

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА ІНФОРМАТИКИ І КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

Пояснювальна записка
до дипломної бакалаврської роботи

на тему:

РОЗРОБКА БАЙЄСІВСЬКОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ NOISY-MAX
ВУЗЛІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ КАПІТАЛОВКЛАДЕНЬ У
ТРАНСПОРТ

Виконав: студент 4 курсу, групи 4КН
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Вахромєєв Г.О.

Керівник: Вороненко М.О.

Рецензент: Огнєва_О.Є.

Хмельницький – 2024 р.

Факультет	<u>Інформаційних технологій та дизайну</u>
Кафедра	<u>Інформатики і комп'ютерних наук</u>
Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський) рівень</u>
Галузь підготовки	<u>12 «Інформаційні технології»</u>
Освітньо-професійна програма	<u>Комп'ютерні науки</u>
Спеціальність	<u>122 «Комп'ютерні науки»</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІКН,
професор

_____ Литвиненко В.І.

«_____» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

_____ Вахромєєва Георгія Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження Байєсівських мереж на основі Noisy-MAX вузлів для моделювання капіталовкладень у транспорт.

керівник роботи Вороненко Марія Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ХНТУ від 15.01. 2024 р. № 39-с

2. Строк подання студентом роботи

14.06.2024

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; 1. Аналітичний огляд літературних та інших джерел; 2. Обґрунтування проблеми та аналіз методів і засобів її вирішення; 3. Практична реалізація моделі Байєсової мережі для моделювання капіталовкладень у транспорт; Висновки.

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

Таблиць – 2,

Формул – 6,

Рисунків – 13

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

12.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд літературних джерел за тематикою бакалаврської роботи	12.02.2024-01.03.2024	
2	Постановка проблеми дослідження	02.03.2024-15.03.2024	
3	Обґрунтування проблеми та аналіз методів і засобів її вирішення	16.03.2024-01.04.2024	
4	Системний аналіз об'єкта дослідження та предметної області	02.04.2024-10.04.2024	
5	Практична реалізація Байєсової моделі в програмному середовищі Genie2.3 Academic	11.04.2024-15.04.2024	
6	Проведення експерименту і отримання результатів	16.04.2024-10.05.2024	
7	Проведення порівняльного аналізу та оформлення висновків	30.04. 2024-10.05. 2024	
8	Написання та оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	11.05.2024-21.05.2024	

Студент _____ Георгій ВАХРОМСЬВ

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Марія ВОРОНЕНКО

(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Анотація.....	7
Abstract.....	9
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	11
ВСТУП.....	12
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ТА ІНШИХ ДЖЕРЕЛ.....	19
1.1. Концептуальні засади інвестиційної діяльності підприємств.....	19
1.2. Капіталовкладення у транспортну галузь, як один з показників економічного росту країни.....	26
1.3. Аналіз різних підходів, концепцій і практик управління капіталовкладеннями.....	28
1.4. Вплив повномасштабного вторгнення на показники економічного зростання України.....	31
1.5. Актуальність дослідження.....	33
1.5.1. Удосконалення інституційного регулювання процесів формування фінансового потенціалу інвестиційної діяльності вітчизняних підприємств.....	33
Висновки по розділу 1.....	36
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОБЛЕМИ	37
2.1. Постановка та обґрунтування проблеми. Вхідні дані дослідження.....	37
2.2. Методи вирішення проблеми.....	39

2.2.1. Застосування математичного моделювання в предметній галузі. Сутність концептуальної моделі	39
2.2.2. Байєсівські мережі, як інструмент інтелектуального аналізу даних.	44
2.2.3. Формальний опис вузлів Noisy-MAX	45
Висновки по розділу 2.....	47
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ БАЙЄСІВСЬКОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ NOISY-MAX ВУЗЛІВ	49
3.1. Визначення вхідних даних.....	49
3.2. Розробка статистичної моделі Байєсової мережі в програмному середовищі Genie2.3	51
3.3. Аналіз отриманих результатів.....	62
Висновки по розділу 3.....	66
Висновки.....	67
Список використаної літератури.....	69

Автореферат

Капіталовкладення у транспорт є важливою складовою економіки та інфраструктури сучасного суспільства, і їхнє аналізування може допомогти приймати обґрунтовані рішення у плануванні та розвитку транспортних систем.

У кваліфікаційній роботі досліджено теоретичні аспекти застосування Байєсівських мереж для моделювання капіталовкладень. Байєсівські мережі є потужним інструментом для моделювання залежностей між різними змінними в умовах невизначеності. Вони дозволяють враховувати ймовірнісні зв'язки між різними частинами системи та проводити інференцію на основі наявної інформації.

Особлива увага приділялася використанню Noisy-MAX вузлів у структурі Байєсівських мереж. Noisy-MAX є типом вузлів, які дозволяють враховувати шум та невизначеність у вхідних даних, що призводить до отримування більш реалістичних прогнозів в умовах реального світу. Цей підхід дозволяє покращити точність і адекватність моделей управління капіталовкладеннями у транспорті.

У практичній частині дослідження було побудовано Байєсівську мережу на основі даних про капіталовкладення у транспорті та виконано аналіз отриманих результатів. Дослідження включало в себе ідентифікацію зв'язків між різними факторами, оцінку ймовірностей та розрахунок впливу окремих змінних на рішення щодо капіталовкладень.

Загальним результатом дослідження є визначення умов і тенденцій у галузі інвестування, що може покращити загальний рівень валового внутрішнього продукту країни. Тому застосування Байєсівських мереж з Noisy-MAX вузлами є перспективним напрямом для моделювання капіталовкладень у транспорті. Цей підхід дозволяє краще розуміти складні залежності в галузі та забезпечує більш точні дані для прийняття

управлінських рішень.

В ході дослідження було з'ясовано, що вузли Noisy-MAX у порівнянні з вузлами General забезпечують відносно високу початкову точність. Для вузлів General потрібна повторна процедура валідації. З використанням методу дискретизації Hierical точність результату мережі з вузлами General залишається незмінною, і з вузлами Noisy-MAX зростає. Однак вузли Noisy-MAX спричиняють збільшення часових та обчислювальних витрат.

Отже, дослідження підтверджує важливість і ефективність використання Байєсівських мереж з Noisy-MAX вузлами для аналізу та моделювання капіталовкладень у транспорті, що може мати практичне застосування в плануванні та управлінні транспортною інфраструктурою.

Abstract

Investments in transportation are an important component of the economy and infrastructure of modern society, and their analysis can help make informed decisions in the planning and development of transportation systems.

The theoretical aspects of the application of Bayesian networks for modeling capital investments are investigated in the qualification work. Bayesian networks are a powerful tool for modeling dependencies between different variables under uncertainty. They allow you to take into account probabilistic relationships between different parts of the system and make inferences based on the available information.

Special attention was paid to the use of Noisy-MAX nodes in the structure of Bayesian networks. Noisy-MAX is a type of node that allows taking into account noise and uncertainty in the input data, resulting in more realistic predictions in real-world conditions. This approach allows to improve the accuracy and adequacy of models of management of capital investments in transport.

In the practical part of the study, a Bayesian network was built based on data on capital investment in transport and the results were analyzed. The research involved identifying relationships between various factors, estimating probabilities, and calculating the impact of individual variables on investment decisions.

The general result of the study is to determine the conditions and trends in the field of investment, which can improve the overall level of the country's gross domestic product. Therefore, the application of Bayesian networks with Noisy-MAX nodes is a promising direction for modeling capital investments in transport. This approach allows for a better understanding of the complex dependencies in the industry and provides more accurate data for management decisions.

In the course of the study, it was found that Noisy-MAX nodes provide a relatively high initial accuracy compared to General nodes. For General nodes, a

repeated validation procedure is required. Using the Hierarchical discretization method, the accuracy of the network result with General nodes remains unchanged and increases with Noisy-MAX nodes. However, Noisy-MAX nodes cause an increase in time and computational cost.

Therefore, the study confirms the importance and effectiveness of using Bayesian networks with Noisy-MAX nodes for the analysis and modeling of capital investments in transport, which can have practical applications in the planning and management of transport infrastructure.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
БМ	Байєсівська мережа
ІД	Інвестиційна діяльність
TQM	Комплексне управління якістю (Total Quality Management)
USF	Український фонд стартапів
ECR	Efficient Consumer Response
LM	Концепція Lean Management
MRP	Система планування матеріальних потреб Material Resource Planning
НБУ	Національний банк України
ВВП	Валовий внутрішній продукт
ANB	Augmented Naive Bayes
TAN	Tree Augmented Naive Bayes
PC	Path Condition

ВСТУП

В умовах ринкової економіки суб'єкти малого підприємництва відіграють важливу роль у підвищенні рівня зайнятості населення, насиченні регіональних ринків якісними товарами і послугами, наповненні бюджетів територіальних громад доходами та створюють передумови для зростання добробуту громадян й прискорення темпів економічного розвитку країни загалом. Проте в Україні мале підприємництво не має достатнього впливу на перелічені соціально-економічні індикатори. Це значною мірою зумовлено невисокими темпами зростання фінансових результатів діяльності як малих вітчизняних підприємств, так і фізичних осіб - підприємців.

Передусім, це пояснюється тим, що обсяги інвестицій, які вкладаються у суб'єкти малого бізнесу, є недостатніми для того, щоб забезпечити їх належний економічний розвиток. Вирішення цих проблем потребує, зокрема, підвищення рівня компетентності власників та менеджерів суб'єктів малого підприємництва у питаннях формування і управління фінансовим потенціалом їх інвестиційної діяльності.

У кваліфікаційній роботі розглядаються можливості застосування методології Байєсівських мереж для аналізу залежності показника внутрішнього валового продукту України від обсягу об'ємів капіталовкладень у транспортну галузь. У кваліфікаційній роботі також запропоновано порівняльну характеристику застосування різних алгоритмів структурного навчання. Показано, що при прогностичному моделюванні вузли Noisy-MAX, порівняно з вузлами General, забезпечують відносно високу початкову точність. Для вузлів General також потрібна повторна процедура валідації ймовірнісної моделі.

При використанні методу дискретизації Hiererical точність результату

Байєсівської мережі з вузлами General залишається незмінною, а з вузлами Noisy- MAX значно зростає. Однак вузли Noisy- MAX можна застосовувати лише для невеликих моделей з обмеженою кількістю параметрів, тому що вони спричиняють збільшення часових та обчислювальних витрат.

Актуальність теми.

В умовах необхідності постпандемічного та післявоєнного відновлення з-поміж головних завдань державної економічної політики в Україні є досягнення високих темпів економічного зростання. Для вирішення цієї проблеми важливим є попереднє визначення наявних резервів зростання валового внутрішнього продукту держави. Враховуючи досвід розвинених країн, до таких резервів необхідно віднести подальший розвиток малого підприємництва.

Однак, в Україні потенціал останнього реалізований недостатньо, при цьому до причин, що це зумовлюють, необхідно віднести недостатню інвестиційну активність багатьох вітчизняних суб'єктів малого бізнесу, що суттєвою мірою викликано перешкодами щодо отримання належних обсягів фінансових ресурсів для започаткування інвестиційних програм та старту нових проєктів. Ці перешкоди пов'язані як із об'єктивними чинниками, зокрема із значною вартістю отримання зовнішніх джерел фінансових ресурсів для здійснення довгострокової інвестиційної діяльності, так і з суб'єктивними обставинами.

Успішне проведення політики капіталовкладень сприятиме реалізації однієї з головних задач економіки країни - збільшення кількості основних джерел внутрішніх ресурсів капіталовкладень. Це створить необхідні передумови для зростання виробництва та розширеного

відтворення ВВП для підвищення добробуту населення. Тому доцільно розробити модель залежності між обсягом капіталовкладень та ВВП.

У цій роботі наведено результати досліджень з розробки ймовірно-детермінованих моделей на основі Байєсівських мереж для виявлення факторів впливу капіталовкладень у транспортну галузь України. Враховуючи, що однією з проблем, при розробці Байєсівських мереж, є експоненційне зростання числа параметрів у їх таблицях умовних ймовірностей (CPT), у цьому дослідженні пропонується методика застосування Noisy-MAX вузлів для моделювання економічних процесів.

Метою роботи є розробка моделі Байєсівської мережі на основі Noisy-MAX вузлів для аналізу капіталовкладень у транспортну галузь.

Задачі дослідження.

Кваліфікаційна робота спрямована на розширення Байєсівських мереж (БМ) для вимірювання рівня факторів, що характеризують моделювання капіталовкладень у транспортну галузь. В роботі показано, що БМ дозволяють виявити вірогідну залежність структури вхідних показників, які можуть бути проаналізовані більш детально за допомогою спостережень і аналізу чутливості БМ.

Основними задачами цієї роботи є:

- I. виконати аналіз об'єкта дослідження та предметної галузі, простежити тенденції, що мають вплив на предметну галузь;
- II. знайти оптимальний метод дискретизації досліджуваних змінних, що дозволить підвищити точність оцінки залежної змінної;
- III. на основі статистичних даних розробити структурну модель Байєсівської мережі, застосовуючи різні алгоритми навчання;

- IV. провести порівняльний аналіз результатів валідації створеної моделі на вузлах General і Noisy-MAX;
- V. виокремити найбільш оптимальні комбінації факторів для оптимізації капіталовкладень у транспортну галузь.

Об'єктом дослідження є інформаційні процеси і методологія економічної, фінансової діяльності країни.

Предметом дослідження є моделі і методи інформаційної підтримки, методологічні аспекти аналітичного аналізу, що забезпечать стабільне підвищення ВВП країни.

Методи дослідження.

У даній роботі були використані наступні методи дослідження: порівняння і теоретичного узагальнення – щодо розкриття сутності понять «інвестиції», «ринок капіталовкладень»; синтезу та аналізу – для дослідження наявного стану обліково-аналітичного забезпечення галузі; ймовірного моделювання – для визначення рівноважного стану на ринку капіталовкладень, взаємозалежностей показників, визначення основних тенденцій і закономірностей розвитку результуючого показника; формалізації – для відображення змісту, структури економічних показників у формі умовних позначень; вимірювання – для відображення аналітичної інформації щодо предмету дослідження та визначення кінцевих результатів моделювання економічних процесів.

Теоретико-фундаментальне підґрунття роботи формують базові постулати економічної теорії, фінансової науки, інвестиційного аналізу та теорії економічного потенціалу.

Для досягнення поставленої мети в роботі використано низку загальнонаукових і спеціальних методів дослідження:

індукції, дедукції, аналізу та синтезу, наукового абстрагування та узагальнення – при дослідженні економічної сутності понять „фінансовий потенціал„ та „інвестиційна діяльність суб’єктів малого підприємництва„; методи економіко-математичного моделювання – в процесі побудови моделей оцінювання наявного та стратегічного фінансового потенціалу інвестиційної діяльності суб’єктів малого бізнесу; графічний та табличний – з метою наочного подання результатів проведеного дослідження, групування та економічного аналізу – для виявлення зв’язку між отриманими результатами та під час оцінки показників динаміки інвестиційного ринку; статистичні методи, зокрема метод дисперсійного аналізу, – з метою визначення щільності зв’язку між досліджуваними економічними параметрами; метод аналогії та порівняльний метод – під час вивчення зарубіжного досвіду застосування інструментів державного регулювання й стимулювання залучення капіталовкладень задля підвищення ефективності формування фінансового потенціалу малих підприємств.

Інформаційну базу дослідження формують законодавчі та інші нормативно-правові акти України з питань інвестиційної діяльності та її фінансового забезпечення, праці вітчизняних та зарубіжних науковців, інструктивно-методичні документи, матеріали Державної служби статистики України, Національного банку України та інших центральних органів виконавчої влади, звітність суб’єктів господарювання, офіційні статистичні дані, інформаційно-аналітичні матеріали щодо об’єкту дослідження, які були опубліковані у періодичних і спеціалізованих виданнях, експертне оцінювання, матеріали науково-практичних

конференцій, Інтернет - джерела, результати досліджень за даною тематикою і проблематикою.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- I. знайдено оптимальний метод дискретизації досліджуваних змінних, що дозволило підвищити точність оцінки залежної змінної;
- II. на основі статистичних даних при застосуванні різних алгоритмів навчання розроблена структурна модель Баєсівської мережі;
- III. проведений порівняльний аналіз результатів валідації створеної моделі на вузлах General і Noisy-MAX;
- IV. виокремлені найбільш оптимальні комбінації факторів для оптимізації капіталовкладень.

Практичне значення одержаних результатів.

Теоретичні положення та висновки, сформовані рекомендації та методика дослідження ринку капіталовкладень вказують на можливі шляхи розвитку галузі, на основі ймовірнісної моделі робиться можливим підвищення ефективності діяльності всієї галузі в цілому.

Відзначено, що найбільш адекватними інтегральними показниками оцінки ефективності капіталовкладень є інвестиційні показники і показники економічного характеру, оскільки вони дозволяють врахувати у комплексі характеристики різних економічних процесів. Тому ймовірнісні моделі удосконалення інвестиційних процесів повинні також мати програмну реалізацію у вигляді модулів сучасних інформаційних систем.

Апробація результатів бакалаврської кваліфікаційної роботи.

Результати бакалаврської кваліфікаційної роботи доповідались на: Міжнародній науковій конференції «SYNERGY OF SCIENCE AND BUSINESS IN THE POST-WAR RESTORATION OF KHERSON REGION», Ukraine, Kherson, 24-26, April, 2024.

Публікації:

Вороненко М.О., Вахромєєв Г.О., Жила Д.Ю., Мудрак В.Б. «Ймовірнісні методи прогнозування впливу забруднення навколишнього середовища в наслідок війни на здоров'я людини». SYNERGY OF SCIENCE AND BUSINESS IN THE POST-WAR RESTORATION OF KHERSON REGION, Kherson, 24-26, April, 2024.