізняють нейронну гнучкість (як гнучкі частини розглядаємо нейрони), та синаптичну гнучкість (це зміна значення сили

синаптичного зв'язку поміж нейронними елементами). Поскілки значення кількості синапсів, зазвичай, на значно більше кількості нейронів, така мережа з гнучкими синапсами буде володіти більшими можливостями, ніж мережа еквівалентного розміру з пластичними нейронами;

3) здатність адаптуватись це можливість вміти переналаштовуватись на спроможність системи;

4) Підсумовування це вміння інтегрувати різні показники для обґрунтування правил та алгоритмів, продовження вирішень, що дає можливість впроваджувати після навчального процесу на одних вхідних показниках, впроваджувати отримані навчальні навички для інших даних та процесів.

Нейроні мережі мають властивість підсумовування, що розуміється як вміння створювати потрібні вихідні дані для вхідних показників, що ніяким чином не враховувались під час навчання штучної нейронної мережі. Але є випадки коли штучна нейронна мережа не може підсумовувати ці дані. Нейронна мережа яка дотренеровувалась, то це означає що вона запам'ятала всі дані цього тесту у вигляді таблиці та буде враховувати правильні дані лише за допомогою посилення на точне розташування в ній, в такому випадку конкретно ця нейронна мережа не зможе правильно підібрати значення для правильного виконання цього процесу. Коли рівень підсумовування занадто низький то узагальнення перетворення здійснюватиме штучна нейронна мережа, недостатньо добре. Згладжування в штучних нейронних мережах напряму пов'язане з необхідністю обирати найбільш простий інтерфейс при умові відсутності спірної інформації. У цьому випадку під самим простим інтерфейсом ми маємо на увазі найбільш рівну функцію, яка найкращим чином апроксимує перетворення, що переглядається в даному завданні. Прямолінійність забезпечує хороші інтерполяційні характеристики штучної нейронної мережі та дає гарантію їхньої самої мінімальної складності структури, що напряму визначає обсяг математичних обчислювань, які використовуються для навчання та тестування штучної нейронної мережі. Наступною вимогою є необхідна заміна значень тестувального набору даних, нейронна мережа буде

найкращою підсумовувати чим стисліше і однаково розподілено будуть розташовані трестові дані на входах системи. Коли навчальні дані будуть надаватись біля стисло розташованими навчальними шаблонами, то мережа матиме змогу проводити точні підсумки, інтерпритуючи вхідні сигнали.

Тому перед нами стоїть завдання побудувати багатовимірне відображення $X \rightarrow Y$ (та зобразити його за допомогою математичних операцій з двома змінними). Вся складність у представленні функцій з багатьма змінними для найбільш оптимальних для цієї задачі функцій з меншим числом змінних багато років поспіль вирішувались математиками Колмогоровим та Арнольдом, завдяки яким ми отримали багато теоретичних висновків [145].

А саме такі теорії КАМ:

1) теорема можливостей представлення неперервних функцій для декількох змінних найбільш оптимальних неперервних функцій з меншою кількістю змінних;

2) теорема представлення будь-якої неперервної функції трьох змінних у вигляді суми функцій не більше двох змінних;

3) теорема про представлення неперервних функцій декількох змінних у вигляді найбільш оптимальних неперервних функцій однієї змінної з додавання, яка була розроблена Хехт-Нільсеном для нейронних мереж.

Теорема Хехт-Нільсена [69-76] в неконструктивній формі представляє можливість вирішення задачі про представлення функції будь-якого вигляду розроблена на нейронній мережі та встановлює для будь-якої задачі мінімальні кількості нейронів мережі, необхідних для її розв'язку. З теореми Хехт-Нільсена випливає можливість представлення довільної багатовимірної функції з багатьма змінними з допомогою нейронної мережі визначеного розміру [76-78]. Відповідно до теореми про масштабність, будь-яка неперервна функція на обмежено-замкнутому просторі може бути рівномірно наближена функціями, які розраховується за допомогою нейронних мереж, якщо деяка функція активації нейрона двічі неперервно диференційована і неперервна [69-76].

Штучні нейронні мережі є вихідними нейронної будови, що вміє опрацьовувати, розуміти, зберігати та оброблювати дані, також може вчитись з попередніх результатів аналізів. Розумні модулі на базі нейронних мереж який здатен сприймати, обробляти, зберігати та продукувати інформацію, а також навчається з досвіду. Інтелектуальні системи на базі штучних нейронних мереж допомагають з успіхом вирішувати надскладні задачі. Такі як :

- 1) вирішують питання розпізнавання об'єктів;
- 2) складають прогнозування на задану тему;
- 3) будують оптимізацію пам'яті та управління за допомогою асоціацій.

Головною орієнтирною складовою яких є штучний нейрон мережі. Він проєктує основні функції створюючи аналог природнього. [20-26].

Нейрон під час виконання завдань одночасно отримує множину сигналів на входи. Входи ж в свою чергу мають власний критерій, як синаптична вага, це означає що вхід може виконувати функцію елемента оброблювання (суматора). Ось цей критерій вагається визначенням потужності вхідних сигналів та будують синаптичні потужності нейронів. Входи бувають суттєвими та другорядними, перші під час роботи інтенсуються, а другорядні примусово скорочуються, саме ця процедура допомагає визначити потужність вхідного сигналу. Потужності входів (ваги) є мінливими під конкретно поставлену задачу та основних правил для її виконання.

Штучні нейрони, які містяться в наш час у пакетах програм являються частинами опрацювання та мають велику кількість можливостей порівняно з базовими нейронами. Сигнали що пригодять на вхід та основні коефіцієнти комбінуються різними методами до створення вихідної функції. Щоб визначити необхідний алгоритм для комбінування потрібно керуватись обраною архітектурою та правилами до неї.

Щоб змістити вихідні дані суматора по часу, потрібно виконати функцію активації. Багато з відомих нейронних мереж ігнорують цю функцію та використовують однаковості, що відповідає по результатах відсутності першої. Та

по всіх відомих наукових дослідженнях йдеться про те, що краще використовувати складову мережі цілісно, чим конкретно визначати для кожного окремого нейрону цієї мережі.

Штучні нейронні мережі в деяких випадках досліджуються у вигляді графу із визначеними рівнями зв'язків, де нейрони виступають вузлами. Будова зв'язків штучної нейронної мережі іноді групуються в два різних види, дивись рисунок 2.1. А конкретно нейронні мережі прямого розвитку та мережі зворотного зв'язку, у яких не міститься повторів, рекурентні мережі та мережі зворотного зв'язку.

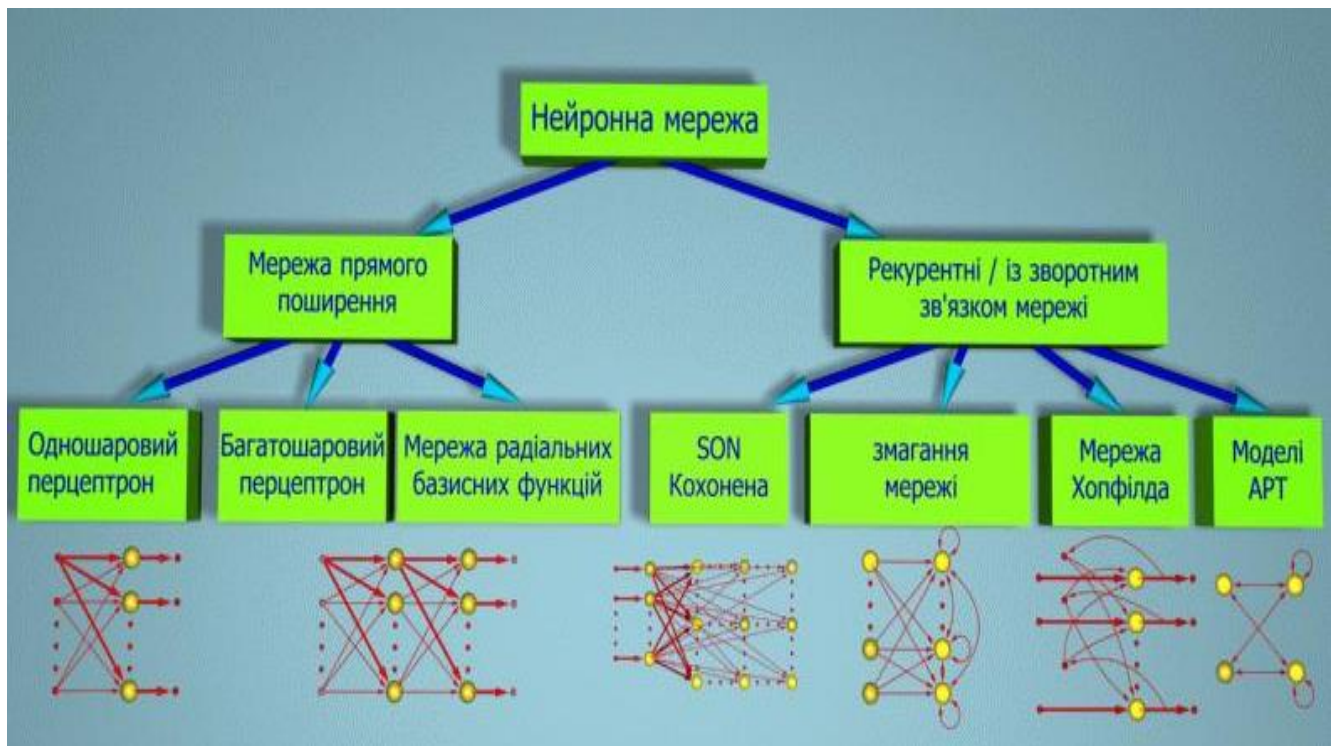


Рисунок 2.1. – Класифікація ШНМ

Також важливу роль являють собою дані які приходять на вхід штучної нейронної мережі. Та розрізняються таким способом:

- 1) надходження сигналів на синапси нейронів входу;
- 2) надходження сигналів до виходів вхідних нейронів;
- 3) надходження сигналів з визначеною потужністю синапсів нейронів входу;

4) надходження на нейрони входу адитивних даних.

Щоб визначити дані, які будуть видаватись штучною нейроною мережею, було розроблено такі методи:

1. визначення даних нейронів виходів;
2. виявлення з синапсів нейронів виходу;
3. виявлення у виді потужності синапсів нейронів виходів;
4. визначення синапсів нейронів виходу адитивним способом.

Для навчання та тестування штучних нейронних мереж використовують навчання з учителем або самостійно.

Навчання штучної нейроної системи відбувається двома способами: навчання за вхідними даними та навчання за вихідними даними. Коли навчання проводиться першим способом, використовується вектор вхідних даних, при другому способі використовується вихідний вектор, який має відповідати вектору входів [71-77].

Також штучна нейрона мережа розглядається як конкретно для єдиного прикладу так і для множини прикладів.

Звідси виходить що, штучні нейронні мережі (ШНМ) є найбільш потрібними ієрархіями, що допомагають визначити всю необхідну інформацію та визначити зв'язки між вхідними і вихідними даними, отже, для розв'язання вказаної системи рівнянь (2.12) буде розраховуватись саме на ШНМ.

Для цього варто розробити ШНМ, яка опрацьовуватиме множини аналізу вимог, використовуватиме апроксимацію вхідних даних та буде надавати обґрунтований висновок оцінки характеристик наукового ІТ-проєкту.

Концепцію прогнозування та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог за допомогою використання штучної нейронної мережі відображено на рисунку 2.2.

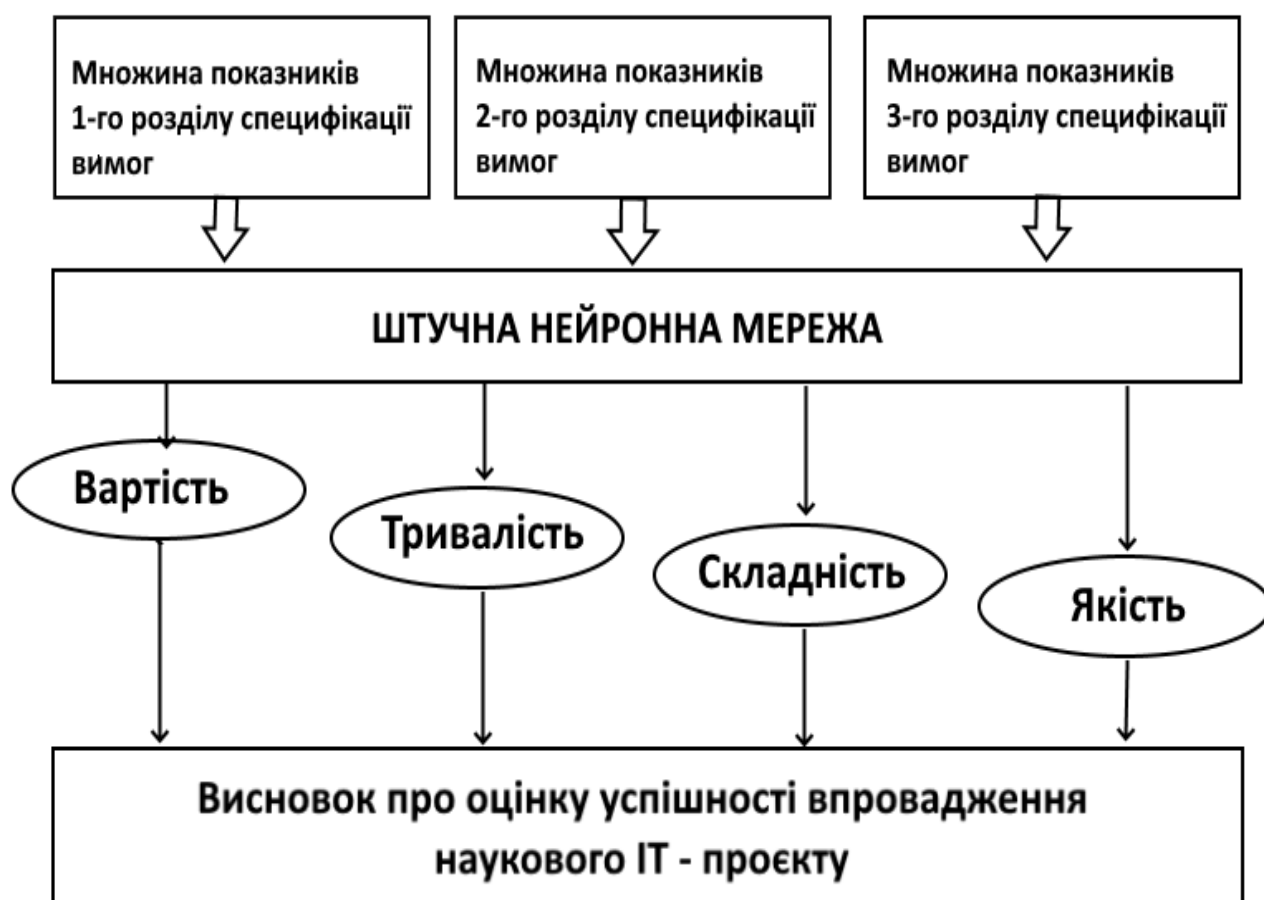


Рисунок 2.2 – Концепція прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог

Вибір структури та побудови нейронної мережі розробляється відносно до унікальності і рівня складності задачі. Для розв’язку різних задач вже розроблені максимально-оптимальні конфігурації. Так як надана задача не використовується і не може бути зведена до кожного з відомих типів, необхідно вирішувати питання синтезу нової конфігурації. Необхідно при цьому керуватися наступними вимогами [145]:

- 1) можливості мережі зростають із збільшенням всіх нейронів мережі та щільності побудови зв’язків між ними та унікальної кількості шарів;
- 2) створення обернених зв’язків саме із збільшенням потужності мережі підвищує її динамічну стійкість;

3) складність алгоритмів для роботи мережі та введення синапсів деяких типів збільшує потужність нейронної мережі.

Важливим є питання про кількість нейронів у початковому вхідному шарі, що на пряму залежить від кількості та виду вхідних даних, які використовуються у цій роботі. Якщо брати до уваги категоріальні змінні, то найбільш доцільним буде використання одного вхідного нейрона на кожну категорію. Потрібно зауважити, що для кожного випадку активується лише один нейрон. Додаткового до розміру ШНМ необхідно вказати функцію активування нейронів вхідного та прихованого шарів. Частіше за все на практиці, де описані нейронні мережі та їх застосування розглядається використання функції активації сигмоїда та гіперболічного тангенсу. Але є й альтернативний погляд, з значними практичними перевагами багат шаровий персептрон [5-15].

2.2. Нейромережна модель процесу характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог

Задіявши визначену в попередньому розділі роботи модель передбачення відомих характеристик наукового ІТ- проекту на основі аналізу специфікацій, побудуємо математичну модель процесу прогнозування характеристик та оцінки наукового ІТ-проекту, додавши в її основну частину, штучну нейронну мережу (ШНМ).

Основні етапи в історії дослідження і застосування штучних нейронних мереж з яких нам потрібно дослідити та отримати результати для подальшої роботи:

1. 1943 - У. Маккалок і У. Піттс формалізують поняття нейронної мережі та фундаментальної статті про логічному обчисленні ідей і нервової активності.
2. 1948 - Н. Вінер разом з соратниками публікує роботу про кібернетику. Основною ідеєю є уявлення складних біологічних процесів математичними моделями.

3. 1949 - Д. Хебб пропонує перший алгоритм навчання.
4. У 1958 Ф. Розенблатт винаходить одношаровий перцептрон і демонструє його здатність вирішувати завдання класифікації. Перцептрон здобув популярність - його використовують для розпізнавання образів, прогнозування погоди і т. д.
5. У 1960 році Уїдроу спільно зі своїм студентом Хоффом на основі дельта-правила (формули Уїдроу) розробили Адалін, який відразу почав використовуватися для задач передбачення і адаптивного управління. Зараз Адалін (адаптивний суматор) є стандартним елементом багатьох систем обробки сигналів.
6. У 1963 році в Інституті проблем передачі інформації АН СРСР. А. П. Петровим проводиться докладне дослідження задач «важких» для перцептрону.
7. У 1969 році М. Мінський публікує формальний доказ обмеженості перцептрону і показує, що він нездатний вирішувати деякі завдання (проблема «парності» і «один в блоці»), пов'язані з інваріантністю представлень. Інтерес до нейронних мереж різко спадає.
8. У 1972 році Т. Кохонен і Дж. Андерсон незалежно пропонують новий тип нейронних мереж, здатних функціонувати в якості пам'яті.
9. У 1973 році Б. В. Хакимов пропонує нелінійну модель з синапсами на основі сплайнів і впроваджує її для вирішення завдань в медицині, геології, екології.
10. 1974 - Пол Дж. Вербос і А. І. Галушкин одночасно винаходять алгоритм зворотного поширення помилки для навчання багатошарових перцептронів
11. 1975 - Фукусіма представляє когнітрон – самоорганізовану мережу, призначену для інваріантного розпізнавання образів, але це досягається тільки за допомогою запам'ятовування практично всіх станів образу.
12. 1982 - після періоду забуття, інтерес до нейромереж знову зростає. Дж. Хопфілд показав, що нейронна мережа із зворотними зв'язками може являти собою систему, що мінімізувала енергію (так звана мережу Хопфілда). Кохоненом представлені моделі мережі, яка навчається без вчителя (нейронна мережа

Кохонена), що вирішує завдання кластеризації, візуалізації даних (самоорганізована карта Кохонена) та інші завдання попереднього аналізу даних.

13. 1986 - Девідом І. Румельхартом, Дж. Е. Хінтон і Рональдом Дж. Вільямсом і одночасно с С. І. Барцевим і В. А. Охоніним (Красноярська група) перевідкритий і суттєво розвинуто метод зворотного поширення помилки. Почався вибух інтересу до навчання нейронних мереж.

14. 2007 Джеффри Хінтон в університеті Торонто створені алгоритми глибокого навчання багат шарових нейронних мереж. успіх обумовлений тим, що Хінтон при навчанні нижніх шарів мережі використовував обмежену машину Больцмана (RBM - Restricted Boltzmann Machine).

Обрання засобу ШНМ пояснюється тим, що штучні нейронні мережі за допомогою можливостей апроксимацій нелінійної функції дає можливість прораховувати вагу окремо кожного показника специфікацій та взаємний вплив показників специфікації в рамках всіх характеристик проєкту.

Складносформованим завданням прогнозування характеристик та оцінки наукових ІТ-проєктів має бути знаходження ваг і відношення показників специфікації в рамках всіх характеристик. Дану задачу вирішимо за допомогою штучних нейронних мереж.

Перед тим як виконувати поставлену задачу нейромережної моделі прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту на основі аналізу вимог варто зробити вибір архітектури ШНМ, прораховуючи обрану концепцію прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту. Слід оцінити оптимально-поширені побудови ШНМ та їх особливості [77-80]:

1) багат шаровий персептрон побудований з множини сенсорних частин (вузлів входів та джерел) на основі яких побудований вхідний шар розрахункових нейронів і єдиного вихідного вузла нейронів. Сигнал, що приходить на вхід рухається в мережі по прямій траєкторії, від шару до шару. Тому багат шаровий персептрон – найлегша та найкраща досліджена структура, якої оптимально

достатньо для розв'язку задачі прогнозування характеристики та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту на основі аналізу вимог;

2) карти Кохена потужний та само-навчальний механізм кластеризації, який дозволяє відображати підсумки за допомогою мінімальних і простих для використання 2д картах. Зазвичай цей механізм використовується для пошуку закономірних дій у даних масивів. Тому ми використовуємо карти Кохонена для кластеризації даних. Поставлену задачу на час аналізу показників вимог і характеристик та передбачення наукового ІТ-проєкту не можливо вирішити;

3) радіальні базисні мережі (РБМ) потребують багато навчальних векторів та великих труднощів саме в тих випадках коли є достатньо велика кількість входів. Для задачі аналізу показників специфікацій та прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту складно підібрати достатню кількість наукової інформації через проблематичну відсутність значної частини всіх можливих специфікацій. Більше того відіграє важливу роль велика кількість входів;

4) імовірнісні мережі PNN є одним з підвидів РБМ, використовуються для вирішення імовірно-можливих завдань, здебільшого для завдання класифікації та установлення відповідності даного об'єкту до необхідного класу. В завданні прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту на основі аналізу вимог не потребує класифікації;

5) мережі Хопфілда та Елмана це такі мережі з динамічно-оберненими зв'язками, які орієнтуються на роботу з динамічними моделями, що прораховують попередню історію процесів. Завдання прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту не містить в собі обернених зв'язків і попередньої історії, що спостерігається;

6) (LVQ) мережі вхідних векторів що класифікуються в даному методі використовуються для кластеризації і класифікації. Поставлене завдання на момент прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту не використовуються;

7) регресійні мережі GRNN це один з багатьох видів РБМ що вирішують завдання аналізу числового ряду. Для цієї задачі прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту зв'язків, по типу числового ряду – не використовуються.

Аналіз всіх нам відомих архітектур штучних нейронних мереж визначив, що для вирішення завдання аналізу показників специфікацій та прогнозування та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту найвідповіднішим є багатошаровий персептрон. Якщо ми використаємо інший тип штучних нейромереж для розв'язку, то суть нашого завдання буде штучно спотворюватись, в результаті чого ми отримаємо невідповідні результати штучної нейроної мережі.

Багатошарові персептрони нейрони знаходяться у шарах які знаходяться поряд один біля одного та зв'язки між шарами нейронів використовуються лише у напрямку вхід-вихід.

Представимо цей підхід загальною штучною нейроною мережею з будовою багатошарового персептрона виду (multi-layer-perceptron) ANN. Та відобразимо її на рисунку 2.3.

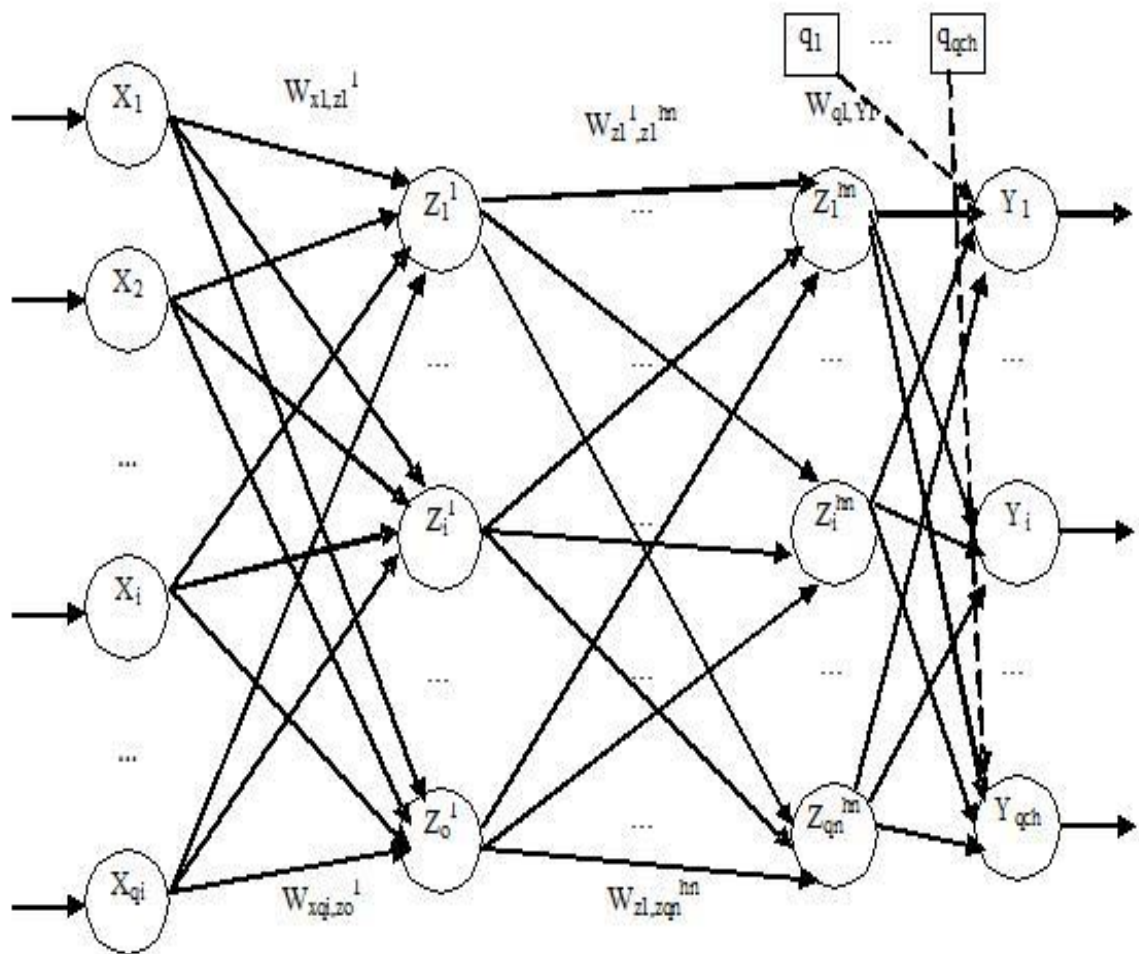


Рисунок 2.3 – Нейромережна модель процесу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проекту на основі аналізу вимог

Самі нейрони та їх входи рецепторного шару зазначено множиною:

$$\overline{X} = \{x_i\}, i = \overline{(1, qi)}, \quad (2.2)$$

де x_i - i -й вхід рецепторного шару, qi - кількість входів (кількість показників).

Входи першого шару прямонапрявленого персептрона зазначено множиною:

$$\overline{Z^1} = \{z_i^1\}, i = (\overline{1, o}), \quad (2.3)$$

де z_i^1 - i -й нейрон шару z^1 , o - кількість нейронів даного шару.

Регресійні входи вказаного шару описано множиною:

$$\overline{X^{z^1}} = \{x^{z_i^1}\}, i = (\overline{1, o}), \quad (2.4)$$

де $x^{z_i^1}$ - i -й вхід, зв'язаний з z_i^1 -м нейроном.

Входи другого шару прямонапрявленого персептрона зазначено множиною:

$$\overline{Z^2} = \{z_i^2\}, i = (\overline{1, qn2}), \quad (2.5)$$

де z_i^2 - i -й нейрон шару z^2 , $qn2$ - кількість входів другого шару.

Регресійні входи вказаного шару визначено множиною:

$$\overline{X^{z^2}} = \{x^{z_i^2}\}, i = (\overline{1, qn2}), \quad (2.6)$$

де $x^{z_i^2}$ - i -й вхід, зв'язаний з z_i^2 -м нейроном.

Нейрони hn -го шару прямонапрявленого персептрона зазначено множиною:

$$\overline{Z^{hn}} = \{z_i^{hn}\}, i = (\overline{1, qn}), \quad (2.7)$$

де z_i^{hn} - i -й нейрон шару z^{hn} , qn - кількість нейронів hn -го шару.

Регресійні входи даного шару зазначено множиною:

$$\overline{X^{z^{hn}}} = \{x^{z_i^{hn-1}}\}, i = (\overline{1, qnm}), \quad (2.8)$$

де z_i^{hn-1} - i -й нейрон попереднього шару ($hn-1$), що зв'язаний з z_i^{hn} -м нейроном, qnm - загальна кількість нейронів ($hn-1$) цього шару.

Зміщення множин векторних порогових одиниць нейронних елементів:

$$\bar{q} = \{q_i\}, \quad i = (\overline{1, qch}), \quad (2.9)$$

де q_i - зміщення i -го нейронного елемента.

Ваги зв'язків показано матрицями виду:

$$\overline{W_{X,Z^1}} = \left\langle w_{x_i, z_j^1} \right\rangle, \quad i = (\overline{1, qi}), \quad j = (\overline{1, o}), \quad (2.10)$$

де w_{x_i, z_j^1} - ваговий коефіцієнт зв'язку між x_i -м входом та z_j^1 -м нейроном першого шару;

$$\overline{W_{Z^1, Z^2}} = \left\langle w_{z_i^1, z_j^2} \right\rangle, \quad i = (\overline{1, o}), \quad j = (\overline{1, qn2}), \quad (2.11)$$

де $w_{z_i^1, z_j^2}$ - ваговий коефіцієнт між z_i^1 -м нейроном 1-го шару та z_j^2 -м нейроном 2-го вказаного шару;

$$\overline{W_{Z^1, Z^{hn}}} = \left\langle w_{z_i^1, z_j^{hn}} \right\rangle, \quad i = (\overline{1, o}), \quad j = (\overline{1, qn}), \quad (2.12)$$

де $w_{z_i^1, z_j^{hn}}$ - ваговий коефіцієнт між z_i^1 -м нейроном 1-го прихованого шару та z_j^{hn} -м нейроном hn -го даного шару;

$$\overline{W_{Z^{hn-1}, Z^{hn}}} = \left\langle w_{z_i^{hn-1}, z_j^{hn}} \right\rangle, \quad i = (\overline{1, qnm}), \quad j = (\overline{1, qn}), \quad (2.13)$$

де $w_{z_i^{hn-1}, z_j^{hn}}$ - ваговий коефіцієнт між z_i^{hn-1} -м нейроном ($hn-1$)-го шару та z_j^{hn} -м нейроном hn -го шару;

$$\overline{W_{q,Y}} = \left\langle w_{q_i, Y_i} \right\rangle, \quad i = (\overline{1, qch}), \quad (2.14)$$

де w_{q_i, Y_i} - ваговий коефіцієнт між q_i -м зміщенням та Y_i -м нейроном вихідного шару.

Множина всіх вихідних діючих функцій ефекторного шару штучної нейронної мережі складає:

$$\bar{Y} = \{Y_{ki}\}, \quad ki = (\overline{1, qch}), \quad (2.15)$$

де Y_{ki} - ki -та функція ефекторного шару багатошарового персептрону, qch - кількість виходів штучної нейронної мережі або іншими словами кількість зпрогнозованих характеристик даного наукового ІТ-проєкту.

Щоб визначити ki -й функціонал ефекторного шару штучної нейронної Y_{ki} використаємо таку формулу:

$$Y_{ki} = fs \left(fa(z^1) \cdot \left(\sum_{i=1}^o \sum_{j=1}^{qn2} (z_i^1 \cdot w_{z_i^1, z_j^2}) + \dots + \sum_{i=1}^o \sum_{j=1}^{qn} (z_i^1 \cdot w_{z_i^1, z_j^{hn}}) \right) + \dots + fa(z^{hn-1}) \cdot \left(\sum_{i=1}^{qnm} \sum_{j=1}^{qn} (z_i^{hn-1} \cdot w_{z_i^{hn-1}, z_j^{hn}}) \right) + \sum_{i=1}^{qki} (x_i \cdot w_{x_i, z_i}) \right) - q_{ki} \cdot w_{q_{ki}, Y_{ki}} \quad (2.16)$$

де

$fa(z^1)$ - функція активації 1-го прихованого шару нейронів,

$fa(z^{hn-1})$ - функція активації $(hn-1)$ -го прихованого шару нейронів,

fs - функція активації нейронів ефекторно-вихідного шару штучної нейронної мережі,

qki - кількість показників вимог, що сильно впливають на вихід ki -й штучної нейронної мережі, або іншими словами на характеристику наукового ІТ-проєкту,

x_i - i -й елемент показника що впливає на ki -й вихід штучної нейронної мережі.

Функція активації нейронів вказаних асоціативних шарів називається функція гіперболічного тангенсу. Функція активації нейронів ефекторного шару -

лінійна функція. Лінійна функція активації нейронів саме ефекторних шарів за результатами знаходиться в інтервалі $[-1;1]$.

Вище ми описали принцип навчання багатошарового перспетрона . Отримана нами модель прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проєкту на основі аналізу вимог відрізняється від існуючих тим, що дозволяє прогнозувати успішність впровадження проєктів, порівнювати проєкти комплексно за основними характеристиками та прогнозованим значенням ступеня успішності впровадження проєктів (а не тільки за вартістю та тривалістю, як відбувається наразі) та виконувати обґрунтований вибір наукового ІТ-проєкту розробником та замовником для подальшої реалізації.

Багатошаровий перспетрон має ряд недоліків [16-23] та ми виключаємо їх в даній роботі під наше завдання. Головний недолік, це обмеження у визначенні допустимих коливань числ необхідного функціоналу самих мінімальних. Виявлено, що цей конкретний нетолік виникає під час роботи алгоритму оберненого розповсюдження похибки, що використовується під час навчання.

Щоб виправити це під час навчання, є необхідним використання подвійного недоліку помилки тестування. Було розроблено потрібне математичне рішення корегування вагових коефіцієнтів синаптичних контактів нейронів.

2.3. Висновки

В даному розділі було створено математичну модель аналізу вимог до наукових ІТ-проєктів, яка відрізняється від загально відомих моделей представленням даних вимог до проєкту зі сторони показників важливих характеристик наукового ІТ-проєкту.

Було розроблено математичні моделі основних характеристик, згідно яких можливо встановити характеристики та оцінювання наукового ІТ-проєкту на основі аналізу вимог на етапі проєктування так як це є необхідним процесом для обґрунтованого прийняття вибору конкретного наукового ІТ- проєкту.

Створено пропозицію використовувати подання прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог що допомогло створити модель з основою штучної нейронної мережі на базі багат шарового перспетрона для прогнозування характеристик та оцінювання наукового ІТ-проекту на основі аналізу вимог.

Створена нейромережна модель прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проекту на основі аналізу вимог відрізняється від існуючих тим, що дає можливість враховувати ваги та взаємовпливи показників вимог в межах кожної характеристики даного проекту.

3 МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМОГ

3.1. Нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог

Нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог складається з таких етапів:

- 1) нейромережне прогнозування характеристик проекту на основі аналізу вимог;
- 2) інтерпретація отриманих відносних значень характеристик проекту на основі інтегративного показника проекту;
- 3) оцінювання ступеня успішності впровадження проекту на основі інтегративного показника проекту;
- 4) прогнозування категорії наукового ІТ-проекту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проекту.

Першим етапом метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог є прогнозування характеристик проекту на основі аналізу вимог, що полягає в опрацюванні множини показників вимог та у визначенні відносних значень основних характеристик проекту:

- 1) C_s – вартість програмного проекту;
- 2) D_{sp} – тривалість;
- 3) C_x – складність;
- 4) Q_s – якість;

Наразі відсутні функції (формули, залежності) [11-15], за якими можна обчислити значення тієї чи іншої характеристики проєкту на основі множини показників вимог. Відтак для опрацювання множини показників вимог, здійснення апроксимації показників та надання прогнозованих кількісних значень характеристик проєкту будемо використовувати штучну нейронну мережу розроблену у методах оцінки успіху програмного проєкту впровадження на основі аналізу специфікації з використанням інформаційні технології Neuronet та прогнозування характеристик та оцінка успішності впровадження ІТ-проєктів на основі вимог.

Вхідними даними для штучної нейронної мережі є 3 множини показників:

- 1) множина показників 1-го розділу специфікації вимог;
- 2) множина показників 2-го розділу специфікації вимог;
- 3) множини показників 3-го розділу специфікації вимог.

Концепцію нейромережного методу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог представлено у підрозділі 2.2 розділу 2.

Результатом роботи штучної нейронної мережі є множина прогнозованих відносних оцінок характеристик проєкту:

$$SCH = \{ Cs, Dsp, Cx, Qs \}, \quad (3.1)$$

Штучна нейрона мережа реалізована і навчена так, що всі значення характеристик належать інтервалу $(0;1]$, тобто:

$$Cs \in (0;1] , Dsp \in (0;1] , Cx \in (0;1] , Qs \in (0;1] , \quad (3.2)$$

де

0 – недостатньо даних для прогнозування характеристики (метод в такому випадку не працює;

0.08 – значення характеристики негативно впливає на успішність впровадження проєкту (високі вартість, тривалість, складність; низька якість);

1 – значення характеристики позитивно впливає на успішність впровадження проєкту (низькі вартість, тривалість, складність; висока якість).

На основі отриманих з штучної нейронної мережі відносних значень основних характеристик проєкту як розробнику, так і замовнику складно комплексно оцінити успішність впровадження наукового ІТ-проєкту, оскільки складно коректно інтерпретувати одержані відносні значення характеристик, тому другим етапом є інтерпретація отриманих відносних значень характеристик проєкту. Для інтерпретації відносних значень характеристик введемо поняття інтегративного показника проєкту [6-10].

Визначення 3.1. Інтегративний показник проєкту – це кількісний показник успішності впровадження проєкту на основі множини відносних значень прогнозованих характеристик проєкту.

Для визначення впливу характеристик проєкту на інтегративний показник проєкту та взаємозв'язків між характеристиками відсутні формули та залежності. Тому припустимо, що всі чотири зазначені характеристики мають однаковий вплив на успішність реалізації наукового ІТ- проєкту, а відтак і на ітегративний показник проєкту. За відсутності формул та залежностей найбільш простим та очевидним способом визначення інтегративного показника проєкту є використання його графічного представлення. Для отримання графічного представлення створимо систему координат, яка має чотири осі (для чотирьох характеристик проєкту). Тоді інтегративний показник проєкту – це площа фігури, сформованої прогнозованими відносними значеннями характеристик проєкту. Оскільки штучна нейрона мережа надає значення чотирьох характеристик (C_s , D_{sp} , C_x , Q_s), то інтегративний показник проєкту – це площа чотирикутника, окресленого лінією зображеного на рисунку 3.1. Для подальшої роботи знадобиться також максимальне значення інтегративного показника проєкту: площа чотирикутника (ромба), окресленого пунктирною лінією на рисунку 3.1. Штучна нейрона мережа навчена так, що максимально можливе значення кожної характеристики – це 1.

Для знаходження інтегративного показника проєкту розіб'ємо чотирикутник на чотири прямокутних трикутника – $C_s C_x D_{sp} Q_s$ і знайдемо площу для кожного

з трикутників за двома відомими катетами (значення характеристик), після чого додамо отримані площі трикутників:

$$S_{CsODsp} = \frac{1}{2} \cdot Cs \cdot Dsp = 0.5 \cdot Cs \cdot Dsp, \quad (3.3)$$

$$S_{DspOCx} = \frac{1}{2} \cdot Dsp \cdot Cx = 0.5 \cdot Dsp \cdot Cx, \quad (3.4)$$

$$S_{CxOQs} = \frac{1}{2} \cdot Cx \cdot Qs = 0.5 \cdot Cx \cdot Qs, \quad (3.5)$$

$$S_{QsOCs} = \frac{1}{2} \cdot Qs \cdot Cs = 0.5 \cdot Qs \cdot Cs, \quad (3.6)$$

$$Iip = 0.5 \cdot (Cs \cdot Dsp + Dsp \cdot Cx + Cx \cdot Qs + Qs \cdot Cs), \quad (3.7)$$

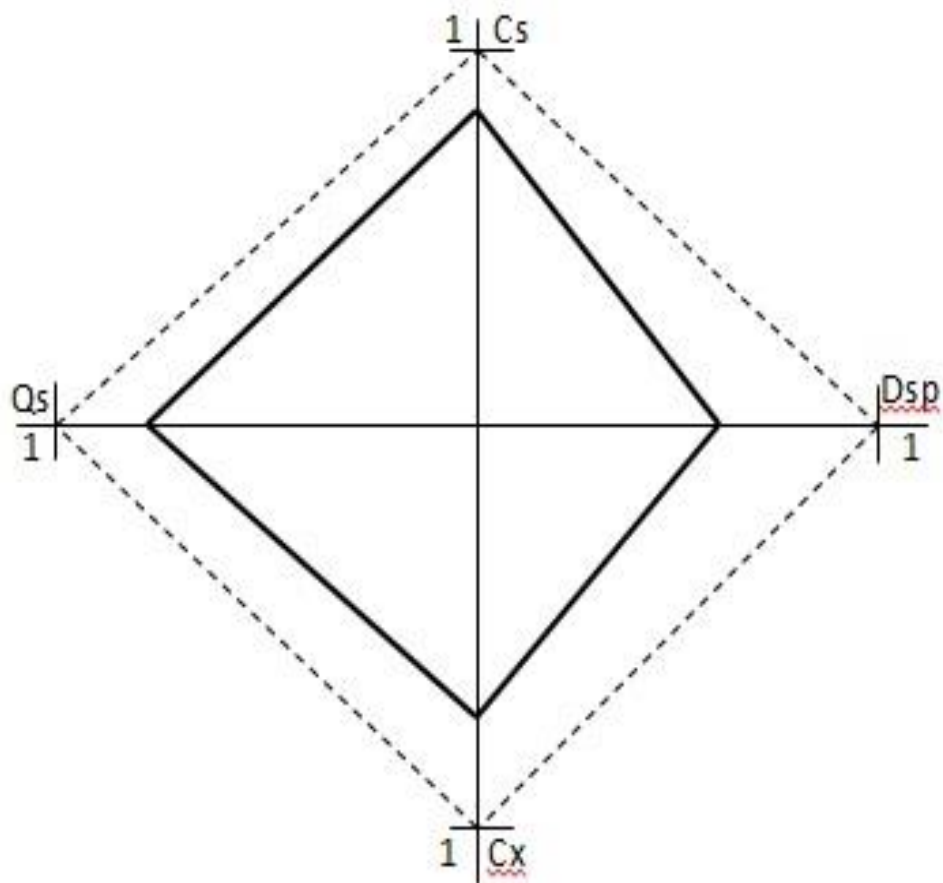


Рисунок 3.1 – Графічне представлення інтегративного показника проекту та його максимального значення

Максимальне значення інтегративного показника проєкту становить згідно формули (3.8):

$$Iip_{max} = 0.5 \cdot (1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1) = 2 \quad (3.8)$$

Сам по собі інтегративний показник проєкту є неінформативним для розробника та замовника через складність інтерпретації його значення, тому *третьім етапом* є оцінювання ступеня успішності впровадження наукового ІТ-проєкту. Інтегративний показник [11] проєкту дає змогу визначити ступінь успішності впровадження проєкту. Значення $Iip_{max} = 2$ – це найкраще значення інтегративного показника проєкту, тоді ступінь P_{Iip} успішності впровадження проєкту складає:

$$P_{Iip} = \frac{Iip}{Iip_{max}} = \frac{Iip}{2} = 0.5 \cdot Iip \quad (3.9)$$

Значення ступеня успішності впровадження проєкту, близьке до 0, показує низьку успішність впровадження проєкту (такий проєкт найімовірніше буде провальним), а значення ступеня успішності впровадження проєкту, близьке до 1, показує високу успішність впровадження проєкту, тобто проєкт з таким ступенем успішності буде успішним (оптимізаційна задача).

Сам по собі ступінь успішності впровадження проєкту, який визначається згідно 3-го етапу методу, є неінформативним для розробника та замовника через складність інтерпретації та неоднозначність тлумачень його значення при прогнозуванні категорії успішності проєкту. Для спрощення інтерпретації та однозначності тлумачення значення ступеня успішності впровадження проєкту четвертим етапом методу є прогнозування категорії наукового ІТ-проєкту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проєкту.

Для цього визначимо порогові значення ступеня успішності впровадження проєкту, за якими й приймається висновок про категорію успішності проєкту. Наразі відсутні функції (формули, залежності) [11-15], за якими можна обчислити

значення тієї чи іншої характеристики проєкту на основі множини показників вимог. Відтак для опрацювання множини показників вимог, здійснення апроксимації показників та надання прогнозованих кількісних значень характеристик проєкту будемо використовувати штучну нейронну мережу розроблену у методах оцінки успіху програмного проєкту впровадження на основі аналізу специфікації з використанням інформаційні технології Neuronet та прогнозування характеристик та оцінка успішності впровадження ІТ-проєктів на основі вимог.

3.2. Оцінювання діапазонів значень показників вимог

Для встановлення таких порогових значень (для створення правил формування висновку щодо категорії успішності впровадження проєкту) було проведено аналіз 20 різних наукових ІТ-проєктів, [40-47] для яких згідно запропонованого методу було визначено ступінь P_{ip} успішності впровадження проєкту та для яких наразі відомою є категорія успішності. На основі такого аналізу розробимо правила визначення категорії успішності проєкту:

- 1) якщо $P_{ip} \leq 0.18$, то науковий ІТ-проєкт прогнозовано буде провальним;
- 2) якщо $0.18 < P_{ip} \leq 0.70$, то науковий ІТ-проєкт прогнозовано буде проблемним;
- 3) якщо $P_{ip} > 0.70$, то науковий ІТ-проєкт прогнозовано буде успішним.

Розглянемо 4 типа наукових ІТ-проєктів (промислові проєкти, проєкти дослідження та розвитку, організаційні проєкти, соціальні проєкти пов'язані з реформуванням). Для кожного з них було виявлено по 30-50 задач різного рівня складності. Було вибрано по 1-3 вимоги, запропоновані різними науковцями для вирішення завдання 1-3 готових програми, що були написані під аналіз вимог.

Проаналізовано близько 350 (максимальна вартість становить 100 000 мільйонів) на предмет аналізу вимог.

Наразі відсутні функції (формули, залежності) [11-15], за якими можна обчислити значення тієї чи іншої характеристики проєкту на основі множини показників вимог. Відтак для опрацювання множини показників вимог, здійснення апроксимації показників та надання прогнозованих кількісних значень характеристик проєкту будемо використовувати штучну нейронну мережу розроблену у методах оцінки успіху програмного проєкту впровадження на основі аналізу специфікації з використанням інформаційні технології Neuronet та прогнозування характеристик та оцінка успішності впровадження ІТ-проєктів на основі вимог.

Результати аналізу у вигляді діапазону значень, що визначені як обмеження для входів штучної нейронної мережі прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог показані у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Діапазон значень вимог, що впливають на наукові ІТ-проекти, на основі аналізу 350 вимог

Розділ	Вимоги	Значення вимоги
1	2	3
Розділ 1	Термін до виконання (прогнозований) T_v	1-12 місяців
	Учасники проекту Q_v	6 чоловік
	Потенційні клієнти S_a	6000
	Прогнозована кількість необхідної інформації S_c	5000-100000 рядків інформації
Розділ 2	Розмір фінансового фонду виділеного на дослідження C_{os}	0-980 доларів США
	Сума витрачена на пошук необхідних вимог C_{db}	0-980 доларів США
	Розмір фінансового фонду витрачено на пз C_c	0-980 доларів США
	Розмір фінансового фонду для вдосконалення C_{dt}	0-980 доларів США
	Розмір документованих даних користувачів системи C_{ud}	5-90 сторінок
	Розмір фонду виділено на документування S_{ud}	50-2500 доларів США

Кінець таблиці 3.2 – Діапазон значень вимог, що впливають на наукові ІТ-проекти, на основі аналізу 210 вимог

Розділ 3	Перелік вимог функціонування Qfr	6-210 вимог
	Розмір фінансового фонду виділеного на вимоги функціонування Cfr	35-1000 доларів США
1	2	3
	Кількісний перелік алгоритмів Qa	1-495 алгоритмів
	Оцінювання суми вартості помилки Cb	10-1150 доларів США
	Розмір фінансового фонду витраченого на інтерфейс Cui	30-1200 доларів США
	Перелік розроблених інтерв'єсів Qmi	50-1950 інтерв'єсів
	Розмір фінансового фонду розроблених інтерв'єсів Cmi	25-2500 доларів США
	Перелік модулів зв'язку та комунікацій Qci	5-98 модулів
	Розмір фінансового фонду модулів зв'язку та комунікацій Cci	5-1050 доларів США
	Перелік нефункційних вимог $Qnfr$	1-5 вимог
	Розмір фінансового фонду виділеного на нефункційні вимоги $Cnfr$	25-2250 доларів США

3.3. Вивчення нейромережної частини методів передбачення характеристик та оцінки успішного впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

Згідно вибраного методу, який описано в розділі 3.2, для оцінки характеристики наукових проєктів що створено для обробки показників характеристик вимог до наукових проєктів використовується штучна нейронна

мережа що виконує апроксимацію показників вимог та дозволяє скласти прогнозовану оцінку характеристик вимог. Обучение нейронной сети- это процесс, в котором параметры нейронной

Мережі налаштовуються за допомогою моделювання середовища, в якій конкретно ця мережа вбудована. Тип навчання визначається способом підстройки параметрів.

Розрізняють алгоритми навчання з викладачем та без викладача.

Процес навчання з викладачем представляє собою попереднє створення мережі вибору навчальних прикладів. Кожен зразок йде на вхід мережі, тоді проходить обробка внутрішньої структури нейронної мережі, вичислюється вихідною сигнальною мережею, яка порівнюється з відповідним значенням цілої епохи, та представляє себе потрібним вихідним мережам.

Для того, щоб нейронна мережа стала здатною виконати поставлене завдання, її необхідно навчити. Далі за встановленими правилами виявляється зміна вагових коефіцієнтів зв'язку всередині мережі в залежності від вибраного алгоритму. Вектори обробленої множини представлені послідовно, оброблюють помилки та ваги підлаштовуються під кожну епоху окремо до тих пір поки не знайдуть цю помилку по всьому навчальному масиві дійшовши до мінімального рівня.

При навчанні без учителя підбирає вагу мережі так, щоб отримати потрібні вихідні вектори, тобто щоб значення які прийшли на вхід видавали приблизні значення на виходах. Процес навчання, послідовно, вивчає статистичні властивості

Більшості правил і групує вхідні вектори в класи. Представлення на вході у межах відомого класу дасть визначений вихідний вектор, до навчання. Неможливо передбачити, який вихід буде вироблятися за даними класу вхідних векторів. Наступні, виходи подібної мережі повинні бути трансформовані в деяку зрозумілу форму, обумовлену процесом навчання. Це не є серйозною проблемою. Зазвичай не важко ідентифікувати зв'язок між входами і виходами, визначеної мережі.

Для навчання нейронних мереж без викладача застосовуються сигнальні методи навчання Хебба і Ойа.

Навчання в загальному випадку - багатоекстремальна невикладача задача оптимізації.

Для вирішення цієї задачі можна використовувати наступні (ітераційні) алгоритми:

- 1) алгоритми локальної оптимізації з вичисленням;
- 2) градієнтний алгоритм (метод нашвидшого спуску);
- 3) методи з одномірною та двомірною оптимізацією цільової функції;
- 4) функції в напрямленні антиградієнта;
- 5) метод спряжених градієнтів;
- 6) методи, випробувальні пристрої антиградієнта ва декількох кроках алгоритму;
- 7) алгоритми локальної оптимізації з вичисленням приватних;
- 8) метод Ньютона;
- 9) методи оптимізації з розрізненими матрицями Гессе;
- 10) квазиньютоновські методи;
- 11) метод Гаусса-Ньютона;
- 12) метод Левенберга-Марквардта;
- 13) стохастичні алгоритми оптимізації;
- 14) пошук у випадковому напрямку;
- 15) імітація віджиги;
- 16) метод Монте-Карло (численний метод статистичних випробувань);
- 17) алгоритми глобальної оптимізації (завдання глобальної;
- 18) оптимізація вирішується за допомогою перебору значень змінних, від яких залежить вид цільової функції).

Штучна нейрона мережа має 4 входи x' , 6 входи x'' та 11 входи x . На входи x' надходять дані 1-го розділу специфікації вимог, на входи x'' - дані 2-го розділу специфікації вимог, на входи x надходять дані 3-го розділу специфікації

вимог до наукових ІТ-проектів. На вхід x'_i ($i = 1..4$) надходить значення i -го елементу множини $R1$, на вхід x''_k ($k = 1..6$) надходить значення k -го елементу множини $R2$, на вхід x_j ($j = 1..11$) надходить j -й елемент множини $R3$.

Штучна нейрона мережа оброблює набори вхідних даних векторно та в результаті чого отримуємо 4 вихідних значень з діапазону $(0..1]$:

$$Cs \in (0;1], Dsp \in (0;1], Cx \in (0;1], Qs \in (0;1], \quad (3.10)$$

де

0 – недостатньо даних для прогнозування характеристики (розролений метод в даному випадку не працює);

0.08 – це значення вважається поганим тому що впливає на успішність реалізації наукового ІТ-проекту (тобто занадто високі тривалість, вартість, складність; низька якість);

1 – при такому значенні показника процес реалізації буде успішним (висока якість, низькі: вартість, тривалість та складність).

Проаналізувавши 4 характеристики (згідно вказаних етапів 2-4 методу) складаємо оцінку та висновок про успішність впровадження наукового ІТ-проекту.

Підбір будови штучної нейромережі для впровадження нейромережної частини описано у підрозділі 2.3 розділу 2. Багатошаровий персептрон лежить в основі прогнозування характеристик та оцінки успішності впровадження наукового ІТ-проекту на основі аналізу вимог.

Будова нейромережної складової показана на рисунку 3.2.

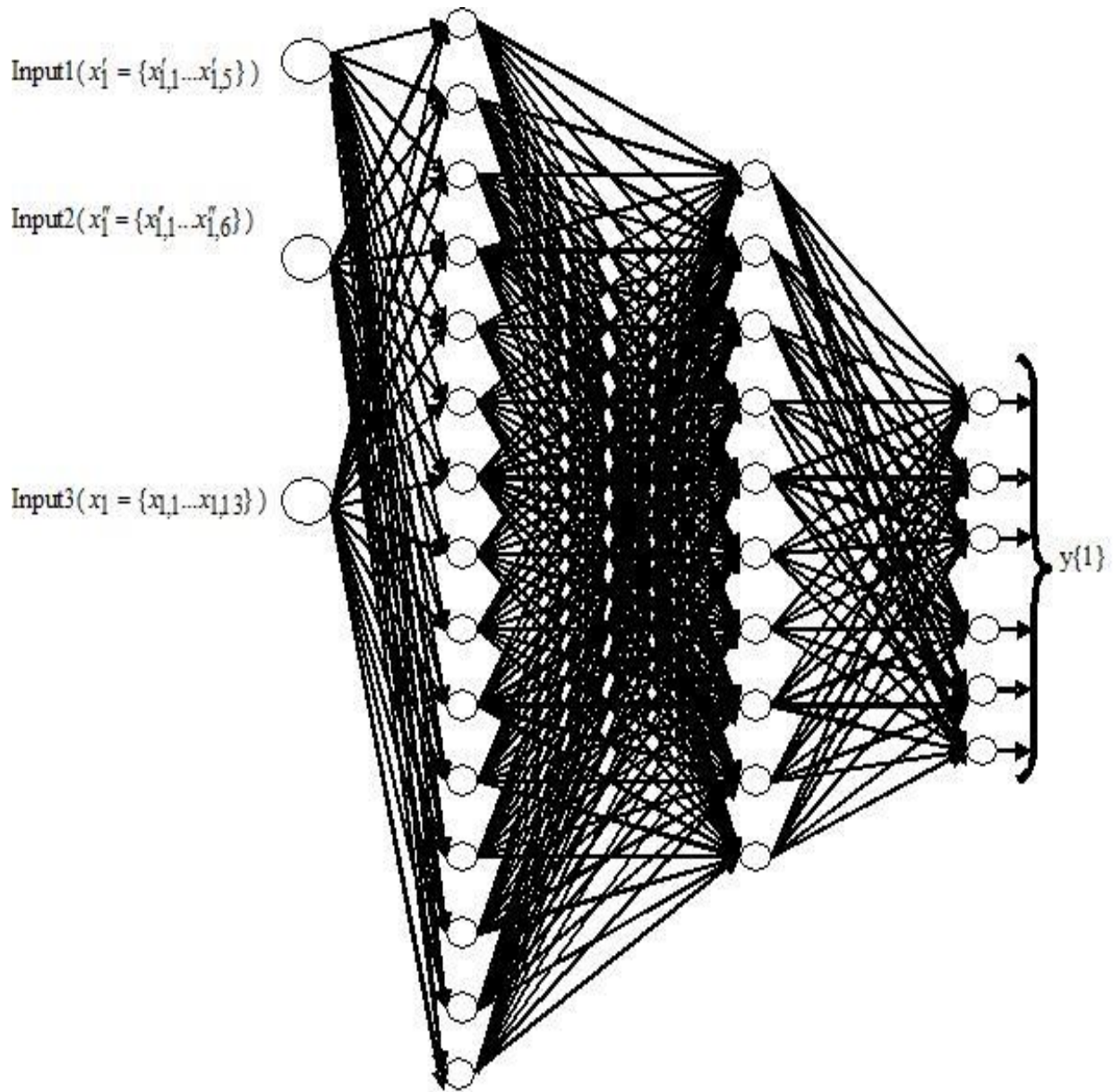


Рисунок 3.2 – Будова нейромережної складової

Де вхідний вектор Input1 містить в собі 4 елементів (дані 1 розділу специфікації вимог);

Вхідний вектор Input2 містить в собі 6 елементів (дані розділу 2 специфікації вимог);

Вхідний вектор Input3 містить в собі 11 елементів (дані розділу 3 специфікації вимог).

З цього випливає що, штучна нейрона мережа містить в собі 21 нейрони вхідного шару. Також штучна нейрона мережа містить в собі 12 нейронів другого, апроксимуючого шару та містить в собі 8 нейронів третього, коригуючого шару. Вихідний вектор Y повинен складатися з 4 елементів: вартість, якість науковго ІТ-проєкту, складність та тривалість, тому дана штучна нейрона мережа містить в собі 4 нерони четвертого шару.

Діапазони взятих даних вхідних векторів штучної нейроної мережі однакові з діапазонами значеннями вхідних значень даного методу та розписані у таблиці 3.2 підрозділу 3.3. Якщо показник -1 не визначний у аналізованій специфікації вимог, тоді він подається на вхід.

За допомогою пакета Matlab створено штучну нейрону мережу. Щоб побудувати шаблон штучної нейроної мережі використаємо функцію `network`.

Реалізуємо кількість необхідних вхідних векторів (`net.numInputs=3`), шарів (`net.numLayers=4`), кількість елементів для кожного унікального вхідного вектора штучної нейроної мережі:

```
net.inputs{1}.size=5;
net.inputs{2}.size=6;
net.inputs{3}.size=13.
```

Для зміщень використаємо матрицю зв'язності:

```
net.biasConnect=[1;1;1;1].
```

Реалізуємо зв'язну матрицю для шарів, входів та виходів так:

```
net.inputConnect = [1 1 1; 0 0 0; 0 0 0; 0 0 0];
net.layerConnect = [0 0 0 0; 1 0 0 0; 0 1 0 0; 0 0 1 0];
net.outputConnect = [0 0 0 1];
net.targetConnect = [0 0 0 1].
```

Визначимо по значеннях вхідних векторів діапазони:

```
net.inputs{1}.range = [-1 24; -1 10; -1 1000; -1 50; -1
50000];
```

```
net.inputs{2}.range = [-1 1250; -1 1250; -1 1250; -1 1250; -
1 50; -1 2500];
net.inputs{3}.range = [-1 300; -1 4750; -1 500; -1 960; -1
3000; -1 2450; -1 2500; -1 100; -1 1500; -1 125; -1 1750; -1 9; -
1 4000].
```

Штучна нейрона мережа містить в собі таку кількість нейронів:

```
net.layers{1}.size=24;
net.layers{2}.size=15;
net.layers{3}.size=10;
net.layers{4}.size=6.
```

Щоб ініціалізувати функції для всіх шарів штучної нейронної мережі візьмемо за основу функцію (`initnw`) Нгуена-Відроу. У якості активаційної функції для шарів 1, 2 та 3 вибираємо (`tansig`) гіперболічний тангенс, а конкретно для 4 шару вихідних даних активаційною буде `purelin` (порогова лінійна функція).

Реалізація штучної нейронної мережі за допомогою Matlab прогнозування характеристик успішності та оцінювання впровадження наукового ІТ-проекту на основі аналізу вимог представлено у додатку А.

Функція `gensim(net)` реалізовує інтерфейс в пакеті Simulink детальніше це представлено на рисунках 3.3-3.8

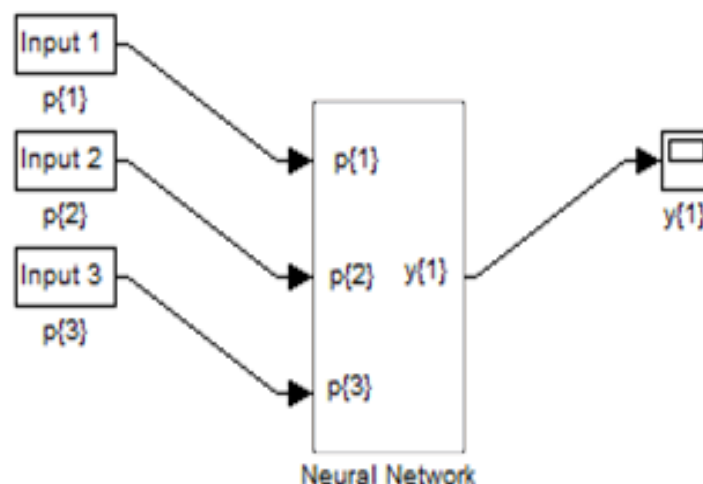


Рисунок 3.3 – Побудова штучної нейронної мережі за допомогою Simulink

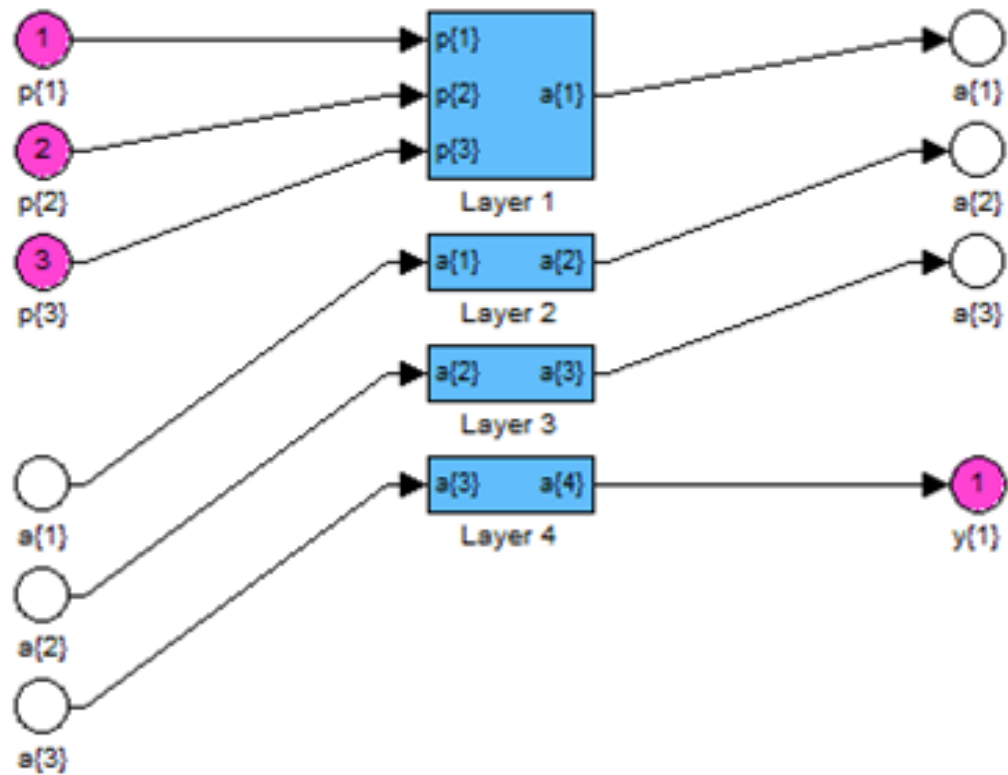


Рисунок 3.4 – Схема побудови багатшарового перспетрона штучної нейронної мережі за допомогою Simulink

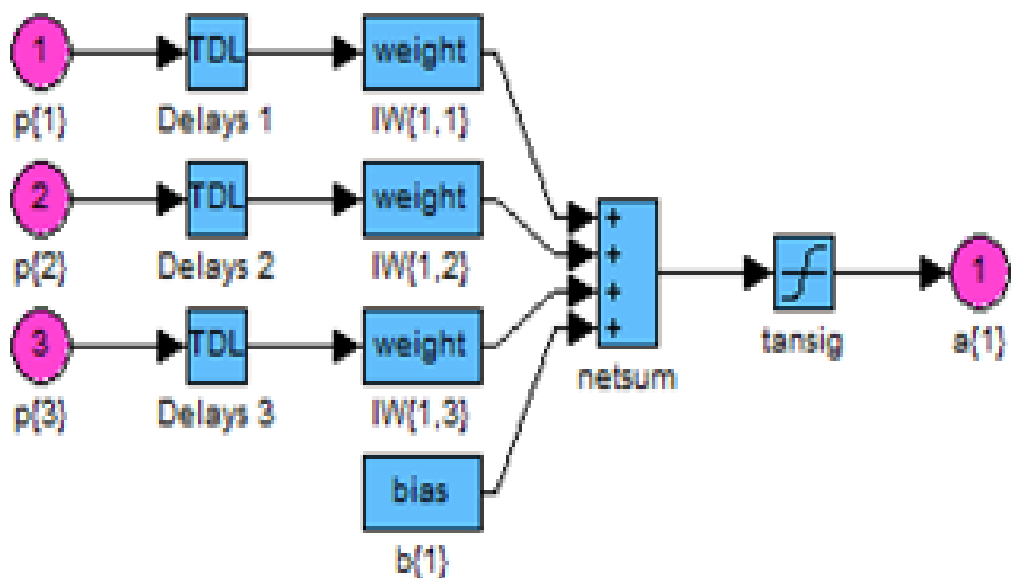


Рисунок 3.5 – Схема побудови багатшарового перспетрона штучної нейронної мережі

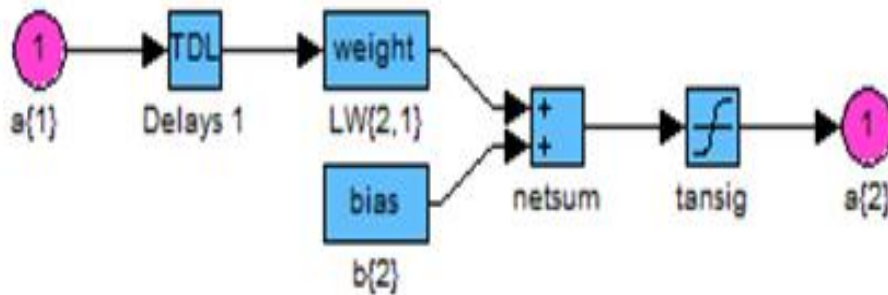


Рисунок 3.6 – Схема побудови багатшарового перспетрона другого шару штучної нейроної мережі

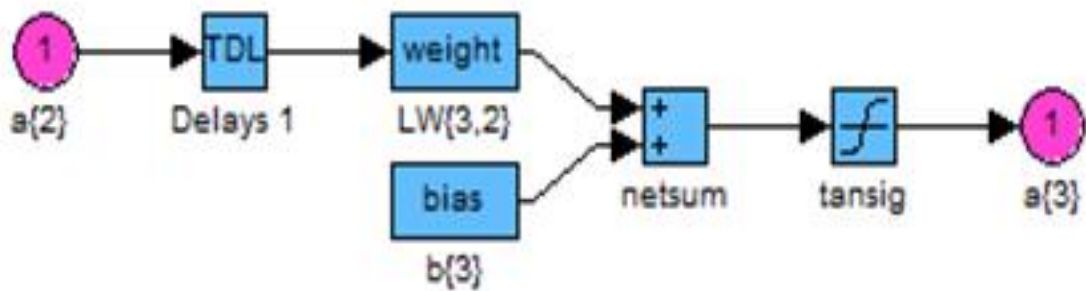


Рисунок 3.7 – Схема побудови багатшарового перспетрона третього шару штучної нейроної мережі

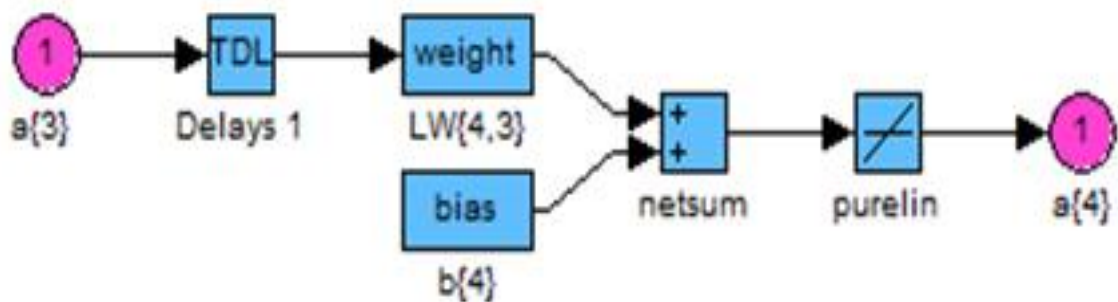


Рисунок 3.8 – Схема побудови багатошарового перспетрона четвертого шару штучної нейронної мережі

Щоб перевірити отриману штучну нейронну мережу використаємо послідовність тестових векторів (тестову вибірку) у описаній послідовності:

$c = \{ [1; -1; -1; -1; -1] \quad [6; 3; 220; 13; 10900] \quad [...];$ - тестові вектори для входу Input1 (x'_1);

$[0; -1; -1; -1; -1; -1] \quad [260; 324; 216; 270; 11; 690] \quad [...];$ - тестові вектори для входу Input2 (x''_1);

$[5; -1; -1; -1; -1; -1; -1; -1; -1; -1; -1; -1; -1]$

$[83; 1075; 108; 216; 705; 680; 563; 29; 415; 30; 400; 3; 910]$

$[...]; \}$ – тестові вектори для входу Input3 (x_1).

Основним вектором визначено так:

$m = \{ [1; 1; 1; 0; 0; 1]$

$[0.789; 0.782; 0.792; 0.790; 0.795; 0.792]$

$[...]\}$.

Щоб дізнатись найбільший (максимальний) об'єм тестової вибірки застосуємо комбінаторну формулу, що надає можливість розрахувати всі можливі сполучення без повторів:

$$C(m, n) = \frac{m!}{n!(m-n)!} = \frac{24!}{6!(24-6)!} = 134596, \quad (3.11)$$

де

n – кількість виходів (вихідних нейронів) штучної нейронної мережі ($n=6$),

m – кількість входів (вхідних нейронів) штучної нейронної мережі ($m=24$).

Якщо на вході буде більше 130 тисяч тестових векторів варто використовувати статистичні методи розрахування успішності.

Штучну нейронну мережу найкраще використовувати якщо у нас буде недостатній рівень вхідних даних. Щоб правильно розрахувати потрібний об'єм тестової вибірки штучної нейронної мережі, щоб її освоїти використаємо формулу:

$$N > \frac{h \cdot g}{e_0} = \frac{24 \cdot 25}{10^{-1}} = 6000, \quad (3.12)$$

де

g – кількість входів (вхідних нейронів) штучної нейронної мережі ($g=24$);

h – кількість нейронів апроксимованого шару штучної нейронної мережі ($h=15+10=25$),

e_0 – нормова похибка ($e_0=10^{-1}$).

З цього виходить що, 6 - тисяч векторів тестової вибірки мінімально-достатньо аби штучна нейронна мережа змогла виявляти всі нестандартні випадки з конкретно заданою.

Виконаємо тестування алгоритмів штучної нейронної мережі тестовою вибіркою що складається з 6030-векторів, щоб обрати найбільш відповідний для поставленої задачі (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Аналіз результатів тестування штучної нейронної мережі за декількома алгоритмами тестування

Функція тестування	Похибка тестування	Кількість епох	Критерій якості тестування	Час тестування
Алгоритм перепадного спуску з можливістю вибору параметрів для швидкості налаштування(<i>traingda</i>)	0.0903451	107	msereg	19
	0.100291	105	mse	22
	0.255729	2100	mae	112
Алгоритм градульованих зв'язних перепадів(<i>trainscg</i>)	0.0903451	1	msereg	15
	0.100291	1	mse	16
	0.395961	2100	mae	230
Однотактний алгоритм методу січної (<i>Trainoss</i>)	0.0903451	2	msereg	16
	0.100291	2	mse	14
Обмежений алгоритм зворотнього розповсюдження(<i>trainrp</i>)	0.0903451	37	msereg	15
	0.100291	35	mse	18
	0.251225	2100	mae	116
Алгоритм Левенберга-Марквардта (<i>trainlm</i>)	0.0903451	4	msereg	170
	0.100291	2	mse	115
	0.264611	2	mae	124

Досліди показали, що найменшу помилку з навчання ми одержали при змішаному способі якості вивчення (*msereg*). Під час дослідів знайдено, що помилки при навчанні сильно не будуть відрізнятись для всіх алгоритмів вивчення якщо використовувати однакові критерії якості навчання, тому вибір алгоритму

навчання був обумовлений такими показниками як "кількість епох" і "час навчання", за ними є найкращими алгоритми навчання SCG, OSS та RPROP.

Тести ШНМ організовувались на основі тестового вибору з 610 різних векторів. А сам процес навчання і тестів за різними алгоритмами було відображено на рисунках. 3.9 – 3.12. На рисунках нижня крива лінія відображає графіки вивчення, а верхня крива відображає графік тесту ШНМ.

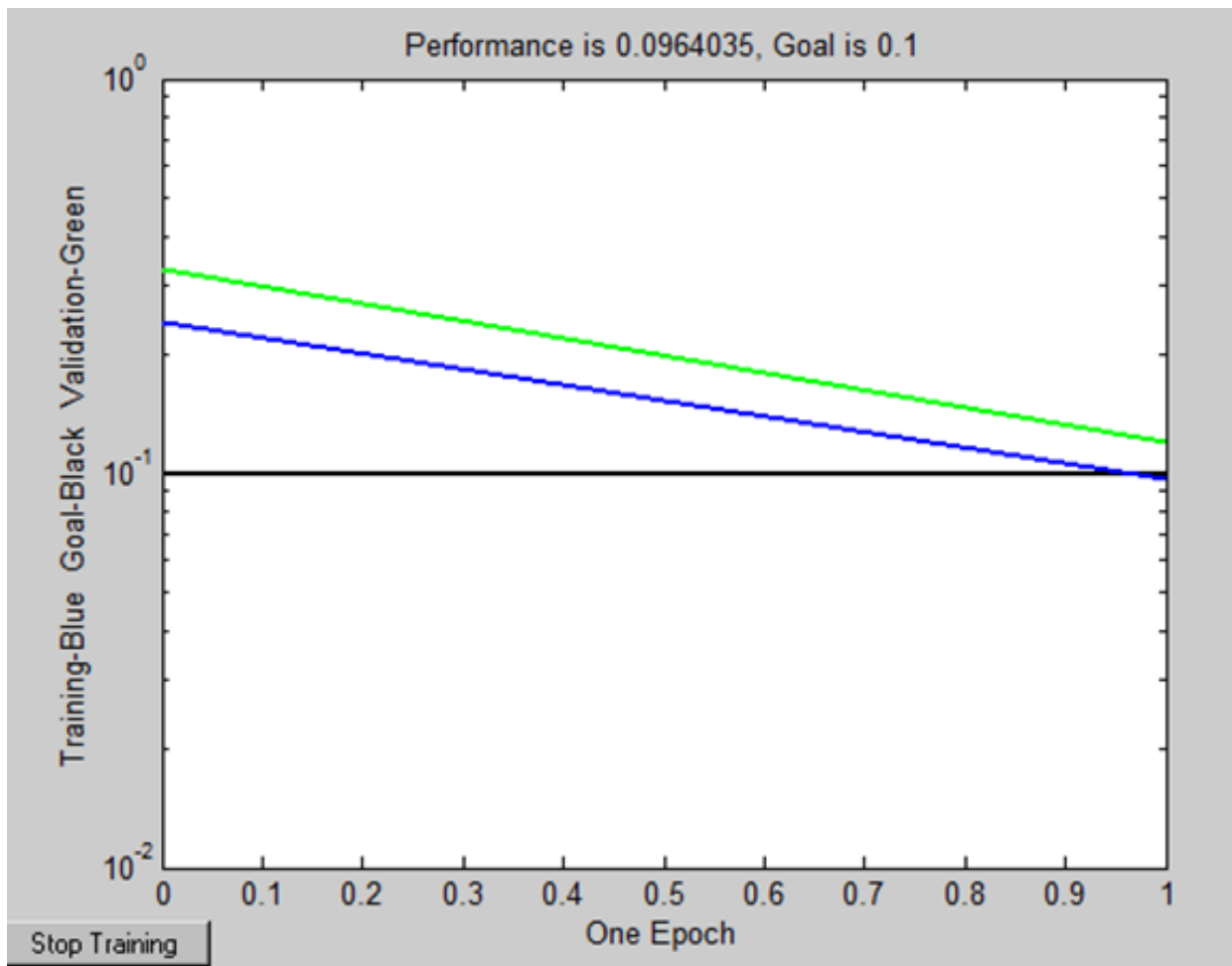


Рисунок 3.9 – Однокроковий алгоритм методу січної (OSS)

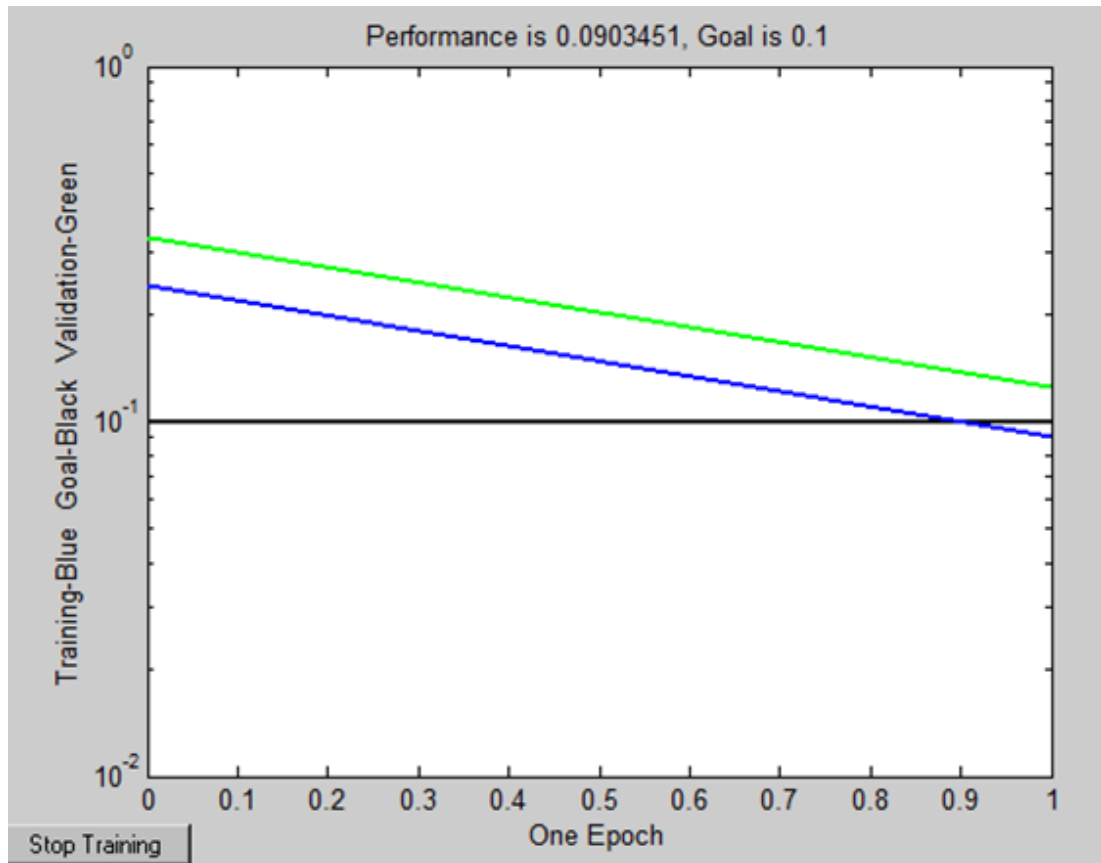


Рисунок 3.10 – Алгоритм шкальованих зв'язаних градієнтів (SCG)

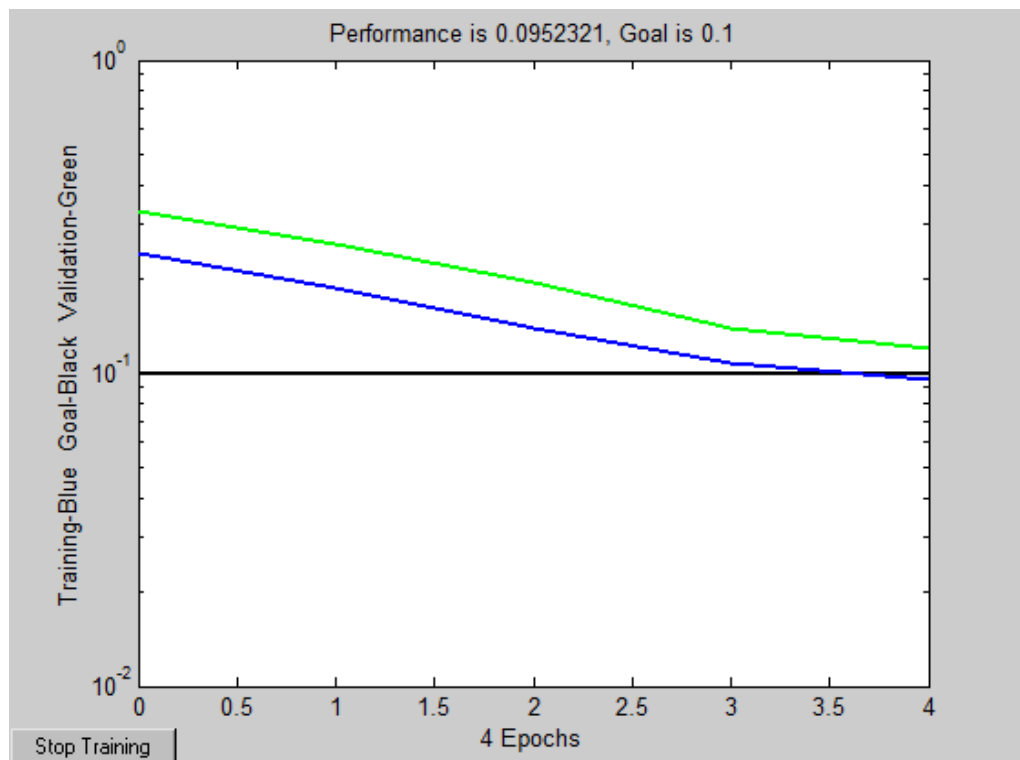


Рисунок 3.11 – Пороговий алгоритм оберненого поширення (Rprop)

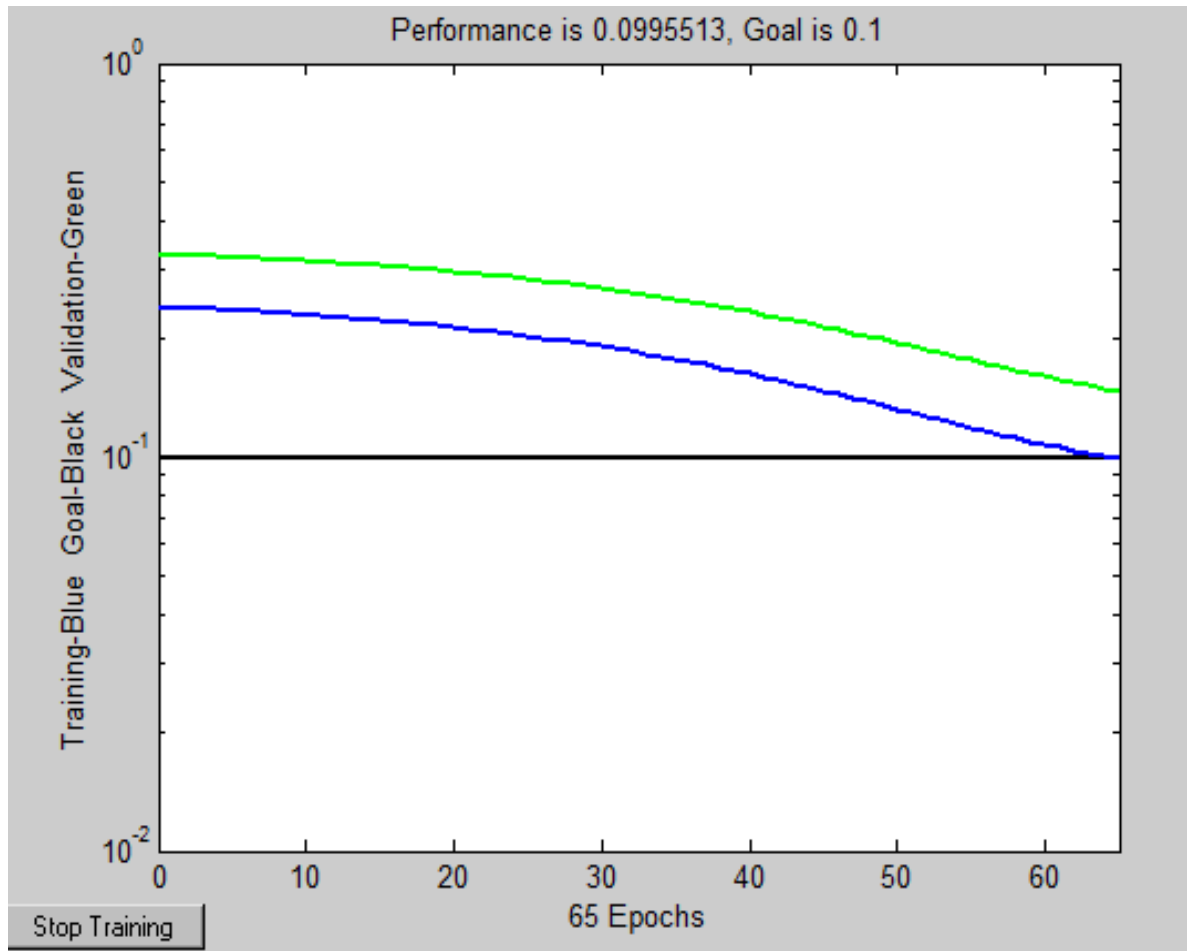


Рисунок 3.12 – Алгоритм градієнтного спуску з вибором параметра швидкості налагодження (GDA)

Аналіз графіку вивчення та тесту штучної нейронної мережі дозволяє отримати висновок про те, що мережа вивчилася з високим рівнем точності.

3.4. Оцінки порогових значень ступеня успішності впровадження наукових іт-проектів для прогнозування категорії успішності проекту

Сам рівень успішності реалізації наукового проекту, який буде визначатись як 3й етап для опрацьовано методу, він є малоінформативним для розробників та їх замовників через складності та неоднозначність пояснень його значення для прогнозування рівня успішності наукового проекту.

Для спрощення тлумачення та значення рівня успішності реалізації наукового проєкту потрібно визначити його обмежені значення, за допомогою яких буде прийматись як висновок про рівень успішності наукового проєкту.

Для того щоб встановити такі порогові значення необхідно було провести аналізи для 400 характеристик вимог до проєкту, та для них згідно МПХОУР віднайдено ступінь P_{Iip} успішності реалізації наукового ІТ-проєкту, та 400 впроваджених ПЗ у яких відома складова успішності. Вимоги до визначень описані у підрозділах 1.1-1.3 розділу 1 складено три складових для успішного впровадження наукових ІТ-проєктів: проблемні, успішні та провальні проєкти.

Підсумки виконаного аналізу представлено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Мінімальні та максимальні дані рівня успішності впровадження наукового ІТ-проєкту для різних видів

	Провальні проєкти	Успішні проєкти	Проблемні проєкти
Дослідження софту	$P_{Iip} \leq 0,16$	$P_{Iip} > 0.72$	$0.17 < P_{Iip} \leq 0.62$
Логістика та рітейл	$P_{Iip} \leq 0,18$	$P_{Iip} > 70$	$0.19 < P_{Iip} \leq 0.60$
Створення прототипу підрахунків	$P_{Iip} \leq 0,14$	$P_{Iip} > 0.71$	$0.15 < P_{Iip} \leq 0.61$

Кінець таблиця 3.4 – Мінімальні та максимальні дані рівня успішності впровадження наукового ІТ-проєкту для різних видів

Проєкти на основі комп'ютерного зору	$P_{Iip} \leq 0,15$	$P_{Iip} > 0.72$	$0.16 < P_{Iip} \leq 0.62$
Проєкти на основі машинного навчання	$P_{Iip} \leq 0,16$	$P_{Iip} > 0.71$	$0.17 < P_{Iip} \leq 0.61$
Створення нових рішень до розв'язання проблем	$P_{Iip} \leq 0,17$	$P_{Iip} > 0.69$	$0.18 < P_{Iip} \leq 0.59$

3.5. Висновки

Запропонований у розділі 3 удосконалений метод дослідження масштабності інформації аналізу вимог для наукових ІТ-проєктів, що побудований на визначені наявності специфікації вимог, що потрібні для встановлення цільових характеристик наукового ІТ-проєкту, це дає можливість встановити інформативність аналізу вимог до описаного проєкту, на рахунок дослідження цільових характеристик наукового ІТ-проєкту.

Досліджено та вдосконалено нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації програмного проєкту на основі аналізу вимог (МПХОУР), який полягає у:

1) нейромережному прогнозуванні характеристик програмного проєкту на основі аналізу показників специфікації;

2) інтерпретації отриманих відносних значень характеристик програмного проєкту за допомогою інтегративного показника проєкту;

3) оцінюванні ступеня успішності реалізації програмного проєкту на основі інтегративного показника проєкту;

4) перевірці стабільності та припустимості компенсаційних впливів характеристик програмного проєкту.

Запропонований метод відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність впровадження проєктів, порівнювати проєкти комплексно за основними характеристиками та прогнозованим значенням ступеня успішності впровадження проєктів (а не тільки за вартістю та тривалістю, як відбувається наразі) та виконувати обґрунтований вибір наукового ІТ-проєкту розробником та замовником для подальшої реалізації.

Практичне значення розробленого методу полягає у його використанні для виконання обґрунтованого вибору наукового ІТ-проєктів замовником і потенційними користувачами для подальшого використання та досліджень.

Оцінка діапазонних значень даних аналізу вимог до наукових ІТ- проєктів дозволяє реалізувати завдання визначення діапазонів вхідних даних нейромережної комплектуючої системи початкового методу. Створено та вивчено нейромережну комплектуючу методу.

Під час роботи створено штучну нейронну мережу за допомогою Matlab, провели тестування штучної нейронної мережі з кількістю вибірки в 6030 векторних значень за допомогою відомих алгоритмів тестування з базовою вибіркою в 610 векторних значень. В ході виконаного дослідження вибрано по якості тестування штучної нейронної мережі `msereg`;

За результатами епох та часом тестування обрано: `RPROP`, `OSS`, `SCG`.

За допомогою цільових емпіричних висновків складено максимальні та мінімальні числа рівня успішності впровадження наукового ІТ-проєкту для наукових проєктів всіх видів, що вирішують завдання прогнозування успішності та оцінювання наукового ІТ-проєкту.

4 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМОГ

4.1. Інтелектуальна система прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів

На вхід інтелектуальної системи прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів надходять описані в попередньому розділі 22 позиції аналізу вимог до проєктів, а підсумком цієї роботи будуть:

- 1) відповідні показники характеристик наукового ІТ-проєкту;
- 2) значення рівня успішності впровадження наукового ІТ-проєкту;
- 3) інформація про число інтегративного індексу наукового ІТ-проєкту;
- 4) рішення про успішність та реальність характеристик наукового ІТ-проєкту та взаємозв'язки між вимогами;
- 5) обґрунтований висновок про рівень успішності впровадження наукового ІТ-проєкту, тобто яким очікується після розроблення проблемним, провальним чи успішним.

Побудова орієнтованого на алгоритми бачення за допомогою архітектурних побудов суперінтелектуальної програми прогнозування характеристики та оцінювання впровадження наукових ІТ-проєктів подана рисунку 4.1.

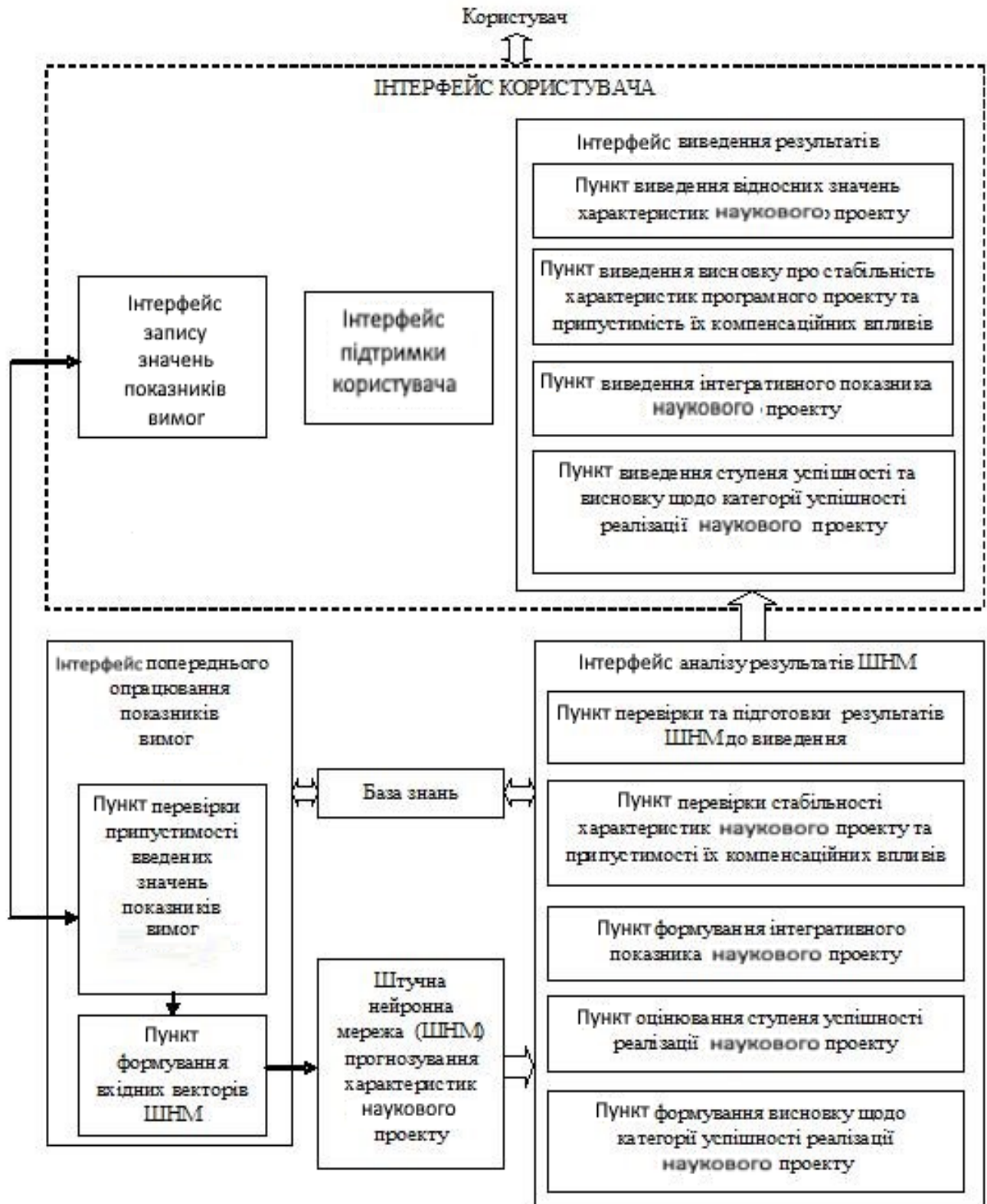


Рисунок 4.1 – Побудова орієнтованого на алгоритми бачення за допомогою архітектурних побудов суперінтелектуальної програми прогнозування характеристики та оцінювання впровадження наукових ІТ-проектів

ІСПХ побудовано на таких складових:

1) інтерфейс користувача з вікном запису даних вимог до проєкту; оброблює дані числових значень 24-х пунктів аналізу вимог які слугують для прогнозування характеристик наукового ІТ-проєкту;

2) інтерфейс навчання користувача є інтуїтивно зрозумілим та допомагає зорієнтуватись в роботі з модулем, інформує про те як правильно скласти і прописати показники вимог до проєкту, що структурюють дані для прогнозу покладаючись на припустимі для програми інтервальні числа вимог зазначені у підрозділі 3.3 розділу 3, де йдеться про реалізацію створення обґрунтованих висновків про роботу ІСПХ;

3) інтерфейс початкової обробки введених вимог до наукового ІТ- проєкту, де відбувається процес перевірення правильності введення значень всіх визначених даних побудованих на основі аксіом з БД; Створює попередній вхідний вектор штучної нейроної мережі, яка містить в собі:

- вхідів x'
- вхідів x''
- 13 вхідів x ;
- на входи x' надходять дані 1-го етапу показників вимог, на входи x'' надходять дані 2-го етапу показників вимог, на входи x надходять дані 3-го етапу показників вимог до проєкту відносно аксіом з БД;

1) База даних містить в собі пункт показників та пункт правил. Пункт даних збирає числові значення аналізу вимог до наукового проєкту та обґрунтовані висновки програми роботи ІСПХ. Пункт правил вміщує в собі базу всіх наявних правил, які методом перевірки оцінюють правильність введених числових даних аналізу вимог до наукового ІТ-проєкту, а також правила створення початкового вхідного вектору штучної нейроної мережі, правила звірення та створення висновків штучної нейроної мережі до обґрунтованого виведення висновку, а також висновку який враховує стабільність даних характеристик наукового ІТ-

проєкту та допустимість взаємовпливів, правила створення висновку, який оцінює рівень успішності впровадження наукового ІТ-проєкту;

2) дана штучна нейрона мережа прогнозування характеристик наукового ІТ-проєкту досконало роз'яснена 2.3 розділу 2 та підрозділі 3.4 розділу 3;

3) інтерфейс аналізу результату штучної нейронної мережі звіряє та сформовує висновки штучної нейронної мережі до виведення користувачеві, а також рахує число Ace_{sp} впливу припустимих та стабільних характеристик згідно 4-го розділу описаного методу, створює обґрунтований висновок, графік взаємовпливів припустимих та стабільних компенсацийних характеристик, виконує графічне зображення та прораховує число інтегративного показника Iip_{sp} наукового ІТ-проєкту згідно 2-го розділу описаного методу, робить оцінку рівня успішності P_{Iip} впровадження наукового ІТ-проєкту згідно 3-го розділу вказаного методу та виконує рішення щодо рівня успішності та оцінки впровадження наукового ІТ-проєкту (обґрунтований висновок підтягується зі звіреним результатом із пункту правил);

4) інтерфейс отриманих результатів створений в основному для користувача; надає йому приблизні дані про характеристики наукового ІТ-проєкту, обґрунтований висновок компенсуючих впливів стабільних та допустимих характеристик наукового ІТ-проєкту, графічне відображення інтегративного значення наукового ІТ-проєкту, рівень успішності впровадження наукового ІТ-проєкту і висновок про рівень успішності впровадження наукового ІТ-проєкту, тобто яким він буде в процесі чи після реалізації:

- 1) успішний;
- 2) проблемний;
- 3) провальний.

4.2. Формування розділу правил бази знань

Розділ правил пункту знань складається з перевірки допустимих записаних користувачем значення числа аналізу вимог до наукового проєкту, правила створення вхідного діапазону штучних нейронних мереж, правила звірення даних і створення результату штучної нейронної мережі до представлення користувачеві, правила створення обґрунтованого висновку на рахунок постійної стабільності характеристик наукового ІТ-проєкту та допустимості, правила створення висновку про рівень успішності та оцінювання впровадження наукового ІТ-проєкту.

Допустимість правильності вказаних значень аналізу вимог до наукового проєкту (діапазон значень допустимих програмі вказані у підрозділі 3.3 розділу 3):

- 1) якщо $Tv \in [1..24]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 2) якщо $Qv \in [1..10]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 3) якщо $Sa \in [1..1000]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 4) якщо $Qcs \in [1..50]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 5) якщо $Sc \in [50..50000]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 6) якщо $Cos \in [0..1250]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 7) якщо $Cdb \in [0..1250]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 8) якщо $Cc \in [0..1250]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 9) якщо $Cdt \in [0..1250]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 10) якщо $Cud \in [1..50]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 11) якщо $Sud \in [50..2500]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 12) якщо $Qfr \in [5..300]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 13) якщо $Cfr \in [50..4750]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 14) якщо $Qa \in [1..500]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 15) якщо $Cb \in [10..960]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 16) якщо $Cui \in [50..3000]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 17) якщо $Qmi \in [50..2450]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 18) якщо $Cmi \in [25..2500]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 19) якщо $Qai \in [5..100]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 20) якщо $Cai \in [25..1500]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;

- 21) якщо $Qci \in [5..125]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 22) якщо $Cci \in [25..1750]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 23) якщо $Qnfr \in [1..9]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 24) якщо $Cnfr \in [50..4000]$, то $flag=true$, інакше $flag=false$;
- 25) якщо $flag=true$, то записані користувачем дані аналізу вимог допускаються, інакше дані аналізу вимог невірні, відповідно даний метод та програма не можуть використовуватись для таких вимог.

Правило створення віхдного діапазону штучної нейроної мережі представлені як:

- 1) якщо на вхід x'_i ($i=1..5$) надходять показники i -го елементу множини значень 1-го етапу аналізу вимог $R1$;
- 2) якщо на вхід x''_k ($k=1..6$) надходять показники k -го елементу множини значень 2-го етапу аналізу вимог $R2$;
- 3) якщо на вхід x_j ($j=1..13$) надходить j -й елемент множини значень 3-го етапу аналізу вимог $R3$;
- 4) але варто урахувати випадок коли користувач не увів усі необхідні дані, то відповідне значення входу штучної нейроної мережі рівне -1.

Правила штучної нейроної мережі про перевірення та підготовлення підсумків до передпоказу користувачеві, згідно до правил тестування штучної нейроної мережі, що детально розписана у підрозділі 3.2 розділу 3, представляються:

- 1) якщо $Cs=0$ або $Dsp=0$ або $Cx=0$ або $Qs=0$, це означає, що показників не вистачає для прогнозування характеристик та оцінки наукового ІТ-проєкту, відповідно методу та програмі неможливо використати для аналізу вимог;
- 2) якщо вихід y_1 - Cs приблизне число вартості наукового ІТ-проєкту;
- 3) якщо вихід y_2 - Dsp приблизний час тривалості;
- 4) якщо вихід y_3 - Cx приблизна складність наукового ІТ-проєкту;
- 5) якщо вихід y_4 - Qs приблизний показник якості наукового ІТ-проєкту.

Правила щодо створення висновку про стабільність характеристики наукового ІТ-проєкту і допустимості взаємовпливів представлені:

1) коли чотирикутника $CS_{ANN}CX_{ANN}Dsp_{ANN}Qs_{ANN}$ (рисунок 3.2) є випкулим (якщо сума кутів чотирикутника дорівнює 360° та синуси всіх кутів шестикутника ідентичні), то показник Ace_{Sp} отримує значення «*True*»;

2) коли чотирикутник $CS_{ANN}CX_{ANN}Dsp_{ANN}Qs_{ANN}$ (рисунок 3.2) не є випкулим (якщо його сума всіх кутів шестикутника не дорівнює 360° та синуси кутів шестикутника мають різні знаки), то показник Ace_{Sp} отримує значення «*False*»;

3) коли показник стабільних та कंपесацийних впливів характеристик $Ace_{Sp} = True$, то тоді ці характеристики вважаються стабільними та їх взаємовпливи допустимі по нормах, інакше коли $Ace_{Sp} = False$, то характеристики не вірні і не можуть бути вирішені за допомогою цього методу.

Створення висновків за правилами про рівень успішності та оцінки впровадження наукового ІТ-проєкту з обрахунком емпіричної оцінки описаної у підрозділі 3.5, що повністю відповідні до статистичної оцінки обґрунтовуються так:

1) коли число рівня успішності та оцінки впровадження наукового ІТ-проєкту $P_{lip} \leq 0.18$, то проєкт прогнозовано стає провальним проєктом;

2) коли число рівня успішності та оцінки впровадження наукового ІТ-проєкту $0.18 < P_{lip} \leq 0.70$, то проєкт прогнозовано стає проблемним проєктом;

3) коли число рівня успішності та оцінки впровадження наукового ІТ-проєкту $P_{lip} > 0.70$, то проєкт прогнозовано стає успішним науковим ІТ-проєктом.

4.3. Функціонування інтелектуальної системи прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів

Для початкових даних інтелектуальної системи прогнозування характеристик використовуватимемо значення з 5 універсальних наукових проєктів, що були розроблені вченими для розв'язання практично ідентичних

завдань – розроблення автоматизованої системи окроплення полів за допомогою БПЛА – на замовлення ПП ‘Проскурів Сервіс’ м.Хмельницького (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Показники по п’яти характеристиках вимог, розроблених різними групами

	Множина показників розділу 1	Множина показників розділу 2	Множина показників розділу 3
	2	3	4
	$T_v=6,$ $Q_v=3,$ $S_a=220,$ $Q_{cs}=13,$ $S_c=10900$	$C_{os}=260,$ $C_{db}=324,$ $C_c=216,$ $C_{dt}=270,$ $C_{ud}=11,$ $S_{ud}=690$	$Q_{fr}=83,$ $C_{fr}=1075,$ $Q_a=108,$ $C_b=216,$ $C_{ui}=705,$ $Q_{mi}=680,$ $C_{mi}=563,$ $Q_{ai}=29,$ $C_{ai}=415,$ $Q_{ci}=30,$ $C_{ci}=400,$ $Q_{nfr}=3, C_{nfr}=910$
	$T_v=13,$ $Q_v=6,$ $S_a=495,$ $Q_{cs}=25,$ $S_c=26090$	$C_{os}=624,$ $C_{db}=640,$ $C_c=648,$ $C_{dt}=639,$ $C_{ud}=25,$ $S_{ud}=1329$	$Q_{fr}=160,$ $C_{fr}=2510,$ $Q_a=258,$ $C_b=505,$ $C_{ui}=1687,$ $Q_{mi}=1310,$ $C_{mi}=1315,$ $Q_{ai}=53,$ $C_{ai}=805,$ $Q_{ci}=65,$ $C_{ci}=925,$ $Q_{nfr}=5, C_{nfr}=2110$

Кінець таблиця 4.1 – Показники по п'яти характеристиках вимог, розроблених різними групами

3	$T_v=18, Q_v=8, S_a=770,$ $Q_{cs}=37, S_c=36940$	$Cos=249, Cdb=300,$ $Cc=219, Cdt=283,$ $Cud=10, Sud=650$	$Qfr=149, Cfr=2530,$ $Qa=247, Cb=499,$ $Cui=1683, Qmi=1302,$ $Cmi=1319, Qai=52,$ $Cai=811, Qci=67,$ $Cci=918, Qnfr=5,$ $Cnfr=2100$
1	2	3	4
4	$T_v=24, Q_v=10, S_a=1000,$ $Q_{cs}=50, S_c=50000$	$Cos=0, Cdb$ – не визначено, Cc – не визначено, Cdt – не визначено, Cud – не визначено, Sud – не визначено	$Qfr=300, Cfr=4750,$ $Qa=500, Cb=960,$ $Cui=3000, Qmi=2450,$ $Cmi=2500, Qai=53,$ $Cai=805, Qci=65,$ $Cci=925, Qnfr=5,$ $Cnfr=2110$
5	T_v – не визначено, $Q_v=1,$ S_a – не визначено, Q_{cs} – не визначено, S_c – не визначено	$Cos=620, Cdb=641,$ $Cc=645, Cdt=653,$ $Cud=27, Sud=1326$	$Qfr=167, Cfr=2498,$ $Qa=262, Cb=509,$ $Cui=1691, Qmi=1313,$ $Cmi=1310, Qai=56,$ $Cai=798, Qci=62,$ $Cci=929, Qnfr=5,$ $Cnfr=2125$

Після процедури внесення показників характеристик модуль попереднього опрацювання показників характеристик до наукового ІТ-проєкту) зберігатиме введені дані у спеціальному розділі бази даних, та перевірятиме чи можна

використовувати ввелені значення характеристик – якщо значення недопустимі, то система видасть інформативне повідомлення «записані числа значень аналізу вимог недопустимі, програма прогнозування характеристик успішності та оцінювання впровадження наукових ІТ-проектів неможливо реалізувати дане завдання з конкретно встановленими вимогами». В запропонованих наукових Іт-проектах вказно допустимі дані значень вимог, з цього впливає реалізація вхідного діапазону штучних нейроних мереж для окремого наукового проекту. Кожна окрема частина реалізує вхідні діапазони штучних нейроних мереж впроваджує діапазони для кожного відповідного входу штучної нейроної мережі, що запропоновано таблиці 4.2. Штучна нейрона мережа прогнозування характеристик та оцінки успішності впровадження наукового ІТ-проекту оброблює вхідні діапазони чисел та формує результативний висновок, тобто прогнозує приблизне значення конкретної характеристики для окремо кожного наукового проекту, зобразимо у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Вхідні та вихідні діапазони штучних нейроних мереж для 5 програмних проектів

№	Input 1 (x')	Input 2 (x'')	Input 3 (x)	Output (Y)
1	[6;3;220;13; 10900]	[260;324;216; 270;11;690]	[83;1075;108; 216;705;680; 563;29;415;30; 400;3;910]	[0.789;0.782; 0.792;0.79; 0.795;0.792]
2	[13;6;495;25; 26090]	[624;640;648; 639;25;1329]	[160;2510;258; 505;1687;1310; 1315;53;805;65; 925;5;2110]	[0.518;0.521; 0.521;0.53; 0.53;0.518]

Кінець таблиця 4.2 – Вхідні та вихідні діапазони штучних нейронних мереж для 5 програмних проєктів

3	[18;8;770;37; 36940]	[249;300;219; 283;10;650]	[149;2530;247; 499;1683;1302; 1319;52;811;67; 918;5;2100]	[0.539;0.537; 0.542;0.533; 0.54;0.542]
4	[24;10;1000;50; 50000]	[0;-1;-1;-1;-1;-1]	[300;4750;500; 960;3000;2450; 2500;53;805;65; 925;5;2110]	[0.389;0.082; 0.39; 0.097; 0.093;0.389]
5	[-1;1;-1;-1;-1]	[624;648;648; 648;25;1329]	[167;2498;262; 509;1691;1313; 1310;56;798;62; 929;5;2125]	[0.68;0.522; 0.681;0.52; 0.52;0.68]

Частина що відповідає за перевірку та підготовлення висновку штучної нейронної мережі до представлення користувачу перевіре свій результат, та якщо показник будь-якого з них рівний 0, то програма вказує користувачеві про те що недостатньо даних для прогнозування характеристик наукового проєкту, та що дана програма не може бути використана для подальшого вирішення завдання. Для обраних наукових проєктів записано більш чим достатньо значень, тому програма виконує завдання створення результатів штучної нейронної мережі до показу користувачеві дотримуючись правил описаних в даному методі.

Частина що перевіряє стабільність характеристик наукового проєкту та допустимість взаємозв'язків виконує розрахунок значення Ace_{Sp} стабільність та припустимість взаємоповпливів характеристик відображено у таблиці 4.3 і створює

обґрунтований висновок щодо стабільності та припустимості взаємовпливів даних характеристик. Коли $Ace_{Sp}=False$, то користувач системи бачить статус «Отримані характеристики мінливі, а взаємозв'язки не можуть бути реалізовані для аналізу вимог». Коли $Ace_{Sp}=True$, програма переводиться до процесу прорахунку інтегративного показника проєкту, рівня успішності впровадження наукового проєкту і створення обґрунтованого висновку про рівень успішності проєкту. До наданого списку наукових ІТ-проєктів №1, №2, №3, №5 характеристики постійні, взаємовпливи допустимі, з цього випливає що ми можемо продовжувати процес опрацювання прогнозованих приблизних показників характеристик згідно описаного методу, для наданого проєкту під №4 програма робить висновок: «мінливі характеристики, їх взаємовпливи недопустимі, з цього випливає що програма прогнозування характеристик та оцінки успішності впровадження наукових ІТ- проєктів не реалізується».

Частина про створення інтегративного показника наукового ІТ-проєкту створює графік відображення та прораховує конкретне число інтегративного показника Iip_{Sp} наукового ІТ-проєкту (таблиця 4.3).

Частина яка оцінює рівень успішності і впровадження наукового проєкту дає оцінку рівня успішності P_{Iip} створення наукового ІТ-проєкту (таблиця 4.3).

Частина створення обґрунтованого висновку про ступінь успішності впровадження наукового проєкту, користується правилами з пункту знань та створює висновки про ступінь успішності впровадження наукового проєкту (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Значення постійності та допустимості взаємовпливів характеристик, що компенсуються, інтегративного показника, рівня успішності впровадження та створення висновку про ступінь успішності впровадження 5 програмних проєктів

№	Ace_{sp}	Iip_{sp}	P_{Iip}	Висновок про категорію успішності реалізації програмного проєкту
1	True	1,621	0,624	Successful project
2	True	0,711	0,274	Challenged project
3	True	0.754	0.290	Challenged project
4	False	-	-	Характеристики нестабільні, їхні компенсаційні впливи неприпустимі, тому система прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації програмних проєктів не може бути використана для такої специфікації вимог
5	True	0.942	0.363	Challenged project

Зробимо аналіз отриманих результатів: категорія успіху визначена для таких наукових ІТ-проєктів №1, №2, №3, №5, для них, очікуванні показники

характеристик є повністю стабільними, а їх впливи компенсації є допустимими; найбільш вдалі показники має проект №1, тому що він очікувано підходить для цієї категорії вдалих наукових ІТ-проектів; а номери проектів №2, №3, №5 гірші по характеристикам і по прогнозам були віднесені до категорії наукових ІТ-проектів, які мають проблеми. Проект під номером №4 вибрана система SPSES визначити не має змоги, тому що вказані очікувані показники характеристик не є стабільними, тому компенсаційні впливи є неприпустимими. Висновки: інтелектуальна система прогнозування успішності наукових ІТ-проектів пропонує ПП 'Проскурів Сервіс' Вибрати програмний проект під №1 (для створення управління автоматичних польотів на АГРО-БПЛА), Тому що він з найбільшою ймовірністю буде мати успіх.

№	ANN виходи	Показник успішності ІТ-проектів ISP	Ступінь успішності реалізації ІТ-проектів P	Успішність ІТ-проектів
1	[0.789;0.782;0.792;0.790]	1.242666	0.621333	Проблемний
2	[0.518;0.521;0.521;0.530]	0.5459945	0.27299725	Проблемний
3	[0.939;0.937;0.842;0.933]	1.665235	0.8326175	Успішний
4	[0.389;0.390;0.293;0.389]	0.265639	0.1328195	Провальний
5	[0.180;0.222;0.181;0.220]	0.079781	0.0398905	Провальний

Рисунок 4.2 – Результати методу прогнозування характеристик та оцінки успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог

Дані наукових ІТ-проектів, що наведені у рисунку 4.2 вказують на те, що для конкретно 5 наукових ІТ-проектів у вимогах вказано різні показники прогнозованої тривалості розробки та дуже близькі за значенням показники вартості розробки, але якщо взяти до уваги дані з рисунку 4.2 з цього випливає, що наукові ІТ-проекти

мають істотно різні приблизні оцінки характеристик, здебільшого вартості, вони розраховувались спільно з дотриманням всіх прописаних значень вимог. Тому приблизна вартість змінюється в діапазоні від :

- 1) 0.518 - для проєкту №2;
- 2) до 0.789 - для проєкту №1.

Виходить, що при оцінці вартості з дотриманням всіх важливих показників вимог, показники оцінки не можуть бути однаковими для п'ятих вибраних наукових ІТ-проєктів. На рахунок тривалості наукового проєкту, візьмемо до уваги проєкт №5 у аналізі вимог, не можемо встановити число тривалості тому конкретно цей проєкт оцінюється тільки за значенням собівартості. Якщо брати до уваги тільки вартість та час дослідження та розроблення, користувач може зробити помилковий висновок про вибір наукового проєкту. Більше кажучи цей висновок дуже важко зпрогнозувати в повсякденних умовах. Візьмемо до уваги таблицю 4.4, в ній вказаний з найнижчою собівартістю проєкт №3, найкоротшу тривалість по часу вимагає проєкт №1, та якщо розглядати проєкт №5 цей показник взагалі невідомий, за таких умов користувачеві необхідно робити висновок лише за одним із двох критеріїв (тривалість або вартість).

Більше того успішність та оцінка впровадження наукового ІТ-проєкту сильно залежить не тільки від , які не можуть бути прописані в числовому вигляді аналізу вимог до наукових ІТ –проєктів. Переглянувши таблицю з таблиці 4.3 випливає, що досліджувані проєкти входять до абсолютно різних ступенів успішності, тому необхідно отримати оцінку всіх основних характеристик, наданих штучною нейроною мережею, та отриманий обґрунтований висновок програми про рівень успішності впровадження наукового проєкту, вказує як зробити абсолютно правильний вибір найбільш імовірно успішного та впровадити науковий проєкт, зі всіх досліджуваних проєктів даної роботи, найуспішніши є проєкт №3. Та нюанс полягає в тому, що коли користувач в цьому проєкті обрав вимогу тривалості проєкту, то швидше за все зупинили свій вибір на проєкті під номером 5, тому що саме в ньому вказаний найнижчий рівень успішності який має самий низький

рівень успішності впровадження і найімовірніше є проблемним науковим ІТ-проектом, тобто похибка неправильного вибору.

Таким чином, із п'яти розглянутих проектів, прогнозується, що успішним буде лише проект №3, проект №1 і №2 передбачається оскаржити, а проекти №4 та №5 проваляться. Отже, для подальшої роботи замовнику, звичайно, рекомендується вибрати та профінансувати ІТ-проект №3, оскільки він має добрі вимоги і, ймовірно, буде успішним.

Після процедури внесення показників характеристик модуль попереднього опрацювання показників характеристик до наукового ІТ-проекту) зберігатиме введені дані у спеціальному розділі бази даних, та перевірятиме чи можна використовувати введені значення характеристик – якщо значення недопустимі, то система видасть інформативне повідомлення «записані числа значень аналізу вимог недопустимі, програма прогнозування характеристик успішності та оцінювання впровадження наукових ІТ-проектів неможливо реалізувати дане завдання з конкретно встановленими вимогами». В запропонованих наукових ІТ-проектах вказно допустимі дані значень вимог, з цього впливає реалізація вхідного діапазону штучних нейронних мереж для окремого наукового проекту.

Графічні зображення успішності 5 розглянутих ІТ-проектів та стандарту (максимальне, найкраще) значення такої ставки представлено на рисунку 4.3.

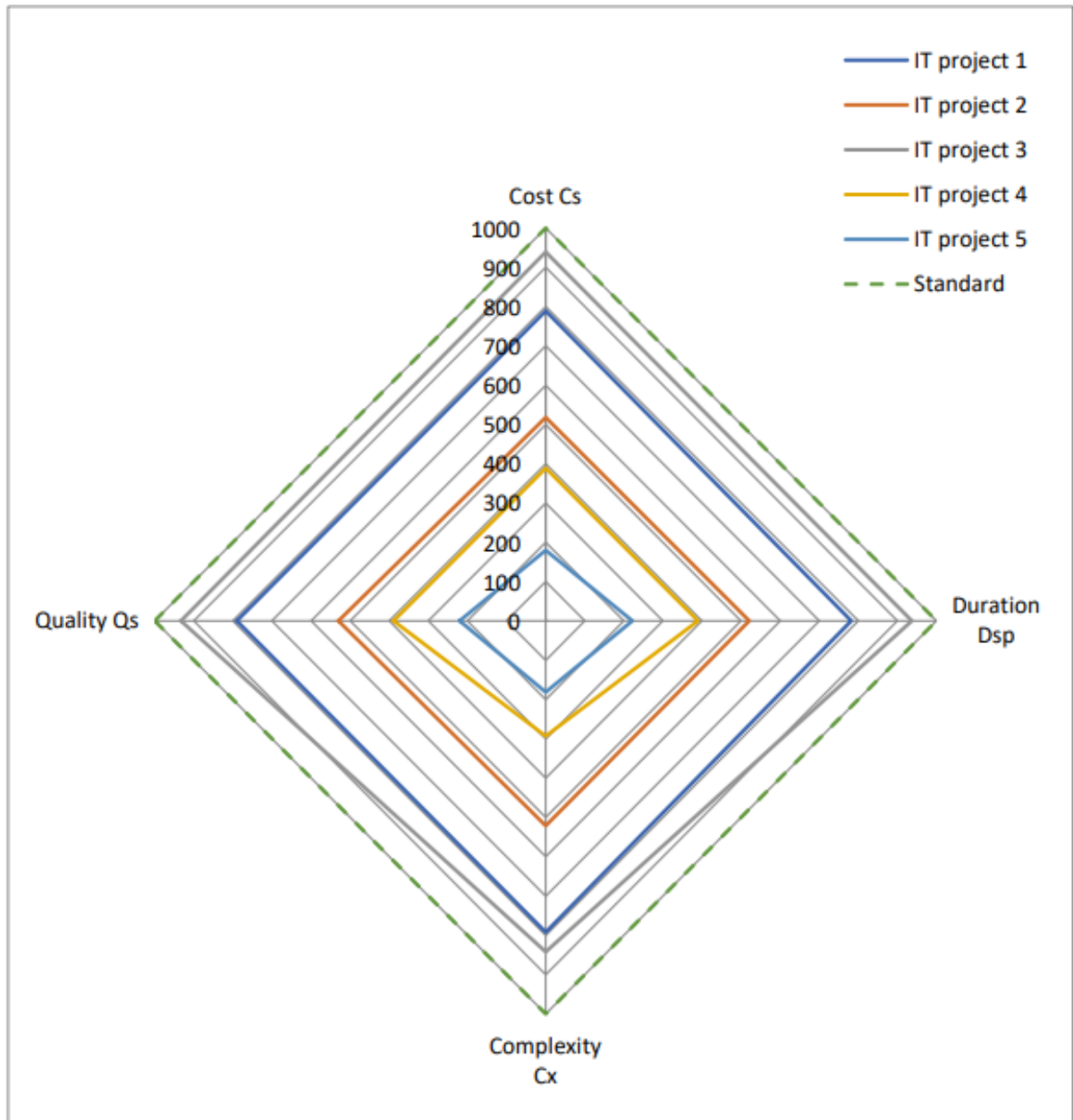


Рисунок 4.3 – Графічні зображення успішності 5 розглянутих ІТ-проектів

Як відомо з [40], усі ітерації під час ІТ-проекту поділяються на дві групи:

1. Заплановані – ітерації, які викликані першою потребою; заздалегідь відомо, коли і де вони відбуватимуться; вони повинні сприяти вибору оптимальних методів та інструментів для проектування та узгодження
2. Незаплановані – ітерації, які спричинені помилками та / або непередбаченими проблемами; свого часу і місце непередбачувані; вони призводять до трудомісткої обробки (переробки); Вони повинні бути мінімізовані

Удосконалений метод прогнозування характеристик та оцінки успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог дозволяє мінімізувати незаплановані ітерації кількість, і, таким чином, зменшення часу, витраченого на переробку на пізніших етапах життєвого циклу проекту, і істотне скорочення переробки після завершення початкової роботи - завдяки ранньому виявленню дефекти вимог та дострокове усунення виявлених дефектів.

На рисунку 4.4 суцільна чорна лінія показує час та людські ресурси для початкової роботи та суцільна червона лінія показує час і людські ресурси на переробку, які відповідають поточному стану справ; пунктирна червона лінія показує час і людські ресурси, необхідні для переробки, які стають можливими до використання запропонованого авторами методу.

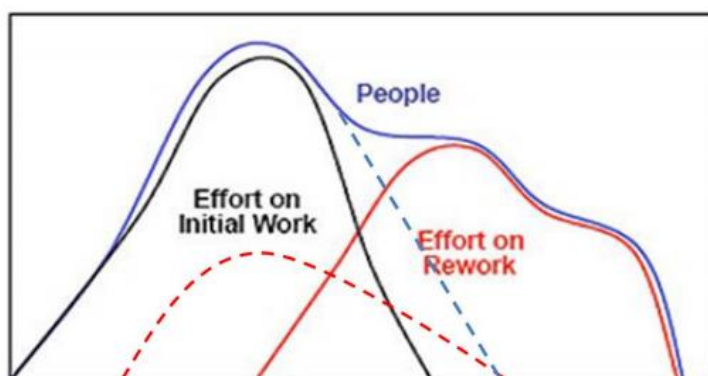


Рисунок 4.4 – Порівняння часу та людських ресурсів, які витрачаються на переробку без використання та з використанням запропонованого методу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог

4.4. Висновки

Вдосконалено структуру інформаційної технології прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів, що складається з нейромережної моделі процесу прогнозування характеристик наукового ІТ-проекту на основі аналізу вимог та нейромережний метод

прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового проєкту на основі аналізу вимог і інтелектуальної системи прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів.

Подано структуру та вдосконалено інтелектуальну систему прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів, що представляє результат про можливий рівень успішності впровадження наукового ІТ-проєкту на основі аналізу вимог до проєкту, що може бути сильно необхідним особливо на початкових етапах ЖЦ.

Результати отримані з програми про рівень успішності наукових ІТ-проєктів, надають можливість користувачеві отримавши порівняння наукових проєктів обґрунтовано зробити вибір, що призведе до вибору імовірно найбільш перспективного та успішного наукового ІТ-проєкту.

ВИСНОВКИ

В даний час актуальним завданням є аналіз вимог до ІТ-проекту з метою прогнозування характеристики та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів. Метою цього дослідження є прогнозування характеристик та оцінка успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

У роботі розроблено метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

Пропонований метод складається з: прогнозування характеристик проекту на основі нейронної мережі та на основі аналізу вимог; інтерпретація отриманих значень проектних характеристик на основі рівня успішності ІТ-проекту; оцінки ступеня успішності реалізації ІТ - проектів на основі показника успішності проекту; прогнозування категорії успіху ІТ-проекту (успішний, оскаржений, невдалий) на основі ступеня успішності реалізації проекту.

Вхідні дані для вдосконаленого методу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог - це вимоги до ІТ проекту, а результатом цього методу є висновок про категорію успішності ІТ-проекту, який дозволяє зробити усвідомлений вибір проекту для його подальшої реалізації. Пропонований спосіб відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність реалізації проекту, порівнюючи проекти комплексно відповідно до основних характеристик та прогнозованого значення ступеня успішності впровадження проекту (і не лише за вартістю та тривалістю, як це відбувається зараз), а також дозволяє зробити обґрунтований вибір ІТ-проекту розробником та замовником для подальшої реалізації.

Удосконалений метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог дозволяє мінімізувати кількість незапланованих ітерацій, і таким чином скоротити час на переробку на пізніших етапах життєвого циклу проекту, а також значно скоротити

переробки після завершення початкової роботи - через раннє виявлення дефектів вимог та раннє усунення виявлених дефектів.

В першому розділі проаналізовано відомі методи та рішення для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

В другому розділі виконано моделювання процесу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог. Вдосконалено нейромережну модель процесу прогнозування характеристик ІТ-проекту на основі аналізу вимог, котра відрізняється від існуючих тим, що дає можливість враховувати важливість кожного показника, взаємний вплив показників в межах кожної характеристики ІТ-проекту, а також оцінити сумарний вплив показників вимог на характеристики ІТ-проекту.

В третьому розділі розроблено метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог. Вдосконалений нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації ІТ-проекту, який відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність реалізації ІТ-проектів на основі лише вимог та порівнювати проекти комплексно – за прогнозованими значеннями основних характеристик та значеннями ступеня успішності реалізації проекту.

В четвертому розділі спроектовано та реалізовано інтелектуальну систему прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

Результати, отримані з програми про рівень успішності наукових ІТ-проектів, надають можливість користувачеві, отримавши порівняння наукових проектів обгрунтовано зробити вибір імовірно найбільш перспективного та успішного наукового ІТ-проекту.

Основними напрямками подальших досліджень авторів є: розробка та реалізація штучної нейронної мережі, яка буде прогнозувати характеристики ІТ-

проекту на основі аналізу вимог. Досліджувати та розробляти інтелектуального агента на основі онтології для семантичного аналізу (синтаксичного аналізу)

Дослідження, представлені у кваліфікаційній роботі, проводились в рамках держбюджетної НДР Хмельницького національного університету № 1Б-2019 «Агентно-орієнтована система підвищення безпеки та якості програмного забезпечення комп'ютерних систем» (номер державної реєстрації 0119U100662).

За темою дипломної роботи опубліковано дві статті [1, 2], одна з яких [1] індексована в наукометричній базі Scopus.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ye. Hnatchuk, O. Pavlova, K. Havrylyuk. Method of Forecasting the Characteristics and Evaluating the Implementation Success of Scientific IT Projects Based on Requirements Analysis. CEUR-WS. 2021. Vol. 2853. Pp. 248-258
2. Говорущенко Т.О., Гаврилюк К.Ю. Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик. Computer Systems and Information Technologies. 2020. №1. С.90-94. // <http://csitjournal.khmnu.edu.ua/index.php/csit/article/view/17>
3. Shane H. Standish Group 2015 Chaos Report – Q&A with Jennifer Lynch [Electronic resource] <http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>
4. Hastie Shane, Wojewoda Stéphane. Standish Group 2015 Chaos Report – Q&A with Jennifer Lynch. Web-site. URL: <http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015> (Last accessed: July 1, 2020).
5. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models. [Introduced 01.03.2011]. – Geneva (Switzerland), 2011. – 34 p. (International standard).
6. ISO/IEC 25030:2019. Systems and software engineering. Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE). Quality requirements framework [Introduced 01.09.2019]. – Geneva (Switzerland), 2019. – 46 p. (International standard).
7. ISO/IEC TR 19759:2015. Software Engineering. Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK). [Introduced 01.10.2015]. – Geneva (Switzerland), 2015. – 336 p. (International standard).
8. McConnell S. Code complete. – Redmond: Microsoft Press, 2013. – 896 p.
9. Jones C., Bonsignour O. The economics of software quality. – Boston: Pearson Education, 2012. – 588 p.

10. Hovorushchenko T., Krsiy A. Method of Evaluating the Success of Software Project Implementation Based on Analysis of Specification Using Neuronet Information Technologies. – CEUR-WS. – 2015. – Vol. 1356. – Pp. 100-107.
11. Shamieh C. Systems Engineering for Dummies. – Wiley Publishing, 2014. – 76 p.
12. Krsiy A., Hovorushchenko T. Information Technology of Predicting the Characteristics and Evaluating the Success of Software Projects Implementation. – CEUR-WS. – 2016. – Vol.1614. – Pp.87-102.
13. Maedche A., Botzenhardt A., Neer L. Software for people: fundamentals, trends and best practices (Management for professionals). –Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. – 293 p.
14. Futrell R. T., Shafer D. F., Shafer L. I. Quality software project management. New York, Prentice Hall PTR, 2003, 1136 p.
15. Pomorova O., Hovorushchenko T. Intelligent assessment and prediction of software characteristics at the design stage, American journal of software engineering and applications (AJSEA), 2013, Vol. 2, pp. 25–31.
16. CHAOS Manifesto : think big, act small, 2013 [Electronic resource]. Access mode: <http://www.versionone.com/assets/img/files/CHAOSManifesto2013.pdf>
17. IEEE 830-1998. Recommended practice for software requirements specifications. New York, IEEE, 1998, 31 p.
18. Hovorushchenko T. O., Krsiy A. V. Matematichne modeluvannya spetsifikacii vimog ta kharakteristik programnogo zabezpechennya, Radioelektronni i komputerni sistemi, 2014, No. 5, pp. 34–39.
19. Hovorushchenko T. O. Krsiy A. V. Vznachennya kharakteristik ta vibir modeli jittievogo tsiklu programnogo zabezpechennya na osnovi analizu spetsifikatsiy, Visnik Khmel'nitskogo natsionalnogo universitetu, 2013, No. 6, pp. 201–208.
20. Maedche A. Botzenhardt A., Neer L. Software for people: fundamentals, trends and best practices (Management for professionals). Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, 293 p.

21. Jones C., Bonsignour O. The economics of software quality. Boston, Pearson Education, 2012, 588 p.
22. Wiegers K., Beatty J. Software requirements: 3-rd edition. Washington, MS Press, 2013, 640 p.
23. Wiegers K. More about software requirements: Thorny issues and practical advice. Washington, MS Press, 2006, 203 p.
24. Chen A., Beatty J. Visual models for software requirements. Washington, MS Press, 2012, 444 p.
25. Open Source Requirements Management Tool [Electronic resource]. Access mode: <http://sourceforge.net/projects/osrmt/>
26. Callan R. The essence of neural networks. London, Prentice Hall Europe, 2003, 288 p.
27. Krasiy A. V. Modeluvannya protsesu prognozuvannya kharakteristik programnogo zabezpechennya na osnovi analizu spetsifikatsiy, Komputerno-integrovani tekhnologii: osvita, nauka, virobnictvo, 2014, No. 2, pp. 66–76.
- Boehm B. Software Engineering Economics- NJ: Prentice Hall, 1981. - 392 p.
28. Hastie S., Wojewoda S. Standish Group 2015 Chaos Report – Q&A with Jennifer Lynch. URL: <http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>
29. McConnell S. Code complete. Redmond, 2013. 896 p.
30. Levenson N. G. Engineering a safer world: systems thinking applied to safety. Cambridge, 2012. 560 p.
31. Cruickshank K. J. A validation metrics framework for safety-critical software-intensive systems. Monterey, 2009. 144 p.
32. Hovorushchenko T., Pomorova O. Information technology of evaluating the sufficiency of information on quality in the software requirements specifications // CEUR-WS. 2018. Vol. 2104. P. 555–570. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_228.pdf
33. ISO/IEC 25010:2011. Systems and Software Engineering. Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE).

34. System and Software Quality Models. Geneva, 2011. 34 p.
35. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications // Knowledge Acquisition. 1993. Vol. 5, Issue 2. P. 199–220. doi: <https://doi.org/10.1006/knac.1993.1008>
36. Burov E. Complex ontology management using task models // International Journal of Knowledge-Based and Intelligent Engineering Systems. 2014. Vol. 18, Issue 2. P. 111–120. doi: <https://doi.org/10.3233/KES-140291>
37. Burov E., Pasitchnyk V., Gritsyk V. Modeling software testing processes with task ontologies // British Journal of Education and Science. 2014. Vol. 2, Issue 6. P. 256–263.
38. Assawamekin N., Sunetnanta T., Pluempitiwiriawej C. Ontology-based multiperspective requirements traceability framework Knowledge and Information Systems. 2009. Vol. 25, Issue 3. P. 493–522. doi: <https://doi.org/10.1007/s10115-009-0259-2>
39. Ontology and Model Alignment as a Means for Requirements Validation / Kof L., Gacitua R., Rouncefield M., Sawyer P. 010 IEEE Fourth International Conference on Semantic Computing. 2010. doi: <https://doi.org/10.1109/icsc.2010.95>
40. An ontological approach to model software quality assurance knowledge domain / Bajnaid N. O., Benlamri R., Pakstas A., Salekzamankhani Sh. Lecture Notes on Software Engineering. 2016. Vol. 4, Issue 3. P. 193–198.
41. CHAOS Summary 2009. The 10 laws of CHAOS, 2009. URL: <https://www.classes.cs.uchicago.edu/archive/2014/fall/51210~1/required.reading/Standish.GroupChaos.2009.pdf>.
42. The Standish Group International: CHAOS Manifesto – Think big, act small. Technical report, CHAOS Knowledge Center, 2013. URL: <http://www.versionone.com/assets/img/files/CHAOSManifesto2013.pdf>.
43. H. Shane, W. Stéphane, Standish Group 2015 Chaos Report – Q&A with Jennifer Lynch, 2015. Web-site. URL: <http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>.

44. The Standish Group Report CHAOS, 2014. URL: <https://www.projectsmart.co.uk/whitepapers/chaos-report.pdf>.
45. PMI's Pulse of the Profession 9-th Global Project Management Survey, 2017. URL: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulseof-the-profession-2017.pdf>.
46. J. Leonard, CSCE 606: Introduction, 2019. URL: <https://slideplayer.com/slide/15545897/>.
47. A. Mersino, Agile Project Success Rates are 2X Higher than Traditional Projects, 2019. URL: <https://vitalitychicago.com/blog/agile-projects-are-more-successful-traditional-projects/>.
48. 4-Step project plan for 2020, 2020. URL: <http://projexs.io/project-plan-made-easy/>.
49. A Look at 25 Years of Software Projects. What Can We Learn?, 2017. URL: <https://speedandfunction.com/look-25-years-software-projects-can-learn/>
50. T. Hovorushchenko, O. Pavlova, M. Bodnar, Development of an intelligent agent for analysis of nonfunctional characteristics in specifications of software requirements. Eastern-EuropeanJournal of Enterprise Technologies 1 2 (2019) 6-17. doi: 10.15587/1729-4061.2019.154074.
51. T. Hovorushchenko, O. Pavlova, Evaluating the software requirements specifications using ontology-based intelligent agent, in: Proceedings of 2018 IEEE International Scientific and Technical Conference "Computer Science and Information Technologies", CSIT'2018, Lviv, 2018, vol.1, pp.215-218. doi: 10.1109/STC-CSIT.2018.8526730.
52. S. McConnell, Code complete, Microsoft Press, Redmond, 2013.
53. C. Jones, O. Bonsignour, The economics of software quality, Pearson Education, Boston, 2012.
54. T. Hovorushchenko, A. Krasiy, Method of evaluating the success of software project implementation based on analysis of specification using neuronet information technologies.CEUR-WS 1356 (2015) 100–107.

55. A. Krasiy, T. Hovorushchenko, Information technology of predicting the characteristics and evaluating the success of software projects implementation. CEUR-WS 1614 (2016) p. 87-102
56. Sh. Sarif, S. Ramly, R. Yusof, N. Fadzillah, N. Sulaiman, Investigation of success and failure factors in IT project management. *Advances in Intelligent Systems and Computing* 739 (2018) 671-682. doi: 10.1007/978-981-10-8612-0_70.
57. O. Pomorova, T. Hovorushchenko, The way to detection of software emergent properties, in: *Proceedings of the 2015 IEEE 8-th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS'2015, Warsaw, 2015, vol. 2, p. 779-784. doi: 10.1109/IDAACS.2015.7341409.*
58. T. Hovorushchenko, O. Pomorova, Evaluation of mutual influences of software quality characteristics based ISO 25010:2011, in: *Proceedings of 2016 International Scientific and Technical Conference "Computer Science and Information Technologies", CSIT'2016, Lviv, 2016, pp. 80-83. doi: 10.1109/STC-CSIT.2016.7589874.*
59. T. Hovorushchenko, A. Herts, Ye. Hnatchuk, Concept of intelligent decision support system in the legal regulation of the surrogate motherhood. CEUR-WS 2488 (2019) 57-68.
60. O. Drozd, I. Perebeinos, O. Martynyuk, K. Zashcholkin, O. Ivanova, M. Drozd, Hidden fault analysis of FPGA projects for critical applications, in: *Proceedings of 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET-2020, Lviv-Slavsko, 2020, P 142. doi:10.1109/TCSET49122.2020.235591.*
61. O. Drozd, K. Zashcholkin, O. Martynyuk, O. Ivanova, J. Drozd, Development of checkability in FPGA components of safety-related systems. CEUR-WS 2762 (2020) 30-42.
62. J. Drozd, A. Drozd, M. Al-dhabi, A resource approach to on-line testing of computing circuits, in: *Proceedings of 2015 IEEE East-West Design & Test Symposium, EWDTS-2015, Batumi, 2015, pp. 276-281. doi: 10.1109/EWDTS.2015.7493122.*

63. A. Drozd, M. Lobachev, W. Hassonah, Hardware check of arithmetic devices with abridged execution of operations, in: Proceedings of European Design and Test Conference, Paris, 1996, p. 611. doi: 10.1109/EDTC.1996.494375.
64. A. Melnyk, Computer memory with parallel conflict-free sorting network-based ordered data access. Recent Patents on Computer Science 8 1 (2015) 67–77.
65. N. Fenton, Software metrics: A rigorous approach, CRC Press, Boca Raton, 2014.
66. O. Pomorova, T. Hovorushchenko, Research of artificial neural network's component of software quality evaluation and prediction method, in: Proceedings of the 2011 IEEE 6-th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS'2011, Prague, 2011, vol. 2, pp. 959-962. doi:10.1109/IDAACS.2011.6072916
67. O. Pomorova, T. Hovorushchenko, Artificial neural network for software quality evaluation based on the metric analysis, in: Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium, EWDTS'2013, Kharkiv, 2013, pp.200-203. doi: 10.1109/EWDTS.2013.6673193
68. A. Barmak, Iu. Krak, E. Manziuk, V. Kasianiuk, Information technology of separating hyperplanes synthesis for linear classifiers. Journal of Automation and Information Sciences 51 5 (2019) 54–64. doi: 10.1615/JAutomatInfScien.v51.i5.50.
69. Iu. Krak, O. Barmak, S. Romanyshyn, The method of generalized grammar structures for text to gestures computer-aided translation. Cybernetics and Systems Analysis 50 (2014) 116–123. doi:10.1007/s10559-014-9598-4.
70. A. Chen, J. Beatty, Visual models for software requirements, MS Press, Washington, 2012.
71. A. Fatwanto, Software requirements specification analysis using natural language processing technique, in: Proceedings of International Conference on Quality in Research, Yogyakarta, 2013, pp.105-110. doi: 10.1109/QiR.2013.6632546.
72. T. Rehman, M. Khan, N. Riaz, Analysis of requirement engineering processes, tools/techniques and methodologies. International Journal of Information Technology and Computer Science 5 3 (2013) 40-48. doi: 10.5815/ijitcs.2013.03.05.

73. Best Requirements Management Tools in 2019, 2019, URL: <https://www.guru99.com/requirement-management-tools.html>.
74. K. Verma, A. Kass, Requirements analysis tool: a tool for automatically analyzing software requirements documents. Lecture Notes in Computer Science 5318 (2008) 751-763. doi: 10.1007/978-3-540-88564-1_48.
75. ISO/IEC/IEEE 29148:2011. Systems and Software Engineering. Life Cycle Processes. Requirements Engineering. Geneva, 2011. 28 p.
76. V. Jones, J. Murray, Evaluation of current requirements analysis tools capabilities for IV&V in the requirements analysis phase, 2017, URL: <https://www.slideserve.com/shlomo/evaluation-ofcurrent-requirements-analysis-tools-capabilities-for-ivv-in-the-requirements-analysis-phase>.
77. D. Raffo, R. Ferguson, Evaluating the Impact of The QuARS Requirements Analysis Tool Using Simulation, 2018, URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/7e7d/4e6f5ab13d00ca57c87711e30cd080730f34.pdf>
78. I. Izonin, R. Tkachenko, V. Verhun, K. Zub, An approach towards missing data management using improved GRNN-SGTM ensemble method. Engineering Science and Technology, 2020,
79. A. Maedche, A. Botzenhardt, L. Neer, Software for people: fundamentals, trends and best practices (Management for professionals), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, 2012.
80. C. Shamieh, Systems engineering for dummies, Wiley Publishing, Hoboken, 2014.

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

ЛІСТИНГ КОДУ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

```

Import warnings
Warnings.filterwarnings(«ignore», category = FutureWarning)
Import os
Import keras
Import h5py
Import librosa
Import itertools
Import numpy as np
Import matplotlib.pyplot as plt
From collections import OrderedDict
From keras.utils import to_categorical
From sklearn.model_selection import train_test_split
From sklearn.metrics
import confusion_matrixFrom keras.models import Sequential
From keras.layers import Dense
From keras.layers import Activation
From keras.layers import Flatten
From keras.layers import Input
From keras.layers import Dropout
From keras.models import Model
From keras.applications.vgg16 import VGG16
From tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping
Def splitsongs(X, y, window = 0.1, overlap = 0.5):
    # Empty lists to hold our results
    Temp_X = []
    Temp_y = []
    # Get the input song array size
    Xshape = X.shape[0] Chunk = int(xshape*window)
    Offset = int(chunk*(1.-overlap))
    # Split the song and create new ones on windows
    Spsong = [X[i:i+chunk] for i in range
(0, xshape - chunk + offset, offset)]
    For s in spsong:
        Temp_X.append(s)
        Temp_y.append(y)

```

```

    Return np.array(temp_X), np.array(temp_y)
    Def to_melspectrogram(songs, n_fft = 1024, hop_length = 512):
        # Transformation function
        Melspec = lambda x: librosa.feature.melspectrogram(x, n_fft
= n_fft,
        Hop_length = hop_length)[:,:,:np.newaxis]
        # map transformation of input songs to melspectrogram using
log-scale Tsongs = map(melspec, songs)
        Return np.array(list(tsongs))
    classdef Toto < handle
        properties
            RatingDepart
            TauxRecouv
            Weight
            FluxScenario
        end
        methods
            function obj = CollectionTaux2()
            end
            function corrigerFluxScenario(obj, Survie, CoefRedGov,
CoefRedCredit)
                nbScenario = size(obj.FluxScenario, 3);
                for i = 1 : nbScenario
                    for j = 1 : numel(obj.Weight)
                        obj.FluxScenario(i, j, :) = repmat(obj.Weight(j), 1,
nbScenario) .* ...
                        reshape(obj.FluxScenario(i, j, :), 1, nbScenario)
                        .* ...
                        (CoefRedGov' .* obj.TauxRecouv(j) + ...
                        CoefRedCredit(:, obj.RatingDepart(j))' .* ...
                        Survie(i, :, obj.RatingDepart(j)) .* (1 -
obj.TauxRecouv(j)));
                    end
                end
            end
        end
    end
    format compact
    % This code has some basics mathematical functions
    % in MATLAB
    % Absolute Value
    fprintf('abs(-7) = %d\n', abs(-7))

```

```

% Floor
fprintf('floor(3.23) = %d\n', floor(3.23))16
% Ceiling
fprintf('ceil(3.23) = %d\n', ceil(3.23))
% Rounding
fprintf('round(3.23) = %d\n', round(3.23))
% Exponential (e^x)
fprintf('exp(1) = %f\n', exp(1))
% Logarithms
fprintf('log(100) = %f\n', log(100))
fprintf('log10(100) = %f\n', log10(100))
fprintf('log2(100) = %f\n', log2(100))
% Square root
fprintf('sqrt(144) = %f\n', sqrt(144))
% Convert from degrees to radians
fprintf('90 Deg to Radians = %f\n', deg2rad(90))
% Convert from radians to degrees
fprintf('pi/2 Radians to Degrees = %f\n', rad2deg(pi/2))
%%% Trigonometric functions%%%
% Sine of argument in radians
fprintf('Sine of pi/2 = %f\n', sin(pi/2))
% Cosine of argument in radians
fprintf('Cosine of pi/2 = %f\n', cos(pi/2))
% Tangent of argument in radians
fprintf('Tangent of -pi/4 = %f\n', tan
Format compact% Initialize a matrix
Matrix_1 = [4 6 2; 6 3 2]
% Get the number of values in a row
Num_in_a_row = length(matrix_1)
% Get the total number of values in a matrix
Num_of_vals = numel(matrix_1)
% Size of matrix (num rows num cols)
Matrix_size = size(matrix_1)
[num_of_rows, num_of_cols] = size(matrix_1)
% Generate a random matrix with values between 20 and 30
% Matrix has two rows.
Matrix_2 = randi([20,30],2)
% Modify a value inside a matrix (row 1, column 2)
% Remember matrices start at 1
Matrix_2(1, 2) = 33
% Modify all row values in the first row
Matrix_2(1,😊 = 26

```

```

    % Modify all column values in the first column
    Matrix_2(:,1) = 95
    % Get the first value in the last row
    First_val_last_row = matrix_2(end, 1)% Get the second value
in the last column
    Second_val_last_col = matrix_2(2, end)
    % Delete the second column
    Matrix_2(:,2) = [];
    format compact
    % Loop from 1 through 5
    for i = 1:5
        disp(i) % Display
    end
    % Add a space
    disp(' ')
    % Decrement from 5 to 0 in steps of 1
    for i = 5:-1:0
        disp(i)
    end
    % Add a space
    disp(' ')
    % Loop from 1 through 3
    for i = [1 2 3]
        disp(i)
    end
    % Add a space
    disp(' ')
    % Create a matrix
    matrix_1 = [1 4 5; 6 2 7];% Nested for loop to run through
all values in a matrix
    for row = 1:2
        for col = 1:3
            disp(matrix_1(row, col))
        end
    end
    % Go through an entire vector
    vector_1 = [2 8 3 5]
    for i = 1:length(vector_1)
        disp(vector_1(i))
    end

```


ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

ТЕЗИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Нижче наведенна наукова стаття «Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик» опублікована у науковому журналі Комп'ютерні системи та інформаційні технології. – 2020. – № 1. – С. 90-94.

International scientific journal «Computer systems and information technologies»

УДК 004.9: 004.05
DOI: 10.31891/CSIT-2020-1-12ГОВОРУЩЕНКО Т. О., ГАВРИЛЮК К. Ю.
Хмельницький національний університетМЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ
НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК

У статті набув подальшого розвитку метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів. Вихідними даними для розробленого методу прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик є множина показників вимог, а результатом роботи методу є висновок щодо категорії успішності впровадження проекту, що дає можливість виконувати обґрунтований вибір проекту для його подальшої реалізації. Розроблений метод відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність впровадження проектів, порівнювати проекти комплексно за основними характеристиками та прогнозувати значенням ступеня успішності впровадження проектів (а не тільки за вартістю та тривалістю, як відбувається зараз) та виконувати обґрунтований вибір наукового ІТ-проекту розробником та замовником для подальшої реалізації.

Ключові слова: науковий ІТ-проект, характеристики проекту, метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів, інтегративний показник проекту, ступінь успішності впровадження проекту, категорія успішності проекту.

HOVORUSHCHENKO T., HAVRYLYUK K.
Khmelnitskyi National UniversityMETHOD OF PREDICTING THE SUCCESS OF THE IMPLEMENTATION
OF SCIENTIFIC IT-PROJECTS BASED ON THE ANALYSIS OF THEIR CHARACTERISTICS

The paper further developed the method of predicting the success of the implementation of scientific IT projects based on the analysis of their characteristics.

The paper argues for the need to deepen the analysis of requirements, the dependence of the success of the scientific IT project on the requirements, the relevance and importance of the ability to assess the possible success of the project based on requirements, and the need to support the developer and the customer, which now are guided in making such a choice only by the cost and duration of the project, as well as their own intuition.

The developed method consists of: neural network prediction of project characteristics based on requirements analysis; interpretation of the obtained relative values of the project characteristics on the basis of the integrative project indicator; assessing the degree of success of project implementation on the basis of an integrative project indicator; predicting the category of success of scientific IT project (successful, challenged, failed) based on the degree of success of the project implementation.

The input data for the developed method of predicting the success of the implementation of scientific IT projects based on the analysis of their characteristics is a set of indicators form the requirements, and the result of the method is a conclusion on the category of success of project implementation, which allows making an informed choice of the project for further implementation. The developed method differs from the known ones in that it allows to predict the success of project implementation, to compare projects comprehensively according to the main characteristics and the predicted success of project implementation (and not only by cost and duration, as it happens now) and to make a reasonable choice of project for further implementation.

Keywords: scientific IT project, project characteristics, method of predicting the success of the implementation of scientific IT projects, integrative project indicator, the degree of success of the project implementation, the category of project success.

Вступ. Як показує статистика [1], частка проблемних наукових ІТ-проектів (з перевитратами часу або коштів або з недостатнім функціоналом [1]) складає порядку половини всіх проектів. Частка провальних проектів (які скасовуються до завершення і ніколи не використовуються [1]) складає порядку 1/5 всіх проектів. Отже, успішними проектами, на які можна покладатись і на які варто витрачати кошти, є лише 1/3 всіх проектів. Наведені статистичні дані [1] фактично відображають досить високу частку неадекватних проектів – від 84 % у 1994 році до 70 % у 2015 році, оскільки не тільки провальні, але й проблемні проекти не можуть вважатись якісними з точки зору стандартного трактування поняття якості (як здатність задовольнити заявлені та передбачувані потреби замовника [2–4]).

Серед причин можливих невдач проектів називають [5]: 1) нечіткі й неповне формування та формулювання вимог; 2) недостатнє залучення користувачів до роботи над проектом; 3) відсутність необхідних ресурсів; 4) незадовільне планування; 5) часту зміну вимог і специфікацій; 6) новизну технології, використовуваної для організації; 7) відсутність грамотного керування проектом; 8) недостатню підтримку з боку вищого керівництва; 9) невірне розуміння або недостатній аналіз проекту.

Значна кількість помилок вноситься у проект на початкових етапах життєвого циклу. Проекти, вимоги до яких містять недостатню, неточну, неповну та суперечливу інформацію, не можуть мати успішної реалізації [5]. Аналіз великої кількості проектів, проведений у [6], підтвердив той факт, що головне місце виникнення помилок та проблем – це етап формування та формулювання вимог, тобто фактично вже в кінці етапу формування вимог можна виявити та усунути лівову частку всіх помилок та проблем. Є кілька причин, які роблять етап формування та формулювання вимог основним «постачальником» помилок: 1) відсутність специфікації; 2) неповнота або суперечливість інформації специфікації; 3) часті зміни специфікації; 4) шільність графіку розроблення.

Крім цього, чим раніше буде виявлено дефект (помилку, порушення, недолік, несправність), тим дешевше обійдеться його виправлення. Дефекти вимог бажано виявляти та усувати до того, як вони почнуть

впливати на більш пізні етапи розроблення. Ранні етапи життєвого циклу впливають на якість проекту більше, ніж пізні, тому час, витрачений на контроль якості на ранніх етапах, забезпечує можливість знизити рівень дефектів, скоротити терміни розроблення та знизити витрати на більш пізніх етапах [7].

Як показано на рис. 1, витрати на виправлення дефектів, виявлених після випуску продукту, майже в 100 разів перевищують витрати на виправлення, якщо недоліки були виявлені в процесі формування та формулювання вимог [8].

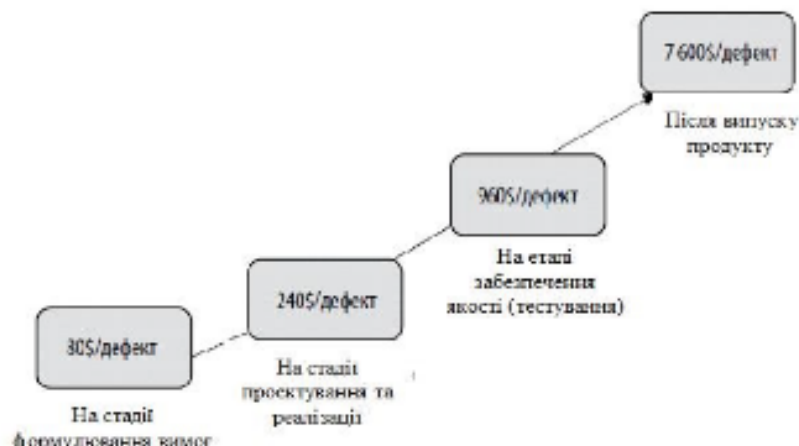


Рис. 1. Зростання вартості виправлення дефектів в процесі розроблення [8]

Якщо розглянути альтернативні варіанти дизайну та провести аналіз впливу ще до створення системи як такої, це дасть суттєву економію коштів на корекцію помилок (рис. 2). І якщо на дослідження витрат зазвичай витрачаються години, а то й дні, то в даному випадку рахунок ітиме на хвилини [8].

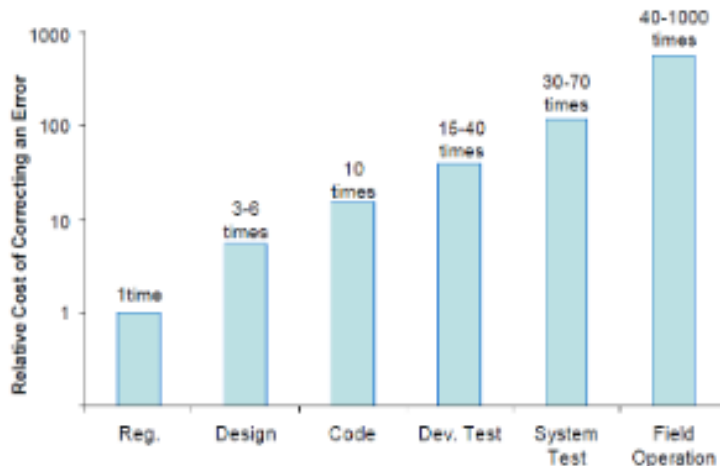


Рис. 2. Витрати часу на корекцію помилок протягом життєвого циклу проекту [8]

Тому для забезпечення необхідної функціональності та якості необхідно здійснити дослідження вимог. Метою такого дослідження є зміня оцінити можливу успішність реалізації проекту на основі специфікації, а також підтримка розробника та замовника при виборі проекту з множини альтернативних проектів (наразі розробник та замовник керуються при здійсненні такого вибору лише вартістю та тривалістю проекту, а також власною інтуїцією).

Враховуючи викладене, *метою дослідження* є прогнозування успішності впровадження наукових IT-проектів на основі аналізу їх характеристик.

Метод прогнозування успішності впровадження наукових IT-проектів на основі аналізу їх характеристик

Під *успішністю впровадження наукового IT-проекту* надалі будемо розуміти вчасне завершення проекту в рамках виділеного бюджету та з реалізацією всіх необхідних можливостей та функцій.

В [7, 9] автори розглядали задачу прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації програмного проекту на основі аналізу специфікації вимог до програмного забезпечення. Успішність реалізації програмного проекту на етапі проектування автори [7, 9] ймовірно оцінювали на основі

прогнозованих значень основних характеристик програмного проекту [10] – тривалості проекту, вартості, складності, кросплат-формності, зручності використання, якості. Застосуємо описаний підхід для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик. Успішність впровадження наукових ІТ-проектів будемо ймовірно оцінювати на основі наступних 4-х характеристик – тривалості проекту, вартості, складності, якості.

Вдосконалимо розроблений у [7, 9] нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації програмного проекту на основі аналізу специфікацій вимог – для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик. Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик складається з наступних етапів:

- 1) нейромережне прогнозування характеристик проекту на основі аналізу вимог;
- 2) інтерпретація отриманих відносних значень характеристик проекту на основі інтегративного показника проекту;
- 3) оцінювання ступеня успішності впровадження проекту на основі інтегративного показника проекту;
- 4) прогнозування категорії наукового ІТ-проекту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проекту.

Першим етапом методу є прогнозування характеристик проекту на основі аналізу вимог, що полягає в опрацюванні множини показників вимог та у визначенні відносних значень основних характеристик проекту: C_s – вартість програмного проекту, D_{sp} – тривалість, C_x – складність, Q_s – якість. Наразі відсутні функції (формули, залежності), за якими можна обчислити значення тієї чи іншої характеристики проекту на основі множини показників вимог. Відтак для опрацювання множини показників вимог, здійснення апроксимації показників та надання прогнозованих кількісних значень характеристик проекту будемо використовувати штучну нейронну мережу (ШНМ), розроблену у [7, 9]. Вхідними даними для ШНМ є 3 множини показників: множина показників 1-го розділу специфікації вимог; множина показників 2-го розділу специфікації вимог; множина показників 3-го розділу специфікації вимог. Результатом роботи ШНМ є множина прогнозованих відносних оцінок характеристик проекту $SCH = \{C_s, D_{sp}, C_x, Q_s\}$. ШНМ реалізована і навчена так, що всі значення характеристик належать інтервалу $(0;1]$, тобто $C_s \in (0;1]$, $D_{sp} \in (0;1]$, $C_x \in (0;1]$, $Q_s \in (0;1]$, де 0 – недостатньо даних для прогнозування характеристики (метод в такому випадку не працює), 0.08 – значення характеристики негативно впливає на успішність впровадження проекту (високі вартість, тривалість, складність; низька якість), 1 – значення характеристики позитивно впливає на успішність впровадження проекту (низькі вартість, тривалість, складність; висока якість).

На основі отриманих з ШНМ відносних значень основних характеристик проекту як розробнику, так і замовнику складно комплексно оцінити успішність впровадження наукового ІТ-проекту, оскільки складно коректно інтерпретувати одержані відносні значення характеристик, тому другим етапом є інтерпретація отриманих відносних значень характеристик проекту. Для інтерпретації відносних значень характеристик введемо поняття інтегративного показника проекту.

Інтегративний показник Іпр проекту – це кількісний показник успішності впровадження проекту на основі множини відносних значень прогнозованих характеристик проекту. Для визначення впливу характеристик проекту на інтегративний показник проекту та взаємозв'язків між характеристиками відсутні формули та залежності. Тому припустимо, що всі чотири зазначені характеристики мають однаковий вплив на успішність реалізації наукового ІТ-проекту, а відтак і на інтегративний показник проекту. За відсутності формул та залежностей найбільш простим та очевидним способом визначення інтегративного показника проекту є використання його графічного представлення. Для отримання графічного представлення Іпр створимо систему координат, яка має чотири вісі (для чотирьох характеристик проекту). Тоді інтегративний показник проекту – це площа фігури, сформованої прогнозованими відносними значеннями характеристик проекту. Оскільки ШНМ надає значення чотирьох характеристик (C_s , D_{sp} , C_x , Q_s), то інтегративний показник проекту – це площа чотирикутника $C_s C_x D_{sp} Q_s$, окресленого жирною лінією на рис.3. Для подальшої роботи знадобиться також максимальне значення інтегративного показника проекту: $I_{pr_{max}}$ – площа чотирикутника (ромба) $C_s C_x D_{sp} Q_s$, окресленого пунктирною лінією на рис. 3. ШНМ навчена так, що максимально можливе значення кожної характеристики – це 1.

Для знаходження інтегративного показника Іпр проекту розіб'ємо чотирикутник на чотири прямокутні трикутники – $C_s O D_{sp}$, $D_{sp} O C_x$, $C_x O Q_s$, $Q_s O C_s$ і знайдемо площу для кожного з трикутників за двома відомими катетами (значення характеристик), після чого додамо отримані площі трикутників:

$$S_{C_s O D_{sp}} = \frac{1}{2} \cdot C_s \cdot D_{sp} = 0.5 \cdot C_s \cdot D_{sp} \quad (1)$$

$$S_{D_{sp} O C_x} = \frac{1}{2} \cdot D_{sp} \cdot C_x = 0.5 \cdot D_{sp} \cdot C_x \quad (2)$$

$$S_{CsQs} = \frac{1}{2} \cdot Cx \cdot Qs = 0.5 \cdot Cx \cdot Qs \quad (3)$$

$$S_{QsCs} = \frac{1}{2} \cdot Qs \cdot Cs = 0.5 \cdot Qs \cdot Cs \quad (4)$$

$$Iip = 0.5 \cdot (Cs \cdot Dsp + Dsp \cdot Cx + Cx \cdot Qs + Qs \cdot Cs) \quad (5)$$

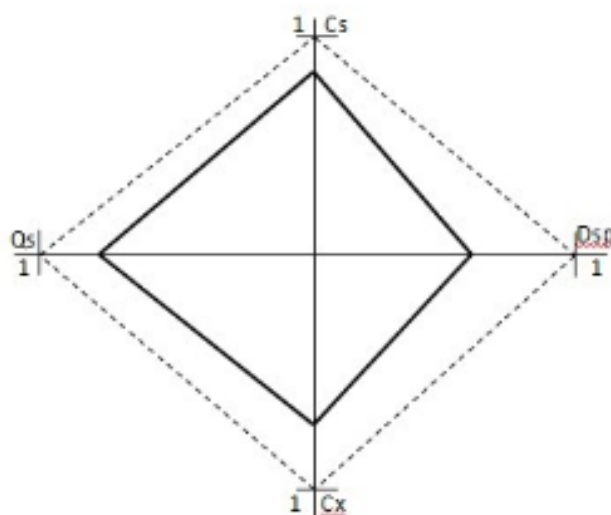


Рис. 3. Графічне представлення інтегративного показника проекту та його максимального значення

Максимальне значення інтегративного показника проекту становить згідно формули (5):

$$Iip_{max} = 0.5 \cdot (1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1) = 2 \quad (6)$$

Сам по собі інтегративний показник проекту є неінформативним для розробника та замовника через складність інтерпретації його значення, тому *третьім етапом* є оцінювання ступеня успішності впровадження наукового ІТ-проекту. Інтегративний показник проекту дає змогу визначити ступінь успішності впровадження проекту. Значення $Iip_{max} = 2$ – це найкраще значення інтегративного показника проекту, тоді ступінь P_{Iip} успішності впровадження проекту складає:

$$P_{Iip} = \frac{Iip}{Iip_{max}} = \frac{Iip}{2} = 0.5 \cdot Iip \quad (7)$$

Значення ступеня успішності впровадження проекту, близьке до 0, показує низьку успішність впровадження проекту (такий проект найімовірніше буде провальним), а значення ступеня успішності впровадження проекту, близьке до 1, показує високу успішність впровадження проекту, тобто проект з таким ступенем успішності буде успішним (оптимізаційна задача).

Сам по собі ступінь успішності впровадження проекту, який визначається згідно 3-го етапу методу, є неінформативним для розробника та замовника через складність інтерпретації та неоднозначність тлумачень його значення при прогнозуванні категорії успішності проекту. Для спрощення інтерпретації та однозначності тлумачення значення ступеня успішності впровадження проекту *четвертим етапом* методу є прогнозування категорії наукового ІТ-проекту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проекту.

Для цього визначимо порогові значення ступеня успішності впровадження проекту, за якими й приймається висновок про категорію успішності проекту.

Для встановлення таких порогових значень (для створення правил формування висновку щодо категорії успішності впровадження проекту) було проведено аналіз 20 різних наукових ІТ-проектів, для яких згідно запропонованого методу було визначено ступінь P_{Iip} успішності впровадження проекту та для яких наразі відомою є категорія успішності. На основі такого аналізу розробимо правила визначення категорії успішності проекту:

- якщо $P_{Iip} \leq 0.18$, то науковий ІТ-проект прогнозовано буде провальним;
- якщо $0.18 < P_{Iip} \leq 0.70$, то науковий ІТ-проект прогнозовано буде проблемним;
- якщо $P_{Iip} > 0.70$, то науковий ІТ-проект прогнозовано буде успішним.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
«COMPUTER SYSTEMS AND INFORMATION TECHNOLOGIES»

- якщо $P_{\text{пр}} > 0.70$, то науковий ІТ-проект прогнозовано буде успішним.

Висновки. Отже, в статті набув подальшого розвитку метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів.

Даний метод полягає у: нейромережному прогнозуванні характеристик проекту на основі аналізу вимог; інтерпретації отриманих відносних значень характеристик проекту на основі інтегративного показника проекту; оцінюванні ступеня успішності впровадження проекту на основі інтегративного показника проекту; прогнозуванні категорії наукового ІТ-проекту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проекту.

Вхідними даними для розробленого методу прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик є множина показників вимог, а результатом роботи методу є висновок щодо категорії успішності впровадження проекту, що дає можливість виконувати обґрунтований вибір проекту для його подальшої реалізації. Розроблений метод відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність впровадження проектів, порівнювати проекти комплексно за основними характеристиками та прогнозованим значенням ступеня успішності впровадження проектів (а не тільки за вартістю та тривалістю, як відбувається наразі) та виконувати обґрунтований вибір наукового ІТ-проекту розробником та замовником для подальшої реалізації.

Нижче наведена наукова стаття «Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик» опублікована у науковому журналі Комп'ютерні системи та інформаційні технології. – 2020. – № 1. – С. 90-94.

Method of Forecasting the Characteristics and Evaluating the Implementation Success of IT Projects Based on Requirements Analysis

Yelyzaveta Hnatchuk^a, Olga Pavlova^a and Krystyna Havrylyuk^a

^a Khmelnytskyi National University, Institutska str., 11, Khmelnytskyi, 29016, Ukraine

Abstract

Currently, the actual task is the analysis of the requirements for the IT project in order to forecast the characteristics and evaluate the implementation success of IT projects. The purpose of this study is forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis. The paper further developed the method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis. This method consists of: neural network-based forecasting the project characteristics based on requirements analysis; interpretation of the obtained values of project characteristics based on the success rate of the IT project; assessing the degree of IT project implementation success on the basis of the project success rate; forecasting the success category of the IT project (successful, challenged, failed) based on the degree of the project implementation success. The input data for the improved method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis are the requirements for the IT project, and the result of this method is the conclusion on the success category of an IT project, which allows to make an informed choice of the project for its further implementation. The proposed method differs from the known ones in that it allows forecasting the success of project implementation, comparing projects comprehensively according to the main characteristics and projected value of the degree of project implementation success (and not only in cost and duration, as it happens now), as well as allows to make an informed choice of IT project by the developer and the customer for further implementation.

Keywords

IT project, IT project requirements, success rate of the IT project, the degree of IT project implementation success, success category of an IT project, method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis.

1. Introduction & state-of-the-art

Analysis of statistics on the success of IT projects for 1994-2019, according to various statistical companies (including The Standish Group International (Chaos reports)) [1-10], is represented in Figure 1. Successful projects are those that were completed on time, within the budget, with the necessary capabilities and functions. Projects that were overdue, overspent or did not have the necessary capabilities and functions are considered challenged. Projects that have been canceled before completion or have been delivered but are never used are considered failed.

Lately, more projects are meeting original goals and business intent and being completed within budget. Compared to last years, fewer projects are deemed failures (Figure 2) [6].

IntelliTIS'2021: 2nd International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security, March 24-26, 2021, Khmelnytskyi, Ukraine

EMAIL: liza_veta@ukr.net (Ye. Hnatchuk); olya1607pavlova@gmail.com (O. Pavlova); gkrismob@gmail.com (K. Havrylyuk)

ORCID: 0000-0003-2989-3183 (Ye. Hnatchuk); 0000-0003-2905-0215 (O. Pavlova); 0000-0002-4457-0668 (K. Havrylyuk)



© 2021 Copyright for this paper by its authors.
Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org)

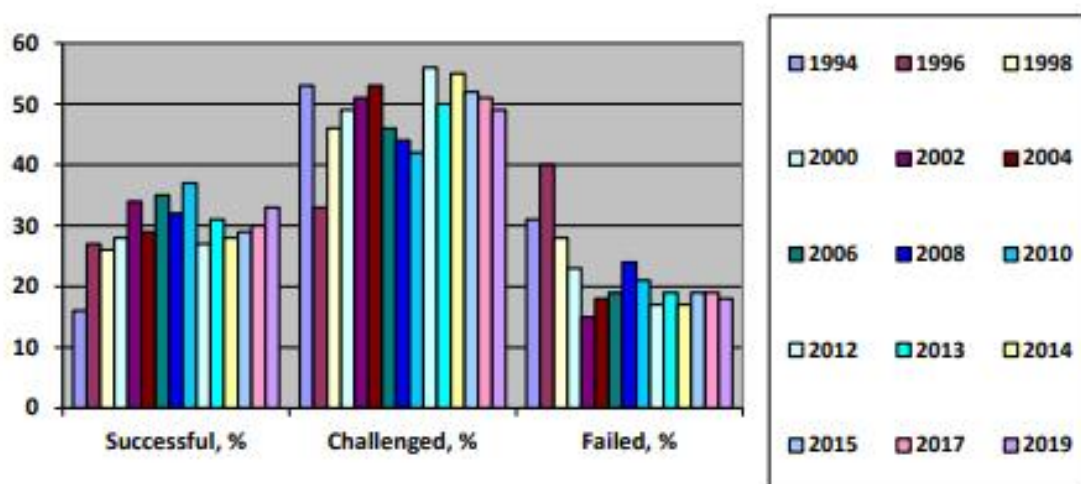


Figure 1: Statistics of success of IT projects in 1994-2019 [11, 12]

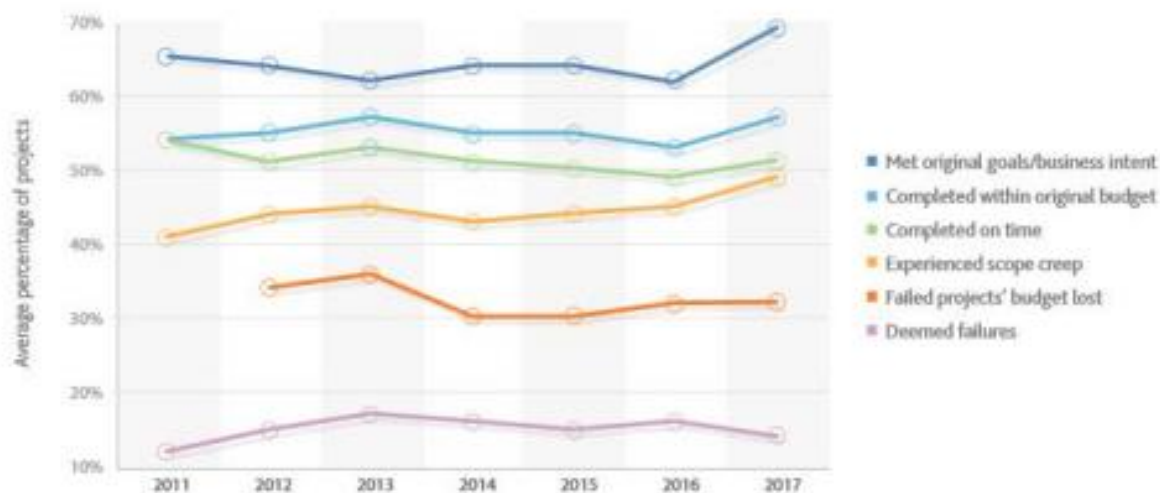


Figure 2: Project Performance Metrics [6]

Obviously, the share of challenged IT projects is about half of all projects. The share of failed projects is about 1/5 of all projects. Only 1/3 of all projects are successful projects that can be relied on and worth spending money on.

Among the reasons for possible failures of IT projects are [13]:

- Unclear and incomplete requirements
- Insufficient participation of users in the project
- Absence or insufficiency of necessary resources
- Bad planning
- Frequent changes of requirements
- Novelty of the used technology for the organization
- Absence or insufficiency of appropriate project management
- Absent or insufficient support by senior management the project and project team
- Incorrect understanding of purposes or not enough analysis of project requirements

A majority of errors are made at the initial stages of the project life cycle. IT projects whose requirements contain insufficient, inaccurate, incomplete and contradictory information cannot be successfully implemented [13]. The analysis of a large number of projects conducted in [14-16] confirmed the fact that the main place of occurrence of errors and problems is the stage of formulating requirements, i.e. in fact at the end of the stage of formulating requirements it is possible to identify and eliminate the lion's share of all errors and problems.

Statistics show that gathering inaccurate requirements is one of the software failures' causes (Figure 3) [6, 17].

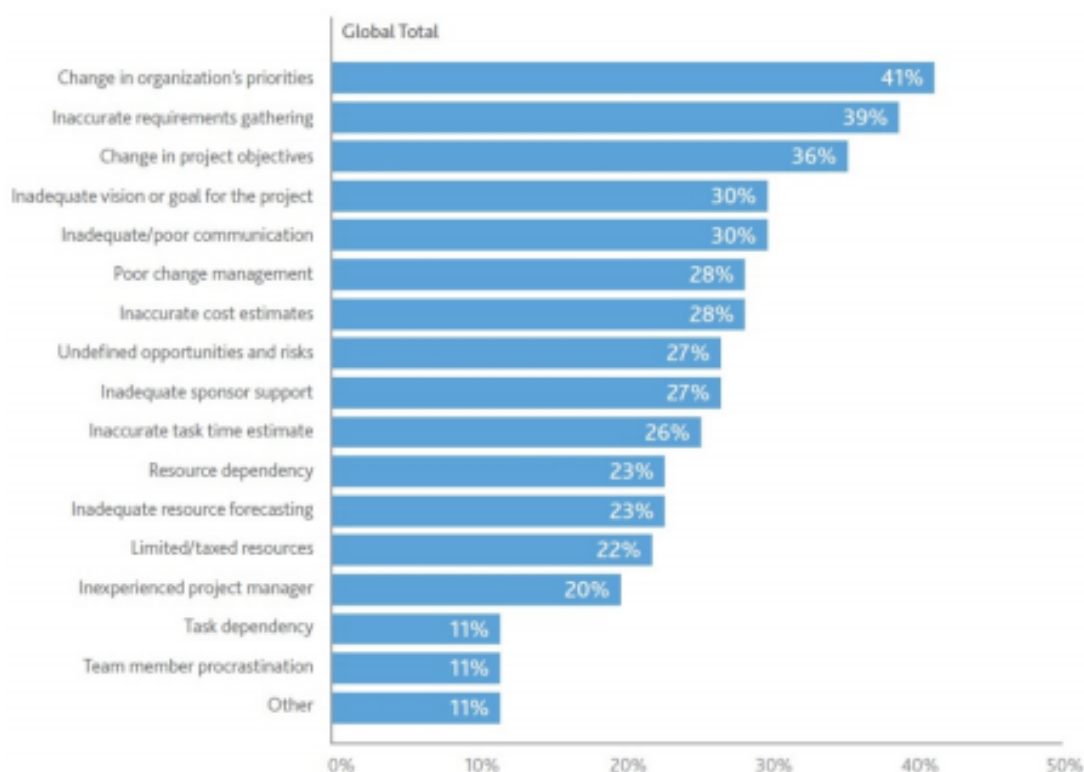


Figure 3: The primary software failures' causes [6]

It is desirable to identify and eliminate defects in the requirements before they begin to affect later stages of development. Early stages of the life cycle affect the quality of software more than later stages, so the time spent on quality control in the early stages gives the opportunity to reduce defects, to reduce development time, and to reduce costs at later stages [15, 16, 18-25].

The analysis of methods and tools of determining the characteristics of projects [26-30] showed that they focus on ready projects, rather than on existing requirements, i.e. unsuitable in the early stages of the life cycle of IT projects. The investigation of requirements analysis' methods and tools [31-37] showed that they are aimed at monitoring the requirements implementation, rather than determining the forecasted values of the IT projects' characteristics. In [38] the prediction method for probable recovery of partially missing or completely lost data based on the improvement of an ensemble of two GRNNs by the additional use of extended-input SGTM neural-like structure is proposed. Therefore, the existing requirements analysis' methods and tools are not acceptable for quantifying the characteristics of an IT project based on the analysis of requirements, for characteristics forecasting and for assessing the IT projects' success.

Consequently, with the purpose of providing the required success of the IT project, it is necessary to perform a requirements analysis. The purpose of such analysis is the opportunity of assessing the project's possible success based on the requirements analysis, as well as supporting the developer and customer in choosing a project from many alternative projects (currently the developer and customer are guided only by intuition and the project's cost and duration).

Thus, *the actual task* is the analysis of the requirements for the IT project in order to forecast the characteristics and evaluate the implementation success of IT projects, as well as support the developer and the customer in choosing an IT project from a variety of alternative IT projects. Given the above, *the purpose of this study* is forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis. Herewith, the implementation success of IT projects is the timely implementation of the IT project within the allocated budget and with the implementation of all necessary capabilities and functions.

2. Method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis

In [15, 16] the authors considered the problem of predicting the characteristics and evaluating the success of software projects' implementation based on the analysis of software requirements specification. The authors of [15, 16] probably evaluated the success of the software project at the design stage on the basis of the predicted values of the main software project characteristics [39] – project duration, cost, complexity, cross-platform, usability, quality. We apply the described approach to forecasting the success of the implementation of IT projects based on the analysis of their characteristics. The success of the implementation of IT projects will probably be evaluated on the basis of the following 4 characteristics – the duration of the IT project D_{sp} , the cost of IT project C_s , the complexity of IT project C_x , the quality of IT project Q_s .

Let's improve the developed in [15, 16] neural network method of predicting the characteristics and evaluating the success of software projects implementation based on analysis of software requirements specification for forecasting the success of the implementation of IT projects based on the analysis of their characteristics.

Method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis consists of the following stages:

1. Neural network-based forecasting the IT project's characteristics based on analysis of the requirements
2. Interpretation of the obtained values of project characteristics based on the success rate of the IT project
3. Assessing the degree of IT project's implementation success based on the project success rate
4. Forecasting the IT project's success category (successful, challenged, failed) on the basis of the degree of the project's implementation success

The concept of method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis is represented in Figure 4.

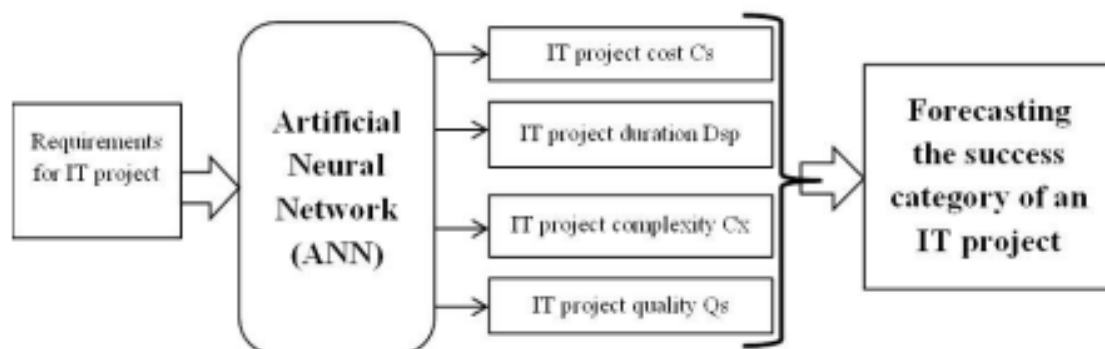


Figure 4: The concept of method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis

The first stage of the method is neural network forecasting of project characteristics based on the analysis of requirements, which consists in processing a set of requirements' indicators and in determining the values of the project's main characteristics. We will use an artificial neural network (ANN) to process a set of requirements indicators, to approximate indicators and to provide forecasted quantitative values of project characteristics. The result of the ANN will be a set of forecasted estimates of project characteristics. ANN will be implemented and trained so that all the values of the characteristics will be from the interval $[0; 1]$, where 0 – not enough data to forecast the characteristic (the method does not work in this case), 0.08 – the value of the characteristic negatively affects the project implementation's success (high cost, duration, complexity, low quality), 1 – the value of the characteristic has a positive effect on the project's success (low cost, duration, complexity, high quality).

The multilayer perceptron is the most suitable for solving the problem of requirements analysis and forecasting the characteristics of IT projects. If different type of neural network will be use to solve this problem, its nature will be artificially distorted, resulting in inconsistent results of the ANN. This approach can be summarized in the form of ANN of multi-layer-perceptron type – Figure 5.

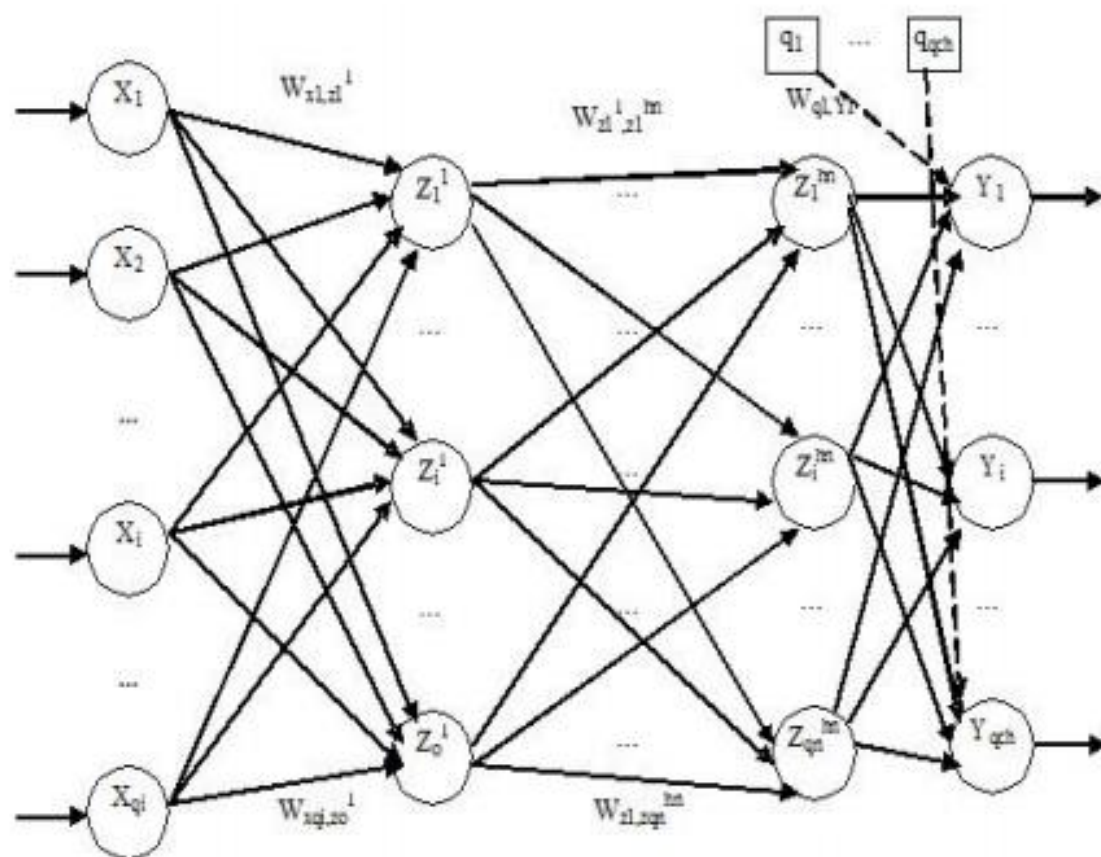


Figure 5: Generalized scheme of ANN for requirements analysis and forecasting the characteristics of IT projects

Based on the obtained values of the project's main characteristics (ANN results), both the developer and the customer find it difficult to assess the IT project implementation's success in complex, as it is difficult to correctly interpret the obtained values of characteristics, so the second stage is the interpretation of the obtained project characteristics' values based on the IT project's success rate. For interpretation of the characteristics' values, let's introduce the concept of the success rate of the IT project. The IT project's success rate is a quantitative indicator of project implementation's success based on a set of the forecasted values of the project's characteristics. Let all four of these characteristics have the same impact on the IT project's success, and hence on the IT project's success rate. Because formulas and dependencies are absent, the graphical representation is the simplest and most obvious mode for determining the success rate of an IT project. For obtaining a graphical representation of the success rate of the IT project, let's create a coordinate system that has four axes (for the four characteristics of the project). Then the success rate of the IT project is the area of the figure formed by the forecasted values of the project characteristics. Since the ANN provides four characteristics, the IT project's success rate is the area of the quadrilateral outlined in the bold line in Figure 6. For further work, we will also need the maximum (best, standard) value of the IT project's success rate – the area of the quadrilateral (rhombus) outlined in the dotted line in Figure 6.

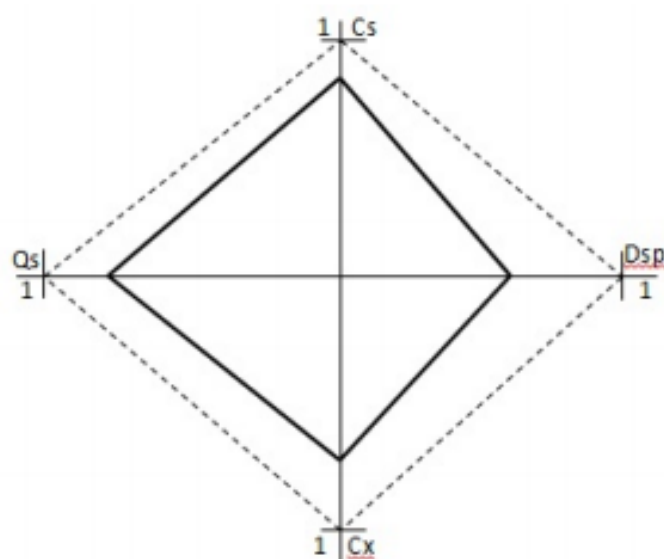


Figure 6: Graphical representation of the IT project's success rate

For finding the success rate of an IT project (ISP), let's divide the quadrilateral into four right triangles and find the area for each of the triangles by two known legs (characteristics' values), then add the resulting areas of the triangles:

$$S^{CsODsp} = \frac{1}{2} * Cs * Dsp, \quad (1)$$

$$S^{DspOCx} = \frac{1}{2} * Dsp * Cx, \quad (2)$$

$$S^{CxOQs} = \frac{1}{2} * Cx * Qs, \quad (3)$$

$$S^{QsOCs} = \frac{1}{2} * Qs * Cs, \quad (4)$$

$$ISP = \frac{1}{2} * (Cs * Dsp + Dsp * Cx + Cx * Qs + Qs * Cs). \quad (5)$$

According to formula (5), the maximum (best, standard) value of the success rate of an IT project is:

$$ISP^{max} = \frac{1}{2} * (1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1) = 2. \quad (6)$$

By itself, the IT project's success rate is uninformative for the developer and the customer owing to the difficulty of its value interpreting, so the third step is assessing the IT project implementation success' degree P on the basis of the project's success rate:

$$P = \frac{ISP}{ISP^{max}} = \frac{ISP}{2}. \quad (7)$$

The value of the IT project implementation success' degree is equally close to 0 indicates a low project implementation's success (such a project will be likely failed), and the value of the IT project implementation success' degree is equally close to 1 indicates a high project implementation success, i.e. such project will be probably successful.

The IT project implementation success' degree, obtained at the 3rd stage of the proposed method, is again uninformative for the developer and the customer because of the complexity and ambiguity of interpretation of its value in predicting the project's success category. For simplifying and

unambiguous interpretation of the value of the IT project implementation success' degree, the fourth stage of the method is forecasting the IT project's success category (successful, challenged, failed) based on the IT project implementation success' degree.

To do this, we will determine the threshold values of the degree of the IT project implementation success, according to which the conclusion about the success category of the IT project is made.

For establishing such thresholds (and for creating the rules for forming a conclusion on the success category of the IT project), an analysis of 34 different IT projects implemented by IT companies in Khmelnytskyi, for which according to the proposed method the degree of IT project's implementation success was determined and for which the success category was currently known. Based on this analysis, we developed *rules for determining the success category of the IT project*:

- If $P \leq 0.18$, then the IT project is probably failed
- If $0.18 \leq P \leq 0.70$, then the IT project is probably challenged
- If $P \geq 0.70$, then the IT project is probably successful

The improved method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis provides forecasting the IT projects implementation's success, comprehensively comparing the IT projects considering the main characteristics and the forecasted value of the IT project implementation success' degree (not only by cost and duration, as is currently the case) and making the informed choice of IT project by the developer and the customer for further implementation. Of course, defects in the IT project can be introduced in the next stages – during design and realization, but this method helps to reject IT projects with unsuccessful requirements, because, as shown above, IT projects with unsuccessful requirements cannot be successful.

3. Results & Discussion

For verifying the adequacy of the improved method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis, let's assumed that the ANN processed the requirements for 5 IT projects and provided the following values (Table 1). The obtained values of each of the IT projects' success rate, the degree of each IT project implementation success, as well as each IT project's success category are represented in Table 1.

Table 1

Results of the method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis

No	ANN outputs	Success rate of an IT project ISP	Degree of IT project implementation success P	Success category of an IT project
1	[0.789;0.782;0.792;0.790]	1.242666	0.621333	Challenged
2	[0.518;0.521;0.521;0.530]	0.5459945	0.27299725	Challenged
3	[0.939;0.937;0.842;0.933]	1.665235	0.8326175	Successful
4	[0.389;0.390;0.293;0.389]	0.265639	0.1328195	Failed
5	[0.180;0.222;0.181;0.220]	0.079781	0.0398905	Failed

Thus, of the five considered projects, only project №3 is projected to be successful, projects №1 and №2 are projected to be challenged, and projects №4 and №5 are projected to be failed. Therefore, for further work, the customer, of course, is recommended to choose and finance an IT project №3, because it has good requirements and is likely to be successful.

Graphical representations of success rate of 5 considered IT projects and of the standard (maximum, best) value of such an rate are represented in Figure 7.

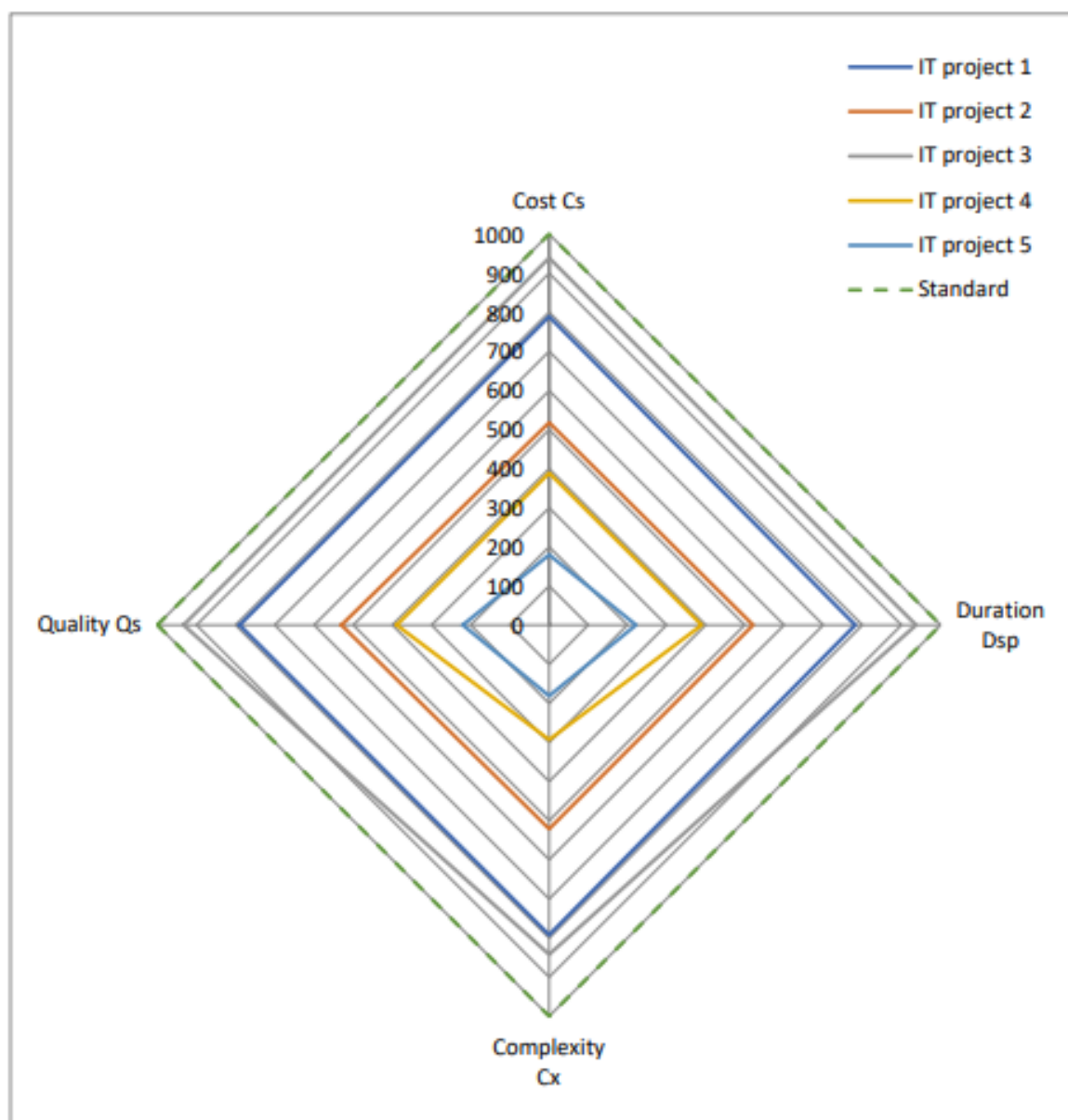


Figure 7: Graphical representations of success rate of 5 considered IT projects

As is known from [40], all iterations during the IT project are divided into two groups:

- Planned – iterations, which are caused by the first need; it is known in advance when and where they will take place; they should facilitate the selection of optimal methods and tools for design and coordination
- Unplanned – iterations, which are caused by errors and/or unforeseen problems; their time and place are unpredictable; they lead to time-consuming processing (rework); they should be minimized

The improved method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis enables minimization of the unplanned iterations number, and thus reducing the time spent on rework at later stages of the project life cycle, and significantly reducing the rework after completion of initial work – thanks to early detection of defects of requirements and early elimination of the revealed defects.

In Figure 8 a solid black line shows time and human resources for initial work and a solid red line shows the time and human resources for rework, that correspond to the current state of affairs; the dotted red line shows the time and human resources required for rework, which become possible due to the use of the method proposed by the authors.



Figure 8: Comparison of time and human resources, which are spent for rework without using and with using the proposed method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis

4. Conclusions

Currently, the actual task is the analysis of the requirements for the IT project in order to forecast the characteristics and evaluate the implementation success of IT projects. The purpose of this study is forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis.

The paper further developed the method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis.

The proposed method consists of: neural network-based forecasting the project characteristics based on requirements analysis; interpretation of the obtained values of project characteristics based on the success rate of the IT project; assessing the degree of IT project implementation success on the basis of the project success rate; forecasting the success category of the IT project (successful, challenged, failed) based on the degree of the project implementation success.

The input data for the improved method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis are the requirements for the IT project, and the result of this method is the conclusion on the success category of an IT project, which allows to make an informed choice of the project for its further implementation. The proposed method differs from the known ones in that it allows forecasting the success of project implementation, comparing projects comprehensively according to the main characteristics and projected value of the degree of project implementation success (and not only in cost and duration, as it happens now), as well as allows to make an informed choice of IT project by the developer and the customer for further implementation.

The improved method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis allows to minimize the number of unplanned iterations, and thus reduce rework time at later stages of the project life cycle, as well as significantly reduce rework after completion of initial work – due to early detection of defects of requirements and early elimination of the revealed defects.

The main directions for authors' further research are: development and realization of the artificial neural network that will forecast the IT project's characteristics based on the requirements' analysis; design and development of an ontology-based intelligent agent for semantic analysis (parsing) of project requirements, which will look for the indicators of requirements needed for ANN for forecasting the characteristics of the project based on them (this feature will provide the ability to work with requirements in modern conditions, when the requirements for the project often change – due to the speed and ease of requirements analysis; the user will be able to check the updated

requirements each time without spending a lot of time and effort); design and realization of an intelligent agent-oriented system of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis.

ДОДАТОК В
(обов'язковий)

ПРЕЗЕНТАЦІЯ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Презентація до дипломної роботи
на тему:
«Метод прогнозування успішності впровадження
наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх
характеристик»

ВИКОНАЛА: ГАВРИЛЮК К.Ю.

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК: ГОВОРУЩЕНКО Т.О.



Об'єкт дослідження – це процес прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації наукових ІТ-проектів, спрямований на аналіз вимог.

Предмет дослідження – метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації наукових ІТ-проектів.

Мета: прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик шляхом розроблення відповідного методу.

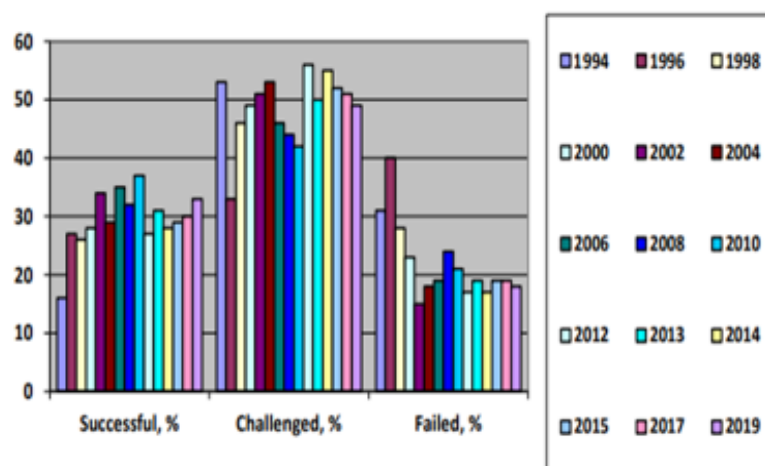
Задачі

- аналіз успішності реалізації ІТ-проектів та характеристик проектів; дослідження методів та засобів до аналізу вимог;
 - розроблення математичних моделей вимог та характеристик ІТ-проектів;
 - розроблення концептуальної моделі прогнозування характеристик ІТ-проектів та оцінювання успішності ІТ-проектів на основі аналізу вимог;
 - розроблення нейромережної моделі процесу прогнозування характеристик ІТ-проекту;
 - розроблення інтелектуального методу оцінювання успішності реалізації ІТ-проектів;
 - розроблення інтелектуальної системи прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації ІТ-проектів.
-

План

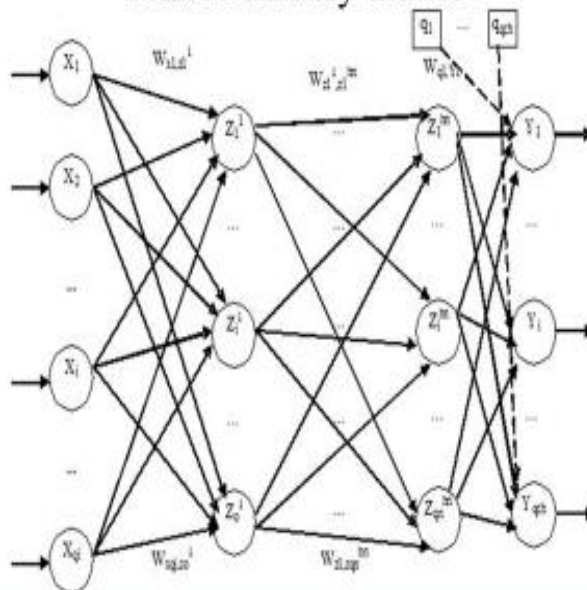
1. Прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації іт-проектів на основі аналізу вимог
2. Моделювання процесу прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації іт-проектів на основі аналізу вимог
3. Метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації іт-проектів на основі аналізу вимог
4. Інтелектуальна система прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації іт-проектів

Статистика успішності ІТ-проектів у 1994-2019 роках

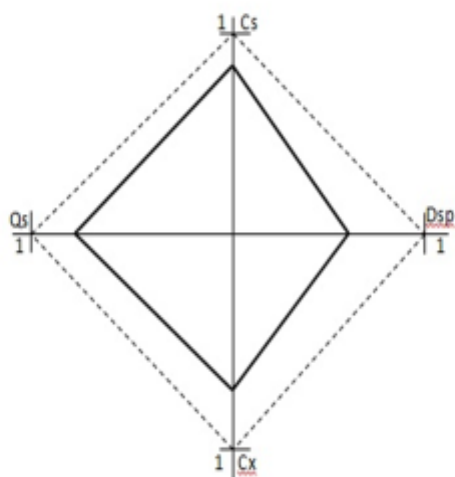




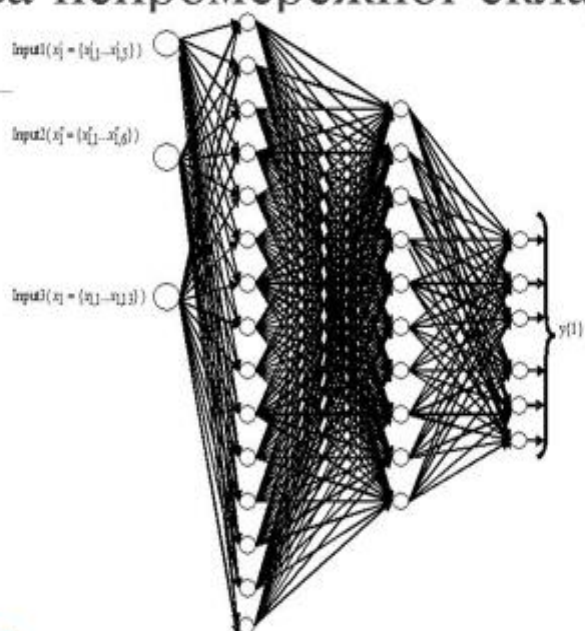
Нейромережна модель процесу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукового ІТ-проекту на основі аналізу вимог



Графічне представлення інтегративного показника проєкту та його максимального значення



Будова нейромережної складової



Отримана наукова новизна

1. Вдосконалено нейромережну модель процесу прогнозування характеристик ІТ-проєкту на основі аналізу вимог, котра відрізняється від існуючих тим, що дає можливість враховувати важливість (ваги) кожного показника, а також взаємний вплив показників в межах кожної характеристики ІТ-проєкту; вихідні функціонали ШНМ, що відповідають прогнозованим значенням характеристик проєкту, дають можливість оцінити сумарний вплив показників вимог на характеристики ІТ-проєкту і зробити висновки щодо обґрунтованого вибору ІТ-проєкту;
2. Вдосконалено нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації ІТ-проєкту, який відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність реалізації ІТ-проєктів на основі лише вимогта порівнювати проєкти комплексно – за прогнозованими значеннями основних характеристик та значеннями ступеня успішності реалізації проєкту (а не тільки за вартістю та тривалістю, як відбувається наразі)

Отримана практична цінність

1. Розроблення інтелектуальної системи прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації ІТ-проєктів. Надавані системою висновки щодо категорії успішності ІТ-проєктів дозволять замовнику порівняти запропоновані проєкти та нададуть замовнику дані для мотивованого та обґрунтованого вибору найбільш успішного ІТ-проєкту.

Висновки

В даний час актуальним завданням є аналіз вимог до ІТ-проекту з метою прогнозування характеристики та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів. Метою цього дослідження є прогнозування характеристик та оцінка успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

У роботі розроблено метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

Пропонований метод складається з: прогнозування характеристик проекту на основі нейронної мережі та на основі аналізу вимог; інтерпретація отриманих значень проектних характеристик на основі рівня успішності ІТ-проекту; оцінки ступеня успішності реалізації ІТ - проектів на основі показника успішності проекту; прогнозування категорії успіху ІТ-проекту (успішний, оскаржений, невдалий) на основі ступеня успішності реалізації проекту.

Вхідні дані для вдосконаленого методу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог - це вимоги до ІТ проекту, а результатом цього методу є висновок про категорію успішності ІТ-проекту, який дозволяє зробити усвідомлений вибір проекту для його подальшої реалізації. Пропонований спосіб відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність реалізації проекту, порівнюючи проекти комплексно відповідно до основних характеристик та прогнозованого значення ступеня успішності впровадження проекту (і не лише за вартістю та тривалістю, як це відбувається зараз), а також дозволяє зробити обґрунтований вибір ІТ-проекту розробником та замовником для подальшої реалізації.

Удосконалений метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження ІТ-проектів на основі аналізу вимог дозволяє мінімізувати кількість незапланованих ітерацій, і таким чином скоротити час на переробку на пізніших етапах життєвого циклу проекту, а також значно скоротити переробки після завершення початкової роботи - через раннє виявлення дефектів вимог та раннє усунення виявлених дефектів.

В першому розділі проаналізовано відомі методи та рішення для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

В другому розділі виконано моделювання процесу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог. Вдосконалено нейромережну модель процесу прогнозування характеристик ІТ-проекту на основі аналізу вимог, котра відрізняється від існуючих тим, що дає можливість враховувати важливість кожного показника, взаємний вплив показників в межах кожної характеристики ІТ-проекту, а також оцінити сумарний вплив показників вимог на характеристики ІТ-проекту.

В третьому розділі розроблено метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог. Вдосконалений нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації ІТ-проекту, який відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність реалізації ІТ-проектів на основі лише вимог та порівнювати проекти комплексно – за прогнозованими значеннями основних характеристик та значеннями ступеня успішності реалізації проекту.

В четвертому розділі спроектовано та реалізовано інтелектуальну систему прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог.

Результати, отримані з програми про рівень успішності наукових ІТ-проектів, надають можливість користувачеві, отримавши порівняння наукових проектів обґрунтовано зробити вибір імовірно найбільш перспективного та успішного наукового ІТ-проекту.

Основними напрямками подальших досліджень авторів є: розробка та реалізація штучної нейронної мережі, яка буде прогнозувати характеристики ІТ-проекту на основі аналізу вимог. Досліджувати та розробляти інтелектуального агента на основі онтології для семантичного аналізу (синтаксичного аналізу)

Дослідження, представлені у кваліфікаційній роботі, проводились в рамках держбюджетної НДР Хмельницького національного університету № ІБ-2019 «Агентно-орієнтована система підвищення безпеки та якості програмного забезпечення комп'ютерних систем» (номер державної реєстрації 0119U100662).

За темою дипломної роботи опубліковано дві статті, одна з яких індексована в наукометричній базі Scopus.

Публікації

Детальніше ознайомитися з публікацією за посиланням:

csitjournal.khmnu.edu.ua/index.php/csit/article/view/17/12

МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК

ГОВОРУЩЕНКО Т. О.

Хмельницький національний університет

ГАВРИЛЮК К. Ю.

Хмельницький національний університет

DOI: <https://doi.org/10.31801/CSIT.2020.1-12>

Ключові слова: scientific IT project, project characteristics, method of predicting the success of the implementation of scientific IT projects, the degree of success of the project implementation, the category of project success

Анотація

В статті набув подальшого розвитку метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів. Відзначили даними для розробленого методу прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик є низка показників вибор, а результатом роботи методу є висновок щодо категорії успішності впровадження проекту, що дає можливість виконувати обґрунтований вибір проекту для його подальшої реалізації. Розроблений метод відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність впровадження проекту, порівнювати проекти кількісно за основними характеристиками та прогнозувати значення ступеня успішності впровадження проекту (а не тільки за вартістю та привабливістю, як відбувається зараз) та виконувати обґрунтований вибір наукового ІТ-проекту розробником та замовником для подальшої реалізації.



Opublikowano
2020-09-12

Назва
[Title: No 1 / 2020, Computer Systems and Information Technologies](https://doi.org/10.31801/CSIT.2020.1-12)

Робота
Стаття

Том 2853

Інтелектуальні інформаційні технології та системи інформаційної безпеки 2021.

Праці 2 - го Міжнародного семінару з інтелектуальних інформаційних технологій та систем інформаційної безпеки з CEUR-WS (IntelITSIS 2021), Хмельницькому, Україна, 24-26 березня, 2021. Під редакцією: Тетяна Novorushchenko Олег Савенко, Петро Попов, Сергій Лисенко

Додано автор: Сергій Лисенко

Опубліковано на CEUR-WS: 23 квітня 2021 року

ONPAA/IN: <http://ceur-ws.org/Vol-2853/>

URN: urn:nbn:de:0074-2853-7

ARXIV: <http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/ftp/pub/publications/CEUR-WS/Vol-2853.zip>**Method of Forecasting the Characteristics and Evaluating the Implementation Success of IT Projects Based on Requirements Analysis**Yelyzaveta Hnatchuk^a, Olga Pavlova^a and Krystyna Havrylyuk^a^a Khmelnytskyi National University, Instytutska str., 11, Khmelnytskyi, 29016, Ukraine

Детальніше ознайомитися з
публікацією за посиланням:

<http://ceur-ws.org/Vol-2853/paper23.pdf>

Abstract

Currently, the actual task is the analysis of the requirements for the IT project in order to forecast the characteristics and evaluate the implementation success of IT projects. The purpose of this study is forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis. The paper further developed the method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis. This method consists of: neural network-based forecasting the project characteristics based on requirements analysis; interpretation of the obtained values of project characteristics based on the success rate of the IT project; assessing the degree of IT project implementation success on the basis of the project success rate; forecasting the success category of the IT project (successful, challenged, failed) based on the degree of the project implementation success. The input data for the improved method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis are the requirements for the IT project, and the result of this method is the conclusion on the success category of an IT project, which allows to make an informed choice of the project for its further implementation. The proposed method differs from the known ones in that it allows forecasting the success of project implementation, comparing projects comprehensively according to the main characteristics and projected value of the degree of project implementation success (and not only in cost and duration, as it happens now), as well as allows to make an informed choice of IT project by the developer and the customer for further implementation.

Keywords

IT project, IT project requirements, success rate of the IT project, the degree of IT project implementation success, success category of an IT project, method of forecasting the characteristics and evaluating the implementation success of IT projects based on requirements analysis.

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

Дата перевірки:
27.05.2021 18:50:21 EEST

Дата звіту:
27.05.2021 18:52:25 EEST

ID перевірки:
1008051814

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005591

Назва документа: Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх ...

Кількість сторінок: 86 Кількість слів: 13775 Кількість символів: 106635 Розмір файлу: 1.99 MB ID файлу: 1008139669

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

14.1%
Схожість

Найбільша схожість: 7.1% з Інтернет-джерелом ([http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/9607/1/CSIT-2020-N%](http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/9607/1/CSIT-2020-N%...)

12.9% Джерела з Інтернету

47

Сторінка 88

1.67% Джерела з Бібліотеки

52

Сторінка 88

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

1

Підозріле форматування

15
сторінок

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

Дата перевірки:
27.05.2021 18:50:21 EEST

Дата звіту:
28.05.2021 13:51:10 EEST

ID перевірки:
1008051814

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005591

Назва документа: Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх ...

Кількість сторінок: 86 Кількість слів: 13775 Кількість символів: 106635 Розмір файлу: 1.99 MB ID файлу: 1008139669

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

9.93% Схожість

Найбільша схожість: 3.11% з Інтернет-джерелом (http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/4815/1/Krasiy_ICTER)

8.88% Джерела з Інтернету

46

Сторінка 88

1.54% Джерела з Бібліотеки

50

Сторінка 88

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

4.16% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

4.03% Вилучення з Інтернету

1

Сторінка 89

0.13% Вилученого тексту з Бібліотеки

2

Сторінка 89

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

1

Підозріле форматування

15
сторінок

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 13%

ID: 91495 Название: Метод прогнозування успішності впровадження наукових IT-проектів на основі аналізу їх характеристик Добавлено в БД: 2021-05-27 Авторы: К. Ю. Гаврилук Руководители: Говорушенко Т.О. Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	90934	619	1282 (1%)	10 (2%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Дипломник: Гаврилюк Кристина Юріївна

Тема: Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг дипломної роботи:

Кількість сторінок записки 123

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою дипломної роботи є прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик шляхом розроблення відповідного методу
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі проаналізовано відомі методи та рішення для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог. В другому розділі виконано моделювання процесу прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог. Вдосконалено нейромережну модель процесу прогнозування характеристик ІТ-проекту на основі аналізу вимог, котра відрізняється від існуючих тим, що дає можливість враховувати важливість кожного показника, взаємний вплив показників в межах кожної характеристики ІТ-проекту, а також оцінити сумарний вплив показників вимог на характеристики ІТ-проекту. В третьому розділі розроблено метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу вимог. Вдосконалений нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації ІТ-проекту, який відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність реалізації ІТ-проектів на основі лише вимог та порівнювати проекти комплексно –

за прогнозованими значеннями основних характеристик та значеннями ступеня успішності реалізації проєкту. В четвертому розділі спроектовано та реалізовано інтелектуальну систему прогнозування характеристик та оцінювання успішності впровадження наукових ІТ-проєктів на основі аналізу вимог.

4. Позитивні сторони роботи: отримання двох пунктів наукової новизни.

5. Негативні сторони роботи: недостатня увага технології виконання виконання інтелектуальних обчислень для опрацювання інформації щодо характеристик та успішності реалізації наукових ІТ-проектів.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: добре

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Клюш Ю. П.

К.Т.Н., доцент, завідувач кафедри КБКСТ

“25” 05 2021 p.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КІСП
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Гаврилюк Кристини Юріївни

ІІБ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 2 курсу, групи КІ2м-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіатоповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

28.05.2021

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА СИСТЕМНОГО ПРОГРАМУВАННЯ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик

Автор: Гаврилюк Кристина Юріївна

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-наукова

Науковий керівник: Говорущенко Тетяна Олександрівна, д.т.н, професор

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноновживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-40 джерелами на один фрагмент речення;
- 4) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано послідовності чотирьохрозрядних двійкових кодів, які є вхідними даними до великої кількості задач і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
- 5) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 9.93% і адресується до більшості статей методу, який я брала за основу та вдосконалювала під наукові ІТ-проекти:

- 1) http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/9607/1/CSIT-2020-N%201%20%281%29_12.pdf 7.1%
- 2) http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/4815/1/Krasiy_ICTER1.pdf 3.11%

- 3) <http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/4233/1/%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%B9.pdf> 2.34%
- 4) <http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/5058/1/%D0%9A%D0%A0%D0%90%D0%A1%D0%86%D0%99.pdf> 2.09%
- 5) http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/4194/1/Tvir_5_%D0%93%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%83%D1%... 1.89%
- 6) <http://ki.lutsk-ntu.com.ua/node/122/section/16> 0.5%
- 7) <http://www.boersenag.de/fileadmin/kursblatt/hamburg/Kursblatt-Hamburg-2004.04.23.pdf> 0.29% 13
- 8) <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/33790> 0.28%
- 9) http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/51_18.pdf 0.27%
- 10) <https://www.slideshare.net/mehalya/lect-ai-2-nn> 0.17%
- 11) <http://www.knuba.edu.ua/ukr/wp-content/uploads/2016/10/itppm-av-%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%82%...> 0.1%
- 12) http://www.ksau.kherson.ua/files/news/Disertaciya_Lavrenko.pdf 0.08%
- 13) <http://vstup.kpi.kharkov.ua/edprogram/prkladna-komp-iuterna-inzheneriia-bakalavr> 0.07%
- 14) <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/343911.html> 0.06% Джерела з Бібліотеки 52
- 15) Студентська робота ID файлу: 1008100367 Навчальний заклад: Khmelnytskyi National University 0.99%
- 16) Студентська робота ID файлу: 1008050888 Навчальний заклад: Khmelnytskyi National University 0.84%
- 17) Студентська робота ID файлу: 1007757983 Навчальний заклад: Khmelnytskyi National University 0.55%
- 18) Студентська робота ID файлу: 1008138806 Навчальний заклад: Khmelnytskyi National University 0.38%
- 19) Студентська робота ID файлу: 1005448733 Навчальний заклад: Khmelnytskyi National University 0.35% першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІСП



Т. О. Говорущенко

О. С. Савенко

Т. О. Говорущенко