Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____Комп'ютерних наук_____
(повна назва)

Кафедра _____Інформаційних управляючих систем_____
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____другий (магістерський)_____

_____Дослідження методів підтримки прийняття рішень_____
_____в задачах медичного страхування_____.
(тема)

Виконав:
студент __2__ курсу, групи ___ІУСТм-19-1__
_____Соляник С. Ю._____
(прізвище, ініціали)

Спеціальність __122 Комп'ютерні науки_____
_____
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми __освітньо-професійна_____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма____Інформаційні управляючі системи та технології_____
(повна назва освітньої програми)

Керівник _проф. Чалий С. Ф._____
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____ __Петров К. Е._____
(підпис) (прізвище, ініціали)

2020р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційні управляючі системи та технології
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри _____
(підпис)
«____»_____ 20 ___ р.

ЗАВДАННЯ

НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Солянику Сергію Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження методів підтримки прийняття рішень в задачах медичного страхування
затверджена наказом по університету від 27 10 2020 р. № 1455 Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії ____ _____ 20__ р.
3. Вихідні дані до роботи Науково-технічні публікації та інтернет джерела з тематики атестаційної роботи
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі вступ, аналіз вимог до вхідних даних системи медичного страхування, дослідження задач медичного страхування, аналіз вимог до вхідних даних підсистеми прийняття рішень, дослідження методів підтримки прийняття рішень у задачах медичного страхування, постановка задачі атестаційної роботи, дослідження багатокритеріальних методів підтримки прийняття рішень, удосконалення методу FTOPSIS, розробка методу розрахування ваги критеріїв, ваги критеріїв, розробка підсистеми вибору плану медичного страхування, розробка алгоритму розрахування ваги критеріїв, впровадження розробленого алгоритму в систему медичного страхування, обґрунтування вибору платформи програмного забезпечення задачі, опис реалізації програмного забезпечення задачі, реалізація удосконаленого методу, експериментальна перевірка отриманих результатів, висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літератури та Інтернет-джерел	02.11.2020 - 04.11.2020	виконано
2	Постановка задачі	04.11.2020 - 10.11.2020	виконано
3	Обробка матеріалу	10.11.2020 - 20.11.2020	виконано
4	Дослідження сучасного стану вирішення проблеми вибору плану медичного страхування	20.11.2020 - 22.11.2020	виконано
5	Дослідження методів підтримки прийняття рішень в задачах медичного страхування	22.11.2020 - 28.11.2020	виконано
6	Дослідження особливостей реалізації багатокритеріальних методів підтримки прийняття рішень в задачах медичного страхування	28.11.2020 - 2.12.2020	виконано
7	Апробація результатів дослідження на прикладі	2.12.2020 - 3.12.2020	виконано
8	Написання пояснювальної записки	3.12.2020 - 5.12.2020	виконано
9	Підготовка презентації	5.12.2020 - 9.12.2020	виконано
10	Перевірка на плагіат	9.12.2020	виконано
11	Нормоконтроль	10.12.2020 - 17.12.2020	виконано
12	Захист	17.12.2020	виконано

Дата видачі завдання __02___ _____11_____2020 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ _____проф. Чалий С. Ф_____
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської атестаційної роботи містить: 87 с., 4 розділи, 16 рис., 2 табл., 2 дод., 31 джерело.

СИСТЕМА МЕДИЧНОГО СТРАХУВАННЯ, ВИБІР СТРАХОВОГО ПЛАНУ, МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІ МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, ГІБРИДНИЙ МЕТОД.

У роботі виконано огляд методів підтримки прийняття рішень в процесах медичного страхування. Проаналізовано існуючі методи підтримки прийняття рішень. Проаналізовано існуючі багатокритеріальні методи підтримки прийняття рішень. На підставі проведеного аналізу запропоновано покращений метод FTOPSIS з вагами, розрахованими алгоритмом Мамдані, який враховує персональні дані людини.

В ході дослідження отримані такі результати: визначені існуючі системи медичного страхування; визначені існуючі методи підтримки прийняття рішень; визначені існуючі багатокритеріальні методи підтримки прийняття рішень; визначені існуючі системи вибору плану медичного страхування; зроблена класифікація систем медичного страхування та опис удосконаленого методу; проведена експериментальна перевірка по удосконаленому методу.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка к магистерской аттестационной работе содержит: 87 с., 4 раздела, 16 рис., 2 табл., 2 прил., 31 источник.

СИСТЕМА МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ, ВЫБОР СТРАХОВОГО ПЛАНА, СПОСОБЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ГИБРИДНЫЙ МЕТОД.

В работе выполнен обзор методов поддержки принятия решений в процессах медицинского страхования. Проанализированы существующие методы поддержки принятия решений. Проанализированы существующие многокритериальные методы поддержки принятия решений. На основании проведенного анализа предложено улучшенный метод FTOPSIS с весами рассчитанными методом Мамдани, учитывающий персональные данные человека.

В ходе исследования были получены следующие результаты: определены существующие системы медицинского страхования; определены существующие методы поддержки принятия решений; определены существующие многокритериальные методы поддержки принятия решений; определены существующие системы выбора плана медицинского страхования; произведена классификация систем медицинского страхования и описание усовершенствованного метода; проведено экспериментальная проверка по усовершенствованному методу.

ABSTRACT

Explanatory Note to master certification work contains 87 pages, 4 sections, 16 pictures, 2 tables, 2 additions, 31 sources.

HEALTH INSURANCE SYSTEM, INSURANCE PLAN SELECTION, DECISION SUPPORT METHODS, MULTI-CRITERIAL DECISION SUPPORT METHODS, HYBRID METHOD.

The paper provides an overview of decision support methods in health insurance processes. The existing methods of decision support are analyzed. The existing multicriteria decision support methods are analyzed. Based on the analysis, an improved FTOPSIS method with weights calculated by the Mamdani method was proposed, taking into account the personal data of a person.

The research yielded the following results: identified the existing health insurance systems; the existing methods of decision support are determined; the existing multicriteria decision support methods have been identified; identified existing systems for choosing a health insurance plan; made a classification of health insurance systems and a description of the improved method; an experimental test was carried out using an improved method.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УСЛОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ТА ТЕРМІНІВ

ІС – інформаційна система;

СППР – система підтримки прийняття рішень;

AHP – analytic hierarchy process;

CBR – Case Based Reasoning;

DEA – Data Envelopment Analysis;

DM – decision-making;

FTOPSIS – Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution;

MAUT – Multi-Attribute Utility Theory;

MCDM – Multiple-criteria decision-making;

UML – Unified Modeling Language.

ЗМІСТ

Вступ…...…….…. 9
1 Дослідження методів підтримки прийняття рішень для медичного страхування……... 11
1.1 Аналіз задач медичного страхування……..... 11
1.2 Опис роботи рекомендаційної підсистеми в ІС медичного страхування……..... 16
.
1.3 Дослідження методів підтримки прийняття рішень в системах медичного страхування …….. 20
1.4 Постановка задачі дослідження…… 28
2 Дослідження методів підтримки прийняття рішень…….. 30
2.1 Дослідження методів багатокритеріального прийняття рішень ... 30
2.2 Особливості FTOPSIS методу ……. 36
2.3 Удосконалення FTOPSIS методу ……. 40
3 Дослідження отриманих наукових результатів…….. 45
3.1 Порівняння методів багатокритеріального прийняття рішень …. 45
3.2 Технологія використання удосконаленого методу……. 50
……..
4 Практичне використання досліджених результатів……..……. 53
4.1 Програмна реалізація технології вибору плану медичної страховки…….. 53
4.2 Експериментальна перевірка отриманих теоретичних результатів 65
Висновки…….…….…….…… 66
Перелік джерел посилання……..……..…..……. 67
Додаток А ……. 70
…….
Додаток Б …….……. 72

ВСТУП

Початок двадцять першого століття дуже пов’язаний зі зростанням захворюваності в цілому світі. Саме тому системи медичного страхування з кожним днем становляться все популярнішими.

Проте, існує велика кількість різних медичних планів, що пропонують системи медичного страхування. Деякі покривають збитки на лікування в приватних лікарнях, а інші – ні. Більшість страхових планів не покривають збитки на стоматологію, проте деякі все ж покривають. Також відмінності можуть бути у покритті збитків на кардіолога, травматолога, планові огляди. Сума, що компенсує страхова компанія, теж різна.

Тож, користувачу дуже складно вибрати найкращий для нього план медичного страхування. Деякі медичні страхові компанії допомагають у виборі плану медичної страховки. Для цього вони запитують у користувача його вік та рівень заробітної плати. Більшість страхових планів залежать саме від віку, вони відрізняються своєю ціною. Тобто, плани у молодої та літньої будуть відрізнятися.

Системи медичного страхування зазвичай використовують багатокритеріальні методи підтримки прийняття рішень для вибору медичного плану для користувача. Система буде обирати план, що найбільш потрібен користувачу.

Одним з найпопулярніших методів багатокритеріального прийняття рішень є FTOPSIS (Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) метод. Даний метод використовується для вибору медичного плану для користувача, враховуючи нечіткість вхідних даних, що надає йому переваги проти інших методів багатокритеріального прийняття рішень.

Однак, існуючі системи мають певні проблеми.

По-перше вхідними даними для вибору плану медичного страхування є тільки вік та рівень заробітної плати. В деяких системах, існують ще кілька питань, що задаються користувачу. Проте, існуючі системи не запитують

користувача про стан його здоров’я, скарги на самопочуття, погані звички та спортивні звички. Отже, вони не враховують багато нечітких даних про користувача системи.

По-друге, ваги критеріїв в методі FTOPSIS використовуються простою функцією належності, в результаті чого ваги критеріїв розраховуються не дуже точно.

Для вирішення цих проблем необхідно зібрати дані про здоров'я, самопочуття користувача, а також його погані та спортивні звички. Також, вдосконалити метод FTOPSIS завдяки уточненню ваги критеріїв методом Мамдані.

Отриманим результатом роботи є удосконалений FTOPSIS на основі уточнення ваги критеріїв, що розраховані алгоритмом Мамдані, з урахуванням суб’єктивних даних людини щодо стану її здоров’я.

Отримані результати виконання магістерської атестаційної роботи оформлені у вигляді пояснювальної записки [1].

1 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ МЕДИЧНОГО СТРАХУВАННЯ

1.1 Аналіз задач медичного страхування

Попри високий рівень медицини та видатних наукових досягнень, ми все ще хворіємо.

Причини високого рівня захворюваності різні: екологічні зміни навколишньої середи, зміна звичного для людини стану життя, сидячий образ життя, погані звички, переїдання та інше. Також, рівень здоров’я людини залежить від спадкових, екологічних, соціальних, економічних факторів. Проте, всесвітня організація охорони здоров'я має дані, що рівень здоров’я людини на 50-55% залежить від способу життя людини.

Турбота про здоров’я людини є важливою для визначення тривалості її існування. Дослідження все частіше свідчать про сильний зв’язок між тим, як люди думають, почуваються та поводяться, і наскільки добре вони витримують хвороби та погане самопочуття. Отже, насамперед, рівень здоров’я залежить від нас самих, наших звичок, нашої активності, нашого рівня піклування про здоров’я.

Також, усвідомлення факту погіршення самопочуття, надбання хронічних захворювань негативно впливає на бюджет людини та держави, а також сприяє бідності. З метою запобігання бідності, в останні роки все частіше впроваджують різні моделі медичного страхування, щоб зробити медичне обслуговування більш доступним для населення.

Здоров’я людини можна підтримувати чи покращувати різними способами, в тому числі шляхом зміни особистої поведінки та належного споживання медичних послуг.

Попит на охорону здоров’я не походить від безпосереднього споживання медичних послуг, навпаки, він походить від прямої цінності

стану покращення здоров’я та важливості здоров’я та самопочуття для людини.

Наприклад, попит на MP3-плеєр базується на задоволенні, яке MP3-плеєр приносить споживачеві, але мало хто з тих самих причин вирішиться на хірургічне втручання. Отже, бажання вилікуватися базується не на попиті, а на важливості здоров’я для людини.

Людині дуже потрібне здоров’я через його роль у сприянні та забезпеченню щастя. Здоров’я можна визначити за двома різними вимірами: тривалість життя або довголіття та якість життя.

Людині дуже важлива якість життя, тому що рівень здоров’я впливає на задоволення товарами, послугами, впливає на те, як людина може проводити вільний час. Непрямий вплив здоров'я на продуктивність свідчить саме про те, що здоров'я є дуже важливою складовою інвестицій у людський капітал життя.

Здоров’я може дуже сильно вплинути на продуктивність праці через прогули або наміряну роботу у хворому стані. Відсутність працівника на місці, прогули, лікарняні заважають людині робити свій внесок на роботі, а також можуть негативно впливати на його колег та зменшувати їх продуктивність, особливо для завдань, що потребують спільного виконання.

Презентизм [2] - це втрата продуктивності праці, спричинена нестачею фізичної чи розумової енергії, необхідної для виконання завдань, збільшенням кількості нещасних випадків на виробництві та можливим поширенням хвороби на колег-співробітників.

Згідно з опитуванням населення [3], більше двох відсотків працівників будуть відсутніми на роботі протягом типового тижня через травму чи хворобу. Кілька досліджень, що оцінюють ступінь впливу презентизму [4] на продуктивність, вказують, що в середньому втрата продуктивності, спричинена деякими найпоширенішими станами (такими як алергія, депресія, біль у опорно-руховому апарату та дихальні розлади), становить від п’яти до вісімнадцяти відсотків.

Саме тому кожній людині важливо піклуватися про своє здоров’я та лікуватися вчасно. Здорова людина може ефективно працювати, приносити користь людству, заробляти гроші для себе та близьких, а також гарно проводити вільний час. Медичне страхування може допомогти в лікуванні та спостереженні за здоров’ям.

Медичне страхування [5] - це страховий продукт, який покриває медичні та різноманітні хірургічні витрати застрахованої особи. Він відшкодовує витрати, понесені внаслідок хвороби або травми, або безпосередньо оплачує людині, що доглядає застраховану особу.

Витрати на медичну допомогу або медичні послуги з року в рік зростають. Інфляція в медичній сфері набагато вища, ніж інфляція в харчових продуктах та інших предметах. Витрати на медичну допомогу, ліки можуть зростати набагато швидше витрат на харчування та побутові потреби.

Отже, для людини, що не мала змогу заощадити потрібну кількість грошей заздалегідь, може бути важко оплатити лікування або ліки. Особливо це стосується людей похилого віку, адже вони частіше хворіють.

Медичне страхування – це один з можливих способів, який може допомогти в надзвичайній ситуації. В медичному страхуванні існують різні програми, що покривають збитки на ті чи інші хвороби. Певні програми медичного страхування можуть охопити до тридцяти критичних захворювань та понад дев’яноста хірургічних процедур. Страховий поліс виплачує кошти на операцію або лікування незалежно від фактичних медичних витрат.

Плани медичного страхування [6] можуть відрізнятися з точки зору охоплення споживачів та послуг, їхніх витрат для споживачів (і споживачів або роботодавців, якщо це доречно), особливостей, серед інших властивостей.

Плани можуть відрізнятися за покриттям. Споживач може придбати план медичного страхування, що охоплює одну людину, сім'ю або інші групи. Під страховим покриттям, що здійснюється виключно самостійно, споживач є єдиною застрахованою особою.

Сімейний захист стосується споживача та будь-якого з подружжя. Інші можливості включають «я плюс один» та «я плюс діти». Якщо медичний страховий поліс їх батьків охоплює дітей, дітей можна додавати до плану батьків до досягнення ними 26 років. Ці діти віком до 26 років можуть приєднатися до плану батьків або залишитися за ними, навіть якщо вони одружені, не проживають з батьками, не відвідують школу, не мають фінансової залежності від батьків або мають право вступити до плану власного роботодавця.

Плани можуть відрізнятися за різним рівнем покритих послуг [7]. Споживач може користуватися різноманітними послугами охорони здоров'я протягом року. Відвідування офісу медичним працівником може включати планові іспити для дорослих, лікування грипу та термінове лікування переломів кісток. Споживач може вимагати рентгенівських та лабораторних досліджень під час деяких візитів. Для більш серйозних питань може знадобитися лікування в лікарні.

Деяким споживачам може знадобитися медичне обладнання, іншим може знадобитися програма відновлення для зловживання наркотичними речовинами, а третім може виявитися достатнім одне рецептне лікування. Враховуючи широту можливої медичної допомоги, споживач, ймовірно, не знайде плану медичного страхування, який би охоплював усі можливі види допомоги. Наприклад, майже жодна політика не охоплює медичне обслуговування, яке страховик не вважає медично необхідним. Медично необхідна допомога необхідна для запобігання, діагностики або лікування хвороби, травми, стану, захворювання чи його симптомів, що відповідає загальноприйнятим стандартам медицини.

Не всі страховики вважають одні й ті ж медичні товари та послуги медично необхідними. Навіть серед послуг, за якими широко погоджуються, що вони є медично необхідними серед страховиків, споживачі виявлять, що не всі плани медичного страхування охоплюють однакові медичні послуги. Крім того, особливості охоплюваної послуги можуть різнитися в планах.

Подібним чином споживач може вибирати серед планів, які по-різному охоплюють лікування розладів харчової поведінки.

Плани можуть відрізнятися за витратами [8]. Споживачі сплачують премії, які є цінами покриття приватного плану медичного страхування на певний період часу. Премії сплачуються незалежно від того, чи споживач справді звертається за медичною допомогою протягом періоду, передбаченого планом. Споживачі, які купують страхові поліси безпосередньо у страховиків, майже завжди самі сплачують всю суму премії. Існують споживачі, які ділять преміальні витрати зі своїми роботодавцями. Іншими словами, споживач сплачує частину премії (як правило, шляхом відрахувань із заробітної плати), а роботодавець - частину премії (використовуючи кошти, які не є частиною погодинної заробітної плати або річної заробітної плати особи).

Деякі споживачі, які купують медичне страхування через біржі, можуть мати право на податкові пільги. Ці кредити знижують ціну премії, повертаючи частину її вартості як частину відшкодування податку на прибуток споживача. Право на отримання податкових пільг залежить від того, чи може споживач мати право на різні види програм медичного страхування та від сімейних доходів.

Розподіл витрат відноситься до тієї частини витрат на медичні послуги, яка охоплюється страховим планом, яку сплачує споживач (або особа, відповідальна за рахунки споживача). Франшизи, співстрахування та спільна оплата є прикладами розподілу витрат. Франшиза - це сума грошей, яку застрахований споживач може вимагати заплатити постачальникам медичних послуг (протягом терміну дії страхового поліса) перед тим, як отримати будь-які вигоди від полісу медичного страхування.

Отже, споживач зобов’язаний виконати франшизу до того, як страховий план сприятиме витратам на його або її охорону здоров’я. Профілактичні медичні послуги - це певні покриті послуги, які не підлягають

франшизі (або будь-якій іншій формі розподілу витрат), коли вони отримуються від постачальників послуг у мережі.

Крім того, не всі плани медичного страхування мають франшизу, і плани можуть мати різні франшизи для різних видів послуг. Споживач може оплатити співстрахування, яке становить відсоток від загальної суми, виставленої рахунку споживачу. Наприклад, розглянемо споживача, чий рентген грудної клітини коштує 150 гривень. Ставка 20% співстрахування означає, що споживач платить 30 гривень, а страховик - 120 гривень (обидва - постачальнику) за рентген. Ці розрахунки передбачають, що споживач виконав франшизу. Якщо франшиза не була виконана, споживач повинен оплатити рахунок повністю, поки франшиза не буде виконана.

Як варіант, споживач може сплатити фіксовану доплату. Наприклад, доплата в розмірі 20 гривень за цей рентген грудної клітки означала б, що одержувач повинен заплатити 20 гривень за той самий рентген, за умови, що франшиза споживача була виконана. Потім страховик заплатить провайдеру 130 гривень. Ще раз, якщо франшиза не була виконана, одержувач повинен сплатити суму, що залишилася, поки франшиза не буде виконана.

Отже, користувач може заплутатись у всіх цих деталях та тонкощах, йому буде складно вибрати [9] план медичного страхування. Проте, певні системи медичного страхування намагаються допомогти користувачу обрати [10] план медичного страхування. Для того, щоб допомогти користувачу, вони запитують певні дані від нього, назвемо їх суб’єктивними даними. Це можуть бути рік народження та рівень заробітної плати. Завдяки цим даним, система може допомогти обрати план медичного страхування клієнту, що є дуже зручним для багатьох користувачів.

1.2 Опис роботи рекомендаційної підсистеми в ІС медичного страхування

Інформаційна система медичного страхування – це така система, що дозволяє вибрати страховий план, ознайомитись з його властивостями, порівняти з іншими планами, переглянути вартість різних планів та розплатитися за обраний план страхування здоров'я.

Також, дана система позволяє переглядати детальну інформацію по кожному плану медичного страхування, відмінювати медичну страховку, змінювати план медичної страховки, а також конфігурувати різні частини системи медичного страхування.

На рисунку 1.1 наведено узагальнену структуру інформаційної системи медичного страхування.

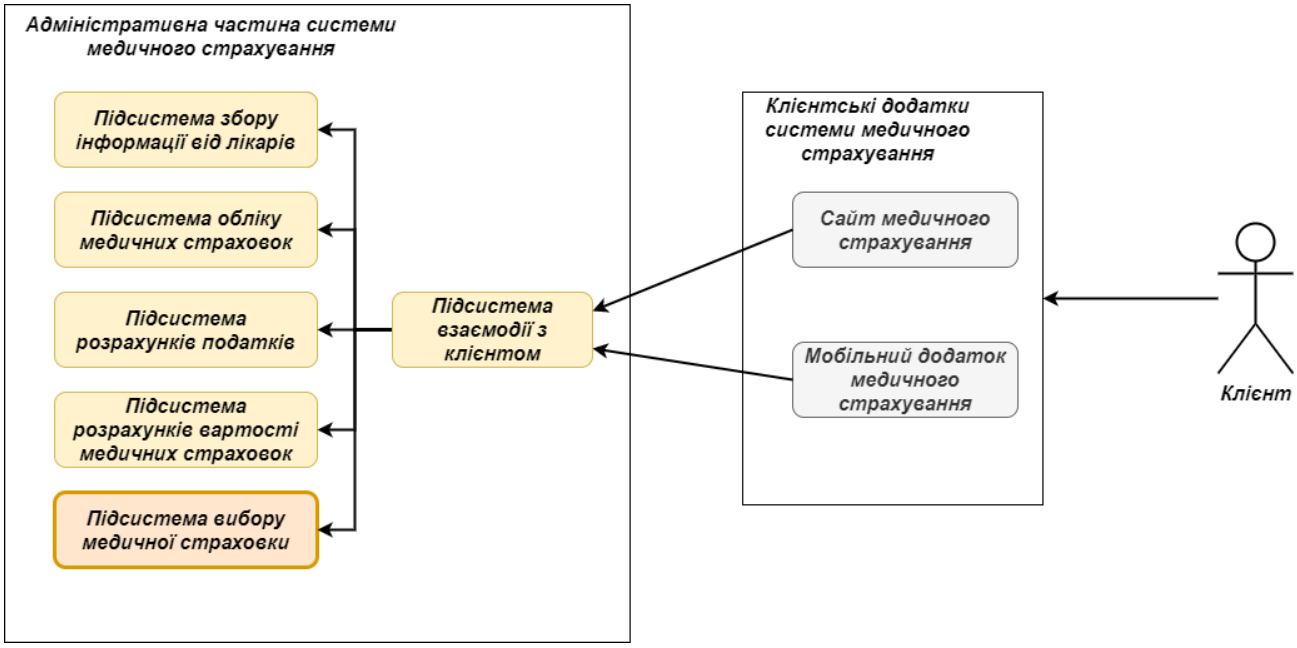

Рисунок 1.1 – Структура ІС медичного страхування

Клієнт може взаємодіяти з системою медичного страхування завдяки спеціальним клієнтським додаткам.

Зазвичай, це сайт медичного страхування або мобільний додаток медичного страхування. Більшість компаній мають сайт та дозволяють застрахувати здоров’я та вибрати страховий план використовуючи веб-браузер. Це найпопулярніший тип клієнтського додатка, напевно, через те, що вебсайт дозволяє розмістити велику кількість інформації на одній сторінки, що важче зробити на мобільному пристрою з точки зору дизайну.

Проте, існує тренд на використання мобільних додатків та використання смартфону взагалі. Тому, деякі компанії розробили дуже зручні мобільні додатки, що мають той самий функціонал, що і вебсайт. Зазвичай, це нові мобільні додатки з новим дизайном та більшою кількістю онлайн операцій.

Отже, залежно від страхової компанії, що надає свої послуги, користувач буде взаємодіяти з системою завдяки мобільному додатку або вебсайту.

У свою чергу, адміністративна система медичного страхування складається з наступних підсистем.

Підсистема взаємодії з клієнтом – це система, що відповідає за прийняття онлайн запитів на читання або редагування даних, авторизацію користувача в системі тощо. Дана підсистема дозволяє виявити спамерів, слідкувати за доступом в систему та багато іншого. Дана підсистема не несе в собі функції вирішення бізнес-задач, вона є допоміжної, тож для реального виконання задач дана підсистема спілкується з усіма іншими підсистемами.

Підсистема обліку медичних страховок є одною з найголовніших підсистем. Ця підсистема несе в собі багато функціоналу, що дозволяє з однієї сторони читати дані про різні плани медичних страховок, порівнювати їх і так далі, а з іншого – конфігурувати дані про плани медичних страховок адміністраторам системи.

Підсистема збору інформації від лікарів дозволяє опитувати лікарів про важливість тих чи інших симптомів, про певні тренди в цінах на лікування,

цінах на ліки. Ці дані зберігаються в базі даних і потім будуть використані іншими частинами системи.

Підсистема вибору медичної страховки дозволяє опитати користувача про його вік, рівень заробітної плати та вибрати [11] для нього план медичної страховки, користуючись даними про плани медичних страховок та даними від лікарів (експертної групи).

Підсистема розрахунків податків дозволяє розраховувати кількість податків, що компанія повинна сплачувати.

Підсистема розрахунку вартості медичних страховок використовує дані від лікарів та дані про плани медичних страховок, а також статистичні дані для оновлення їх вартості.

Структура роботи підсистеми вибору страхового плану зображена на рисунку 1.2.

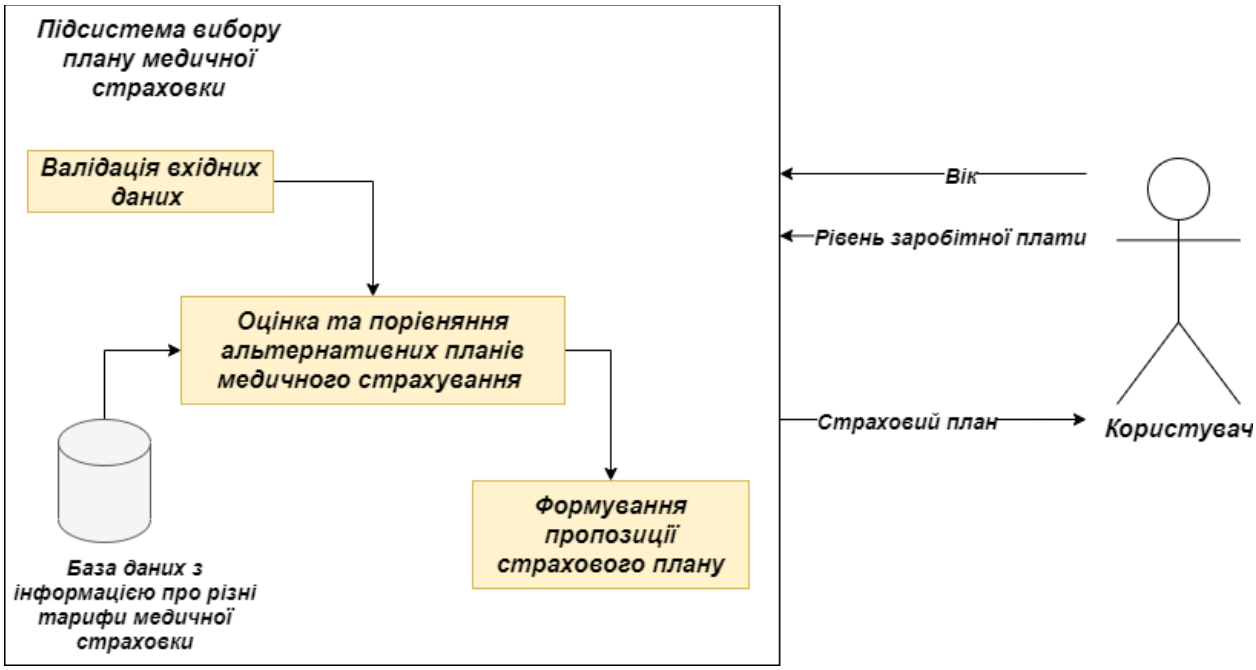

Рисунок 1.2 – Структура роботи підсистеми вибору плану медичної страховки

Дана підсистема опитує користувача та потребує певні дані від нього. Наприклад, запитує про його вік та рівень заробітної плати. На основі цих даних, система вибере йому належний страховий план.

Для цього дані користувача будуть проаналізовані. Також дані про страхові плани будуть використані для розрахунків.

Зазвичай, системи вибору використовують нечіткі методи та методи підтримки прийняття рішень.

Етапи процесу вибору страхового плану:

– валідація вхідних даних (вік, рівень заробітної плати);

– оцінка та порівняння альтернативних планів медичного страхування та урахування даних щодо стану здоров’я та самопочуття користувача;

– формування пропозиції страхового плану для користувача.

Результатом роботи даної підсистеми є страховий план, що повертається користувачеві.

На ринку представлені готові рішення для вибору страхового плану. Такі підсистеми існують в багатьох системах медичного страхування, така функціональність дозволяє збільшити продажі, тому що користувач може відповідати на прості запитання та система верне йому страховий план. Розглянемо наступні рішення:

InsuranceDekho – страхова компанія, що займається різними типами страховки, в тому числі і медичною страховкою. Дана система запитує людину про дату народження, місто, суму грошей та мобільний номер. Завдяки цим даним система вибирає страховий план, що підходить людині.

EHealthInsurance – страхова компанія, що займається тільки медичним страхуванням. Система запитує про стать людини, дату народження, споживання табаку та алкоголю. Використовуючи ці дані, система може обрати більш точно страховий план, тому що вона працює з деякими даними про пагубні звички людини.

Головною проблемою в існуючих системах вибору медичного страхування є те, що вони збирають дуже невелику кількість даних від

користувача, майже не враховуючи спосіб життя людини, його спортивні звички, пагубні звички, його самопочуття. Тому існуючі системи обирають страховий план для людини не точно, що погано для залучення клієнта.

1.3 Дослідження методів підтримки прийняття рішень в системах медичного страхування

Прийняття рішень, що стосуються складних систем (наприклад, управління організаційними операціями, промисловими процесами або інвестиційним портфелем; управління військовими частинами або контроль атомних електростанцій) це дуже складна задача для мозку людини. Незважаючи на те, що окремі взаємодії між змінними системи можуть бути добре зрозумілі, передбачити, як система відреагує на зовнішні маніпуляції, такі як рішення щодо політики, часто буває важко. Яким буде, наприклад, ефект від введення третьої зміни на завод? Можна очікувати, що це збільшить виробництво заводу приблизно на 50 відсотків. Однак такі фактори, як додаткова заробітна плата, перерви в технічному обслуговуванні, використання сировини, логістика постачання та майбутній попит, також повинні бути враховані, оскільки всі вони вплинуть на загальний фінансовий результат цього рішення. Багато змінних беруть участь у складних і часто тонких залежностях, і прогнозування загального результату може бути важким.

Існує значна кількість емпіричних доказів того, що інтуїтивне судження та прийняття рішень людини може бути далеко не оптимальним, і воно ще більше погіршується зі складністю та стресом. Оскільки у багатьох ситуаціях важлива якість рішень, допомога у недоліках людського судження та прийняття рішень була головним напрямком науки протягом історії. Такі дисципліни, як статистика, економіка та дослідження операцій, розробили різні методи для раціонального вибору. Зовсім недавно ці методи, часто посилені різноманітними методами, що походять з інформатики, когнітивної

психології та штучного інтелекту, були застосовані у вигляді комп'ютерних програм або як самостійні інструменти, або як інтегровані обчислювальні середовища для прийняття складних рішень. Такі інформаційні системи часто отримують загальну назву систем підтримки прийняття рішень (СППР). Поняття СППР [12] надзвичайно широке, і його визначення різняться залежно від точки зору автора. Щоб уникнути виключення будь-якого з існуючих типів СППР, ми приблизно визначимо їх як інтерактивні комп’ютерні системи, які допомагають користувачам у оцінюванні та виборі діяльності. Інша назва, яку іноді використовують як синонім СППР, - це системи, засновані на знаннях, що стосуються їхньої спроби формалізувати знання про домен так, щоб вони піддавалися механізованому міркуванню.

Системи підтримки прийняття рішень [13] набувають все більшої популярності в різних сферах, зокрема в бізнесі, техніці, військовій галузі та медицині. Вони особливо цінні в ситуаціях, коли обсяг доступної інформації є надмірним для інтуїції особи, що не приймає рішення, і коли точність та оптимальність мають важливе значення. Системи підтримки прийняття рішень можуть допомогти когнітивним вадам людини, інтегруючи різні джерела інформації, забезпечуючи розумний доступ до відповідних знань та допомагаючи процесу структурування рішень. Вони також можуть підтримати вибір серед чітко визначених альтернатив і спиратися на формальні підходи, такі як методи інженерної економіки, досліджень операцій, статистики та теорії рішень. Вони також можуть застосовувати методи штучного інтелекту для вирішення евристичних проблем, які вирішуються формальними методами. Правильне застосування інструментів прийняття рішень підвищує продуктивність, ефективність і результативність і надає багатьом підприємствам порівняльну перевагу перед конкурентами, дозволяючи їм робити оптимальний вибір технологічних процесів та їх параметрів, планування ділових операцій, логістики або інвестицій.

Хоча важко переоцінити важливість різних комп'ютерних засобів, що мають відношення до прийняття рішень (наприклад, баз даних, програмного

забезпечення для планування та електронних таблиць), ми розглянемо насамперед на ядро СППР, ту частину, яка безпосередньо підтримує рішення щодо моделювання та визначає найкращі альтернативи.

Простий погляд на прийняття рішення полягає в тому, що це проблема вибору серед кількох альтернатив [14]. Дещо складніший погляд включає процес побудови альтернатив (тобто, з огляду на постановку проблеми, розробку списку варіантів вибору). Повна картина включає пошук можливостей для прийняття рішень (тобто виявлення того, що є рішення, яке потрібно прийняти). Менеджер компанії може постати перед вибором, коли варіанти будуть чіткими (наприклад, вибір постачальника з-поміж усіх існуючих постачальників). Вона також може зіткнутися з чітко визначеною проблемою, для якої вона розробляє варіанти творчих рішень (наприклад, як продати новий продукт, щоб прибуток був максимізований). Нарешті, він може працювати менш реактивно і розглядати проблеми прийняття рішень як можливості, які необхідно відкрити, вивчаючи діяльність її компанії та навколишнього середовища (наприклад, як вона може зробити виробничий процес більш ефективним). Існує багато анекдотичних та деяких емпіричних доказів того, що структурування проблем прийняття рішень та визначення альтернатив творчого рішення визначають остаточну якість рішень. Системи підтримки прийняття рішень спрямовані головним чином на цей найширший тип прийняття рішень, і крім підтримки вибору, вони допомагають у моделюванні та аналізі систем (таких як складні організації), виявленні можливостей прийняття рішень та структуруванні проблем прийняття рішень.

Теоретичні дослідження раціонального прийняття рішень, зокрема ті, що в контексті теорії ймовірностей та теорії рішень, супроводжуються емпіричними дослідженнями щодо відповідності поведінки людини цій теорії [15]. У численних емпіричних дослідженнях було досить переконливо продемонстровано, що людське судження та прийняття рішень базується на інтуїтивних стратегіях на відміну від теоретично обґрунтованих правил

міркувань. Ці інтуїтивні стратегії, які в контексті прийняття рішень називають евристикою оцінки, допомагають нам зменшити когнітивне навантаження, але, на жаль, за рахунок оптимального прийняття рішення. Фактично, наші несамостійні судження та вибір демонструють систематичні порушення аксіом ймовірності (іменовані як упередження).

Можна сподіватися, що люди, які досягли знань у тій чи іншій галузі, не будуть піддаватися упередженням і наближатимуться до оптимальності при прийнятті рішень. Хоча емпіричні докази показують, що експерти дійсно є більш точними, ніж новачки в межах своєї компетенції, вони також показують, що вони піддаються тим самим упередженням, що і новачки, і демонструють очевидні помилки та невідповідність у своїх судженнях. Професіонали, такі як практикуючі лікарі, використовують, по суті, однакову евристичну оцінку та схильні до тих самих упереджень, хоча ступінь відступу від нормативно-визначеного судження зменшується із досвідом. Окрім лабораторних доказів, існує кілька досліджень експертних показників в реалістичних умовах, які показують, що вони поступаються навіть простим лінійним моделям. Наприклад, прогнози майбутньої насильницької поведінки психіатричних пацієнтів, зроблені групою психіатрів, які мали доступ до записів пацієнтів та брали інтерв'ю у пацієнтів, виявилися нижчими від простої моделі, яка включала лише випадки насильницької поведінки в минулому. Прогнози шлюбних радників щодо подружнього щастя виявилися нижчими від простої моделі, яка просто віднімала швидкість бою від швидкості статевих зносин (знову ж таки, радники шлюбу мали доступ до всіх даних, включаючи інтерв’ю з парами). Дослідження, що дають подібні результати, проводились із співробітниками банківських позик, лікарями, приймальними комісіями університетів тощо.

Перевага навіть простих лінійних моделей над інтуїтивним судженням людини свідчить про те, що одним із способів поліпшити якість рішень є розкладення проблеми прийняття рішення на більш прості компоненти, які чітко визначені та добре зрозумілі. Вивченню складної системи, побудованої

з таких компонентів, згодом може допомогти формальна, теоретично обґрунтована техніка. Процес декомпозиції та формалізації проблеми часто називають моделюванням. Моделювання зводиться до пошуку абстрактного подання реальної системи, яка максимально спрощує та передбачає систему, і, зберігаючи основні взаємозв'язки системи, опускає непотрібні деталі. Побудова моделі проблеми прийняття рішення, на відміну від цілісного міркування про проблему, дозволяє застосовувати наукові знання, які можна передавати між проблемами, а часто і між доменами. Це дозволяє аналізувати, пояснювати та аргументувати проблему рішення.

Прагнення вдосконалити процес прийняття рішень у людини забезпечило спонукання до розробки різноманітних інструментів моделювання в галузях економіки, досліджень операцій, теорії рішень, аналізу рішень та статистики. У кожному з цих інструментів моделювання знання про систему представлені за допомогою алгебраїчних, логічних або статистичних змінних. Взаємодія між цими змінними виражається рівняннями або логічними правилами, можливо, посиленими явним поданням невизначеності. Коли функціональна форма взаємодії невідома, тоді її іноді описують чисто імовірнісними термінами; наприклад, шляхом умовного розподілу ймовірностей. Після того, як модель сформульована, для її аналізу можна використовувати різноманітні математичні методи. Прийняття рішень з певністю вирішувалося за допомогою економічних методів та методів дослідження операцій, таких як аналіз грошових потоків, аналіз беззбитковості, аналіз сценаріїв, математичне програмування, методика інвентаризації та різноманітні алгоритми оптимізації для планування та логістики. Прийняття рішень в умовах невизначеності покращує вищезазначені методи за допомогою статистичних підходів, таких як аналіз надійності, моделювання та прийняття статистичних рішень.

Хоча математично модель складається із змінних та специфікації взаємодій між ними, з точки зору прийняття рішень модель та її змінні представляють наступні три компоненти: міра переваг перед цілями рішення,

наявні варіанти рішення та міра невизначеність щодо змінних, що впливають на рішення та результати.

Преференція широко розглядається як найважливіше поняття при прийнятті рішень. Результати процесу прийняття рішень не однаково привабливі, і тому, хто приймає рішення, дуже важливо вивчити ці результати з точки зору їх бажаності. Вподобання можуть бути порядковими, але зручно і часто необхідно представляти їх у вигляді числових величин, особливо якщо результат процесу прийняття рішень складається з безлічі атрибутів, які потрібно порівнювати на загальній масштаб. Навіть коли вони складаються лише з одного атрибута, але вибір робиться в умовах невизначеності, вираження уподобань чисельно дозволяє здійснити компроміси між бажаністю та ризиком.

Другий компонент проблем вирішення - доступні варіанти рішення. Часто ці варіанти можна перерахувати (наприклад, перелік можливих постачальників), але іноді вони є постійними значеннями зазначених змінних політики (наприклад, кількість сировини, яка повинна зберігатися на складі). Перелік доступних варіантів прийняття рішень є важливим елементом структурування моделі.

Третім елементом моделей прийняття рішень є невизначеність [16]. Невизначеність є однією з найбільш властивих і найбільш поширених властивостей знань, що походить від неповноти інформації, неточності та модельних наближень, зроблених заради простоти.

Прийняття рішень в умовах невизначеності [17] можна розглядати як обговорення: визначення того, які дії слід вжити, щоб максимізувати очікуваний прибуток.

Через невизначеність немає жодних гарантій того, що результат дії буде запланованим, а найкраще, на що можна сподіватися, - це максимізувати шанс бажаного результату. Процес спирається на припущення, що гарне рішення - це те, що є результатом належного процесу

прийняття рішень, який враховує всі важливі фактори та чітко визначає альтернативи рішення, уподобання та невизначеність.

Також, важливо розрізняти хороші рішення та добрі результати. Погане рішення може призвести до дуже хорошого результату. Так само за дуже вдалим рішенням може слідувати поганий результат. Підтримка рішень означає підтримку процесу прийняття рішень для прийняття кращих з усіх існуючих рішень. Можна очікувати, що кращі рішення призведуть до кращих результатів.

Першочерговим пріоритетом у прийнятті рішення є встановлення того, хто є особами, які приймають рішення, та зацікавленими сторонами у прийнятті рішення - аудиторією, що приймає рішення. Визначення осіб, які приймають рішення, на початку процесу зменшує розбіжності щодо визначення проблеми, вимог, цілей та критеріїв.

Рисунок 1.3 – Етапи процесу прийняття рішень

Хоча особи, які приймають рішення, дуже рідко залучаються до повсякденної роботи з оцінювання, зворотній зв'язок з особами, які

приймають рішення, є життєво важливим на наступних чотирьох етапах процесу:

– визначення проблеми (крок 1) ;

– ідентифікація вимог (крок 2) ;

– постановка цілі (крок 3) ;

– розробка критеріїв оцінки (крок 5).

За необхідності слід також проконсультуватися із зацікавленими сторонами. Отримавши їх вклад на ранніх етапах процесу прийняття рішень, зацікавлені сторони можуть надати корисний зворотний зв'язок до прийняття рішення.

На рисунку 1.3 показані етапи процесу прийняття рішень. Процес протікає зверху вниз, але може повернутися до попереднього кроку з будь-якої точки процесу, коли буде виявлена будь-яка нова інформація [18].

Таким чином, основні кроки процесу прийняття рішень допомагають систематизувати підхід прийняття рішень.

Виділяють наступні групи методів прийняття рішень:

– методи теорії нечітких множин (англ. Fuzzy Set Theory);

– методи штучного інтелекту (англ. Artificial Intelligence);

– методи багатокритеріального прийняття рішень (англ. Multiple-criteria decision-making).

Методи теорії нечітких множин базуються на спостереженні, що люди приймають рішення на основі неточної та нечислової інформації. Нечіткі моделі або набори є математичними засобами подання невизначеності та неточної інформації. Методи штучного інтелекту дозволяють створити модель та навчати її.

Методи багатокритеріального прийняття рішень - це концепція, яка дозволяє вибрати найбільш підходящу серед заздалегідь визначених альтернатив шляхом їх оцінки з точки зору багатьох критеріїв. Методи багатокритеріального прийняття рішень Методи MCDM ефективно

використовуються для ранжирування альтернатив, а також гарно працюють з нечіткістю вхідних даних, тому що для багатьох методів є їх нечіткі аналоги.

Багатокритеріальні методи прийняття рішень використовуються найчастіше.

1.4 Постановка задачі дослідження

Об’єктом дослідження в рамках магістерської атестаційної роботи є процеси підтримки прийняття рішень в задачах медичного страхування.

Предметом дослідження являються методи підтримки прийняття рішень в задачах медичного страхування з урахуванням нечіткості вхідних даних.

Метою даної роботи є дослідження методів підтримки прийняття рішень для вибору плану медичного страхування в інформаційній системі медичного страхування для підвищення якості обслуговування клієнтів та рівня конверсії.

Для досягнення мети, необхідно досліджувати наступні питання:

– дослідження процесів вибору плану страхування в системі медичного страхування;

– дослідження методів підтримки прийняття рішень у процесах вибору медичної страховки;

– аналіз методу FTOPSIS для вибору плану страхування в інформаційній системі медичного страхування;

– удосконалення методу FTOPSIS з вагами розрахованими алгоритмом Мамдані, який враховує персональні дані людини;

– експериментальна перевірка удосконаленого методу для підтримки персоналізованого вибору плану страхування в системі медичного страхування.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

2.1 Дослідження методів багатокритеріального прийняття рішень

Методи багатокритеріального прийняття рішень (MCDM) розглядаються як складний інструмент прийняття рішень (DM), що включають як кількісні, так і якісні фактори [19]. Протягом останніх років було запропоновано кілька методів та підходів MCDM для вибору оптимальних можливих варіантів.

AHP - це теорія вимірювання за допомогою попарних порівнянь, що спирається на судження експертів для виведення шкал пріоритетів [20]. Це один з найпопулярніших методів MCDM і має безліч переваг, а також недоліків. Однією з його переваг є простота використання. Використання парних порівнянь може дозволити особам, які приймають рішення, зважувати коефіцієнти та порівняти альтернативи з відносною легкістю. Він є масштабованим і може легко регулювати розмір для вирішення проблем прийняття рішень завдяки своїй ієрархічній структурі. І хоча він вимагає достатньо даних для правильного парного порівняння, він не настільки інтенсивний, як MAUT. Метод зазнав проблем взаємозалежності між критеріями та альтернативами. Завдяки підходу попарного порівняння, він також може зазнавати невідповідності в судженнях та критеріях ранжування, і він не дозволяє особам оцінювати один інструмент окремо.

Одним з найбільших дорікань є те, що загальна форма AHP сприйнятлива до зміни позицій. Через характер порівнянь для рейтингів, додавання альтернатив в кінці процесу може призвести до зміни остаточного рейтингу. AHP часто використовується в задачах типу управління ресурсами, корпоративній політиці та стратегії, державній політиці, політичній стратегії та плануванні. Проблеми управління ресурсами усувають недолік зміни рангу, маючи для початку обмежену кількість альтернатив.

Здатність AHP вирішувати великі проблеми робить ідеальним рішення проблем, які порівнюють продуктивність серед альтернативних варіантів. Але для проблем, де зазвичай додаються альтернативи, було б добре уникнути цього методу. ANP можна вважати загальною формою AHP і він більше стосується структури мережі. Він має можливість визначати пріоритети для груп чи кластерів елементів. Він може краще справлятись із взаємозалежністю, ніж AHP, і може підтримувати складне мережеве прийняття рішень з різними нематеріальними критеріями. Його основним недоліком, крім тих, що пов'язані з AHP, є те, що він ігнорує різні ефекти між кластерами. ANP часто використовується при виборі проектів, плануванні продукції, екологічному управлінні ланцюжками поставок та оптимальних завданнях планування. Багато з цих проблем мають взаємозалежність серед критеріїв, з якими AHP зазвичай не справляється добре. Він також може визначити пріоритетом групи, що беруть участь у проблемах вибору та планування проекту.

Також, існують нечіткі методи прийняття рішень. Теорія нечітких множин є продовженням класичної теорії множин, яка дозволяє вирішити багато проблем, пов’язаних з неточними та невизначеними даними [21]. Він має багато переваг. Нечітка логіка враховує недостатню кількість інформації та еволюцію наявних знань. Це дозволяє використовувати неточне введення. З недоліків можна виділити те, що нечіткі системи іноді буває важко розробити. У багатьох випадках вони можуть вимагати численних моделювань, перш ніж їх можна буде використовувати в реальному світі. Теорія нечітких множин встановлена і застосовувалась у таких додатках, як інженерна, економічна, екологічна, соціальна, медична та управлінська [22]. Багато з цих типів проблем використовують переваги наявності неточного виведення [23]. Такі типи програм віддають перевагу методу, який охоплює невизначеність і може бути перевірений багато разів перед реальним застосуванням.

Case-Based Reasoning (CBR) - це метод MCDM, який охоплює ситуації, подібні до проблеми з існуючої бази даних справ і пропонує рішення проблеми прийняття рішень на основі найбільш подібних випадків. Це забезпечує першу з його переваг, яка полягає в тому, що вона вимагає невеликих зусиль з точки зору отримання додаткових даних. Це також вимагає незначного обслуговування, оскільки база даних вже буде існувати і потребує незначного обслуговування.

Однією з основних переваг, яку він має перед більшістю методів MCDM, є те, що він може вдосконалюватися з часом, коли до бази даних додається все більше випадків. Він також може адаптуватися до змін у навколишньому середовищі за допомогою своєї бази даних випадків. Основним його недоліком є сприйнятливість до невідповідності даних. Попередні випадки можуть бути недійсними, або особливі випадки можуть призвести до недійсних відповідей. Іноді подібні випадки не завжди можуть бути найточнішими з точки зору вирішення проблеми. CBR використовується в галузях, де вже існує значна кількість попередніх випадків. Це включає порівняння підприємств, страхування транспортних засобів, медицини та інженерних проектів. Усі ці випадки створили запаси баз даних, які можуть бути досить великими за розміром для боротьби з невідповідністю справ.

Аналіз обробки даних (Data Envelopment Analysis або DEA) використовує техніку лінійного програмування для вимірювання відносної ефективності альтернатив [24]. Він оцінює ефективність альтернатив одна проти одної, причому найбільш ефективна альтернатива має рейтинг 1, а всі інші альтернативи мають частку 1. Він має ряд переваг. Даний метод здатний обробляти кілька входів і виходів. Ефективність може бути проаналізована та визначена кількісно. Важливим недоліком є те, що метод не має справу з неточними даними і припускає, що всі вхідні та вихідні дані точно відомі. Однак у реальних ситуаціях це припущення не завжди може бути правдивим. Результати можуть бути чутливими залежно від вхідних та вихідних даних.

DEA використовується там, де потрібно порівнювати ефективність. Це зазвичай використовується в економічних, медичних, комунальних, дорожніх питаннях, сільському господарстві, роздрібній торгівлі та бізнесі. Ці категорії особливо корисні, оскільки вони мають точні дані, які можна використовувати для введення даних, що обходить один із основних недоліків методу.

ELECTRE, разом з його численними варіаціями, є методом, що заснований на аналізі відповідності. Його головна перевага полягає в тому, що він враховує невизначеність. Одним з недоліків є те, що процес та результати може бути важко пояснити з точки зору непрофесіонала. Далі, завдяки способу включення уподобань, найнижчі показники за певними критеріями не відображаються. Метод випередження не дозволяє безпосередньо визначити сильні та слабкі сторони альтернатив, а також перевірити результати та наслідки. ELECTRE використовується в енергетиці, економіці, навколишньому середовищі, управлінні водними ресурсами та транспортних проблемах. Як і інші методи, він також враховує невизначеність та невизначеність, які, як видається, потрібні багатьом із згаданих додатків.

PROMETHEE схожий на ELECTRE тим, що він також має кілька ітерацій, а також є методом перевищення рейтингу. Сімейство методів випередження PROMETHEE, включаючи PROMETHEE I для часткового ранжування альтернатив і PROMETHEE II для повного ранжування альтернатив, було розроблено та представлено вперше в 1982 році. Кілька років потому наступні версії методів PROMETHEE були представлені, такі як PROMETHEE III для ранжування на основі інтервалу, PROMETHEE IV для повного або часткового ранжування альтернатив, коли набір життєздатних рішень безперервний, PROMETHEE V для проблем з обмеженнями сегментації, PROMETHEE VI для представлення людського мозку. Його головна перевага полягає в тому, що він дуже простий у використанні.

Недоліками є те, що він не забезпечує чіткого методу, за допомогою якого можна призначати ваги, і він вимагає присвоєння значень, але не забезпечує чіткого методу, за допомогою якого ці значення можна призначати. PROMETHEE знайшов багато користі в екологічному управлінні, гідрології та водних ресурсах, бізнесі та фінансовому менеджменті, хімії, логістиці та транспорті, виробництві та складанні, енергетичному менеджменті та сільському господарстві. PROMETHEE використовується протягом багатьох десятиліть, і його простота використання зробила його загальним методом, оскільки його ітерації вдосконалювались.

TOPSIS - це підхід до виявлення альтернативи, яка є найближчою до ідеального рішення та найдальше до негативного ідеального рішення у багатовимірному обчислювальному просторі [25]. Він має численні переваги. Простий процес – це перша його перевага. Він простий у використанні та просто програмується. Кількість кроків залишається незмінною незалежно від кількості атрибутів. Недоліком є те, що використання Евклідової відстані не враховує співвідношення ознак. Важко зважити атрибути та зберегти послідовність суджень, особливо з додатковими атрибутами. TOPSIS використовується в управлінні ланцюгами поставок та логістиці, проектуванні, інжинірингу та виробничих системах, бізнесі та маркетингу управління, управління довкіллям, управління людськими ресурсами та управління водними ресурсами. Це ще один метод, коли його простота використання зробила його застосування популярним [26].

Перевага його простоти та здатності підтримувати однакову кількість кроків незалежно від розміру проблеми дозволило швидко використовувати її для використання з іншими методами або самостійно використовуватись як інструмент для підтримки прийняття рішень.

Саме через ці переваги, варіації TOPSIS методу використовуються страховими медичними системами для вибору страхового плану.

У класичному методі TOPSIS ми припускаємо, що рейтинги альтернатив і ваг представлені числовими даними [27]. Розглянемо кроки цього алгоритму:

Крок 1. Будування матриці рішення та визначення ваги критеріїв.

Крок 2. Обчислення нормалізованої матриці рішення.

Нормалізація значень може здійснюватися за допомогою однієї наступної формули:

(2.1)

Крок 3. Обчислення зваженої нормалізованої матриці рішень.

Зважене нормоване значення обчислюється наступним чином:

(2.2)

де i=1, … , m; j=1, … , n;

– це вага критерію j, .

Крок 4. Визначення позитивного ідеального та негативного ідеального рішення.

Ідеальне позитивне рішення - це рішення, яке максимізує критерії вигоди та мінімізує критерії витрат, тоді як негативне ідеальне рішення максимізує критерії витрат та мінімізує критерії вигоди.

Позитивне ідеальне рішення має вигляд:

(2.3)

Негативне ідеальне рішення має вигляд:

(2.4)

де I асоціюється з критеріями вигоди, а J - з критеріями витрат.

Крок 5. Обчислення міри поділу від позитивного ідеального рішення та негативного ідеального рішення.

Відокремлення кожної альтернативи від позитивного ідеального рішення подається наступним чином:

(2.5)

Відокремлення кожної альтернативи від негативного ідеального рішення подається наступним чином:

(2.6)

Крок 6. Обчислення відносної близькості до позитивного ідеального рішення.

Відносна близькість і-ї альтернативи відносно визначається наступним чином:

(2.7)

де $0 \leq \leq 1$, i = 1,2, … , m.

Крок 7. Класифікація порядку уподобань або вибір альтернативи, найближчої до 1.

Набір альтернатив тепер можна ранжувати за спаданням значення

2.2 Особливості FTOPSIS методу

TOPSIS один із класичних багатокритеріальних методів прийняття рішень був розроблений Хвангом та Юном. Він базується на концепції, що обрана альтернатива повинна мати найменшу відстань від позитивного ідеального рішення (PIS) та найдальшу від негативного ідеального рішення (NIS). TOPSIS також забезпечує легко зрозумілу та програмовану процедуру

розрахунку. Він має можливість одночасно враховувати різні критерії з різними одиницями виміру.

За останні роки було розроблено ряд нечітких методів TOPSIS. Чен і Хван вперше застосували нечіткі числа для встановлення нечітких TOPSIS. Тріантафіллу та Лін розробили нечіткий метод TOPSIS, в якому відносна близькість для кожної альтернативи оцінюється на основі нечітких арифметичних операцій. Чен розширив метод TOPSIS для нечітких ситуацій прийняття групових рішень, розглядаючи трикутні нечіткі числа і визначаючи чітку евклідову відстань між двома нечіткими числами [28].

Нечіткий TOPSIS (FTOPSIS) був запроваджений для різних проблем прийняття рішень, що мають багато атрибутів.

У FTOPSIS лінгвістичні уподобання можна легко перетворити на нечіткі числа, які дозволено використовувати в розрахунках.

Пропонується, щоб особи, що приймають рішення, використовували лінгвістичні змінні для оцінки рейтингів альтернатив щодо критеріїв [29]. Якщо припустити, що в групі, яка приймає рішення, перебуває K осіб, рейтинги альтернатив щодо кожного критерію можуть бути розраховані як:

(2.8)

де рейтинг, що приймає рішення, за i-ту альтернативу щодо j-го критерію.

Отримавши ваги критеріїв та нечіткі рейтинги альтернатив щодо кожного критерію, нечітка багатокритеріальна проблема прийняття рішень може бути виражена у матричному форматі як:

(2.9)

(2.10)

де рейтинг альтернативи щодо критерію j (тобто);

позначає значення ваги .

Ці лінгвістичні змінні можна описати трикутними нечіткими числами: . Далі використовується лінійне перетворення шкали для перетворення різних шкал критеріїв у порівнянну шкалу. Отже, ми можемо отримати нормалізовану нечітку матрицю рішення, позначену :

(2.11)

де B і C - це набір критеріїв вигоди та критерії витрат, відповідно, і

(2.12)

(2.13)

(2.14)

(2.15)

Згаданий вище спосіб нормалізації полягає у збереженні властивості, якій належать діапазони нормованих трикутних нечітких чисел [0; 1].

Враховуючи різну важливість кожного критерію, ми можемо побудувати зважену нормовану нечітку матрицю рішення як:

(2.16)

де розраховується наступною формулою:

(2.17)

Відповідно до зваженої нормованої нечіткої матриці рішення ми знаємо, що елементи , є нормалізованими додатними трикутними нечіткими числами та їх діапазони належать до замкненого інтервалу [0, 1]. Тоді ми можемо визначити нечітке позитивно-ідеальне рішення (FPIS,) та нечітке негативно-ідеальне рішення (FNIS,) завдяки наступним формулам:

(2.18)

(2.19)

де та розраховується наступними формулами:

(2.20)

Відстань кожної альтернативи від та можна розрахувати як:

(2.21)

(2.22)

де - вимірювання відстані між двома нечіткими числами.

Ця відстань обчислюється за такою формулою:

(2.23)

де та це два трикутні нечіткі числа.

Коефіцієнт близькості визначається для визначення порядку ранжування всіх альтернатив, коли обчислюються та кожної альтернативи . Коефіцієнт близькості кожної альтернативи розраховується як:

(2.24)

Очевидно, що альтернативний знаходиться ближче до (FPIS,) і далі від (FPIS,) у міру наближення до 1. Тому, відповідно до коефіцієнта близькості, ми можемо визначити порядок ранжування всіх альтернатив і вибрати найкращу із набору можливих альтернатив [30].

2.3 Удосконалення FTOPSIS методу

Результатом роботи є удосконалений FTOPSIS метод з вагами розрахованими алгоритмом Мамдані, який враховує суб'єктивні дані людини (рисунок 2.2).

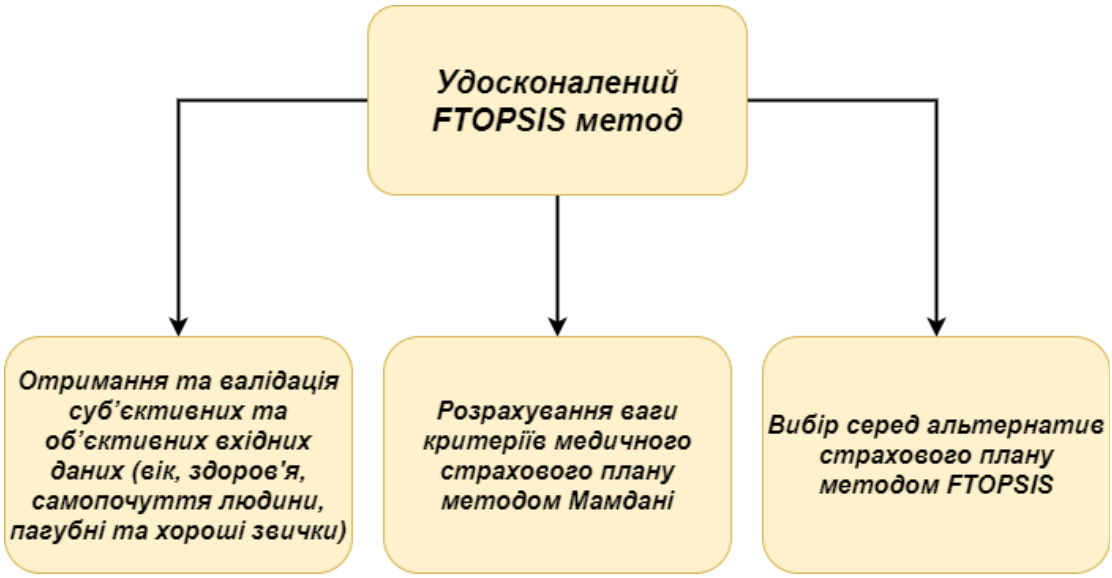

Рисунок 2.2 – Структура удосконаленого методу

Існуючі системи вибору страхового плану працюють з відносно невеликою кількістю даних про користувача. Пропонується вдосконалити

цей метод та замість стандартного кроку визначення ваги критеріїв скористатися методом Мамдані. Це допоможе змінити користувацький інтерфейс та запитувати користувача не про важливість тих чи інших критеріїв, наприклад, «важливість наявності покриття по витратам на кардіолога», де користувач може відповісти «важливо» чи «не важливо».

Використовуючи метод Мамдані, ми можемо створити та використати базу правил та розраховувати важливість того чи іншого критерію самостійно, питаючи користувача тільки про його самопочуття та звички. Наприклад, якщо людина літня, не займається спортом та має шкідливі звички, то система вибере план медичного страхування з наявністю покриття по витратам на кардіолога, тому що ця людина знаходиться у групі ризику.

Перевага удосконаленого методу полягає у використанні більшої кількості даних про користувача, використанні бази знань та розрахуванні ваги критеріїв, що дозволяє покращити метод збору даних та точніше вибрати медичний план страхування.

Недолік вдосконаленого методу полягає у високій обчислювальної складності при великої кількості даних.

Запропонований метод використовую дані про користувача, а саме: дата народження, рівень добутку, спортивні звички, шкідливі звички, наявність хвороб, самопочуття.

Тож, розглянемо етапи удосконаленого методу.

Етап 1. Визначення ваги критеріїв з урахуванням нечіткості вхідних даних за допомогою методу Мамдані.

Етап 2. Обчислення зваженої нормалізованої матриці рішень.

Етап 3. Визначення позитивного ідеального та негативного ідеального рішення.

Етап 4. Обчислення міри поділу від позитивного ідеального рішення та негативного ідеального рішення.

Етап 5. Обчислення відносної близькості до позитивного ідеального рішення.

Етап 6. Вибір альтернативи, якомога найближчої до 1.

Перший етап відрізняється від стандартного FTOPSIS методу. Інші етапи – це використання стандартного методу FTOPSIS.

Розглянемо етап 1 більш детально.

Всі вхідні дані повинні бути фазифікованими (перетвореними на нечіткі значення). Вихідні змінні будуть існувати для кожного критерія ваги, визначеного системі. Ці критерії ваги відомі заздалегідь та будуть використовуватися далі методом FTOPSIS. Ці вихідні змінні будуть залишатися нечіткими, тому що FTOPSIS вміє працювати з нечіткими числами.

Для розрахування вихідних змінних, використовується база знань та «якщо, то» правила. База правил визначається за допомогою лікарів та їх опитування.

Мета нечіткої системи Мамдані в даній системі - це узагальнення досвіду правил IF-THEN, які можуть бути використані машиною для автоматичного управління процесом. Зокрема, використовуючи такий набір правил «Якщо, То», нечітка система Мамдані визначає функцію f, яка генерує числові виходи з вхідних значень x.

Системи Мамдані складаються з правил «Якщо, То» у формі «Якщо X це A, То Y це B», наприклад "ЯКЩО ТИСК ВИСОКИЙ, ТО ОБ'ЄМ НИЗКИЙ". Частина «X це A», називається попередником правила, а частина «Y це B» називається наслідком правила.

Символи A та B позначають лінгвістичні терміни, які змодельовані як нечіткі множини, визначені на вхідних та вихідних інтервалах відповідно. Нечіткий набір A визначається функцією приналежності , яка присвоює дійсне значення від 0 до 1 кожному елементу x у вхідному інтервалі. Значення називається ступенем належності елемента x до нечіткого набору A, і його можна інтерпретувати як ступінь належності елемента x до нечіткого набору A. Якщо нечіткий набір A представляє певне поняття (тобто «HIGH»), також можна інтерпретувати як значення істинності пропозиції «X

це A», коли X = x (наприклад, значення істини «PRESSURE is HIGH», коли PRESSURE = x), представлене як TruthValue (X це A | X = x). Так само нечіткий набір B визначається функцією приналежності , яка присвоює дійсне значення від 0 до 1 кожному дійсному значенню у вихідному інтервалі.

Наведена система Мамдані складається з багатьох правил «Якщо, То». Природно, що кожне з правил (яке ми індексуємо за допомогою нижнього індексу k) може використовувати різні нечіткі набори і . Система Мамдані використовує наступні операції для обчислення значення істинності комбінованих пропозицій:

(2.25)

(2.26)

Тож, перший крок – фазифікація вхідних даних.

Другий крок – це розрахування нечіткого результату для кожного правила в базі знань. Результатом цього кроку для кожного правила «» є нечіткий набір , усічений на рівні , тобто набір такий, що

(2.27)

Третій крок – це узагальнення результатів. На цьому кроці усічені нечіткі набори, що відповідають кожному правилу, агрегуються, щоб забезпечити один єдиний нечіткий набір , визначений функцією приналежності:

(2.28)

Отримані вихідні змінні являються вагами критеріїв та використовуються наступними шагами метода FTOPSIS.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Порівняння методів багатокритеріального прийняття рішень

У попередньому розділі було виділено різні багатокритеріальні методи підтримки прийняття рішень. Всі вони мають свої переваги та недоліки.

За останні кілька десятиліть було створено та використано численні методи багатокритеріального прийняття рішень (MCDM).

Методи прийняття рішень, такі як ELECTRE та PROMETHEE, які були широко поширені на початку розвитку MCDA, були випереджені завдяки використанню підходів до вимірювання величин, таких як AHP, ANP та MAUT.

Проведено оцінку найбільш поширених методів MCDA з метою порівняння для вибору методу для вирішення конкретної проблеми. Визначення загальних методів MCDM та виявлення сильних та слабких сторін є важливим кроком у створенні фундаменту досліджень у цій галузі.

В таблиці 3.1 зображені порівняльні характеристики різних методів, а саме – їх переваги, недоліки, а також сфера застосування для кожного методу.

Таблиця 3.1 - Порівняння методів прийняття рішень

Метод	Переваги	Недоліки	Сфера застосування
Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)	Бере до уваги невизначеність, може враховувати уподобання.	Потребує багато вкладених даних; переваги повинні бути точними.	Економіка, фінанси, водний менеджмент, енергетичний менеджмент, а також сільське господарство.

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4

Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)	Бере до уваги невизначеність, може враховувати уподобання.	Потребує багато вкладених даних; переваги повинні бути точними.	Економіка, фінанси, водний менеджмент, енергетичний менеджмент, сільське господарство.
Analytic Hierarchy Process (AHP)	Простий у використанні; масштабована; Структура ієрархії може бути легко налаштована відповідно до багатьох масштабних проблем; не інтенсивне використання даних.	Проблеми через взаємозалежність між критеріями та альтернативами; може призвести до невідповідності між судженням та критеріями рейтингу; розворот рангу.	Проблеми продуктивності, управління ресурсами, корпоративна політика та стратегія, державна політика, політична стратегія та планування.
Case-Based Reasoning (CBR)	Не вимагає даних; вимагає незначного обслуговування; з часом може вдосконалюватися; може адаптуватися до змін у навколишньому середовищі.	Дуже чутливий до суперечливих даних; вимагає багатьох справ.	Бізнес, страхування транспортних засобів, медицина та інженерне проектування.

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
Data Envelopment Analysis (DEA)	Здатний обробляти кілька входів і виходів; ефективність може бути проаналізована та визначена кількісно.	Не має справу з неточними даними; передбачає, що всі вхідні та вихідні дані точно відомі.	Економіка, медицина, комунальні послуги, безпека дорожнього руху, сільське господарство, роздрібна торгівля та бізнес-проблеми.
Fuzzy Set	Дозволяє неточне	Важко	Інжиніринг,

Theory	введення; враховує недостатню кількість інформації.	розробити; може вимагати численних моделювань перед використанням.	економіка, екологія, соціальна, медична та управлінська діяльність.
Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)	Простий; дозволяє будь-який тип техніки присвоєння ваги; менше зусиль тих, хто приймає рішення.	Процедура може бути не зручною з огляду на фреймворк використання.	Екологічні, будівельні, транспортні та логістичні, військові, виробничі та складальні проблеми.

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
ELECTRE	Враховує невизначеність.	Його процес та результати може бути важко пояснити неспеціалістами; перевищення рейтингу призводить до того, що сильні та слабкі сторони альтернатив не можуть бути прямо визначені.	Проблеми енергетики, економіки, довкілля, водного господарства та транспорту.
PROMETHEE	Простий у використанні; не вимагає припущення, що критерії пропорційні.	Не забезпечує чіткого методу, за допомогою якого можна призначати ваги.	Екологія, гідрологія, водний менеджмент, бізнес та фінанси, хімія, логістика та транспорт, виробництво та монтаж, енергетика, сільське господарство.

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
FTOPSIS	Має простий процес; проста у використанні та програмуванні; кількість кроків залишається незмінною незалежно від кількості атрибутів. Дозволяє неточне введення; враховує недостатню кількість інформації.	Процес визначення ваги критеріїв є не точним.	Управління ланцюгами поставок та логістика, страхування, інжиніринг, виробничі системи, бізнес та маркетинг, управління людськими ресурсами.
Удосконалений FTOPSIS	Має простий процес; кількість кроків залишається незмінною незалежно від кількості атрибутів. Дозволяє неточне введення; враховує недостатню кількість інформації. Зручний та надійний спосіб розрахування критеріїв ваги.	Висока обчислювальна складність при великій кількості даних.	Управління ланцюгами поставок та логістика, страхування, інжиніринг, виробничі системи, бізнес та маркетинг, управління людськими ресурсами.

Таким чином, з даної таблиці можна побачити, що удосконалений FTOPSIS метод позбавлений недоліків FTOPSIS та має нові переваги. Саме ці переваги важливі для використання цього методу в задачі вибору плану медичного страхування.

3.2 Технологія використання удосконаленого методу

Алгоритм роботи етапу розрахування ваги критеріїв зображений на рисунку 3.1.

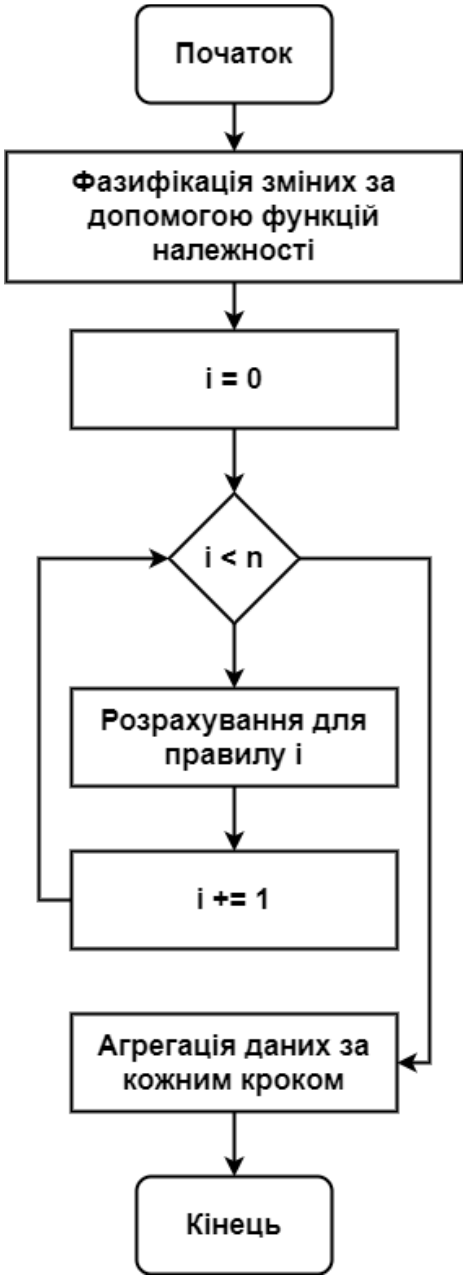

Рисунок 3.1 – Алгоритм роботи етапу розрахування ваги критеріїв

З даного алгоритму можна побачити, що система повинна фазифікувати всі вхідні значення. Потім, для кожного правилу з бази знань,

повинна розрахувати результат. Останнім кроком алгоритму є агрегація результатів кожного правилу з бази знань.

Технологія використання удосконаленого методу FTOPSIS з вагами, розрахованими алгоритмом Мамдані, який враховує персональні дані людини, для підтримки рішень з вибору плану медичного страхування зображена на рисунку 3.2.

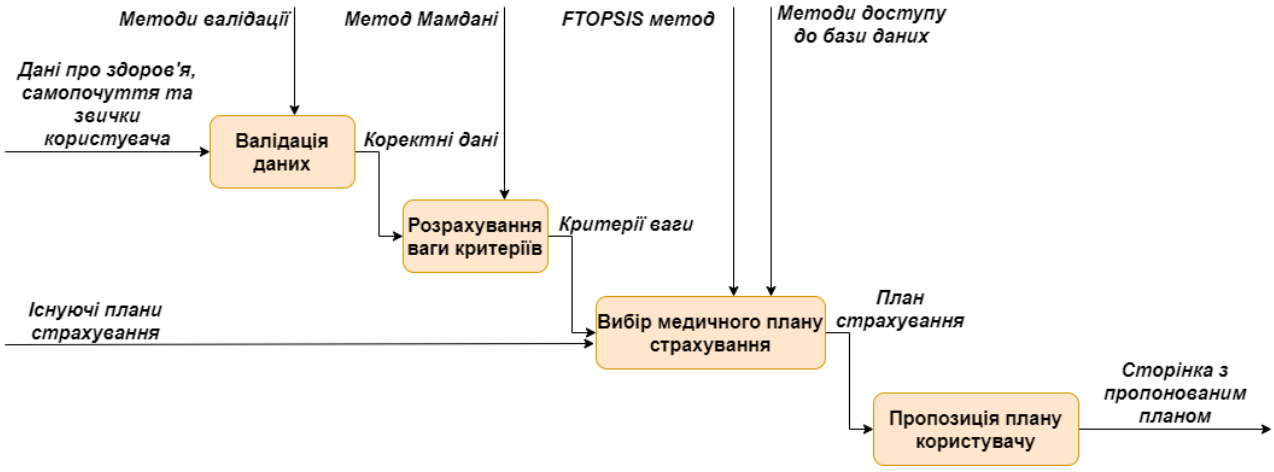

Рисунок 3.2 – Технологія підтримки рішень з вибору плану медичного страхування

З даного рисунка видно, як саме використовується удосконалений метод, які дані використовуються для цього процесу.

Вхідними даними для всього процесу вибору медичного страхового плану є дані про клієнта, а саме дата народження, рівень заробітної плати, спортивні звички користувача, пагубні звички, дані про самопочуття користувача.

Ці вхідні дані мають бути провалідовані, наприклад деякі вхідні дані мають обмеження щодо найбільшого та найменшого значень для вводу. Деякі питання користувач може пропустити. Наприклад, людина не забов’язана вказувати рівень заробітної плати, але вказуючи його система буде працювати краще.

Після етапу валідації система передає коректні дані методам розрахування ваги критеріїв.

Даний етап методу є дуже важливим та він відповідає на питання «наскільки той чи інший критерій важливий для даної людини». Наприклад, якщо користувач молодий, займається спортом, не має пагубних звичок, то система враховує, що даному користувачу не так важлива валика сума виплат за трати коштів на терапевта, як наявність виплат за трати коштів на травматолога, тому що активні люди можуть пошкодити себе на тренуванні. Іншим прикладом є людина, що часто відвідає стоматолога. Далеко не всі страхові плани сплачують трати на стоматолога. Тож, людині з такими симптомами буде важливий цей фактор. Метод Мамдані використовується для цих розрахунків.

База знань, що використовується на цьому етапі може доповнюватись скільки потрібно при незмінній кількості критеріїв. Цю базу можна редагувати, тим самим змінюючи поведінку розрахунків ваги критеріїв, а отже і поведінку вибору медичного плану.

Критерії ваги потрібні для виконання FTOPSIS методу. Також, потрібні дані про існуючі плани страхування та їх критерії. Завдяки використанню цього метода ми можемо вибрати план медичного страхування для користувача.

4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ДОСЛІДЖЕНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Програмна реалізація технології вибору плану медичної страховки

Система медичного страхування розроблена з використанням додатків, що зображені на рисунку 4.1.

Рисунок 4.1 – Використані технології

Пропонується розглянути використані в наведеній системі технології детальніше. Почнемо з вибору мови програмування для backend частини системи.

Сьогодні процес розробки веб-додатків є переважно монолітним, оскільки процес розробки додатка націлений на конкретну операційну систему і прив’язаний до певної основи програми.

Наприклад, програма, розроблена за допомогою .NET фреймворків, орієнтована на ОС Windows, а програма, розроблена за допомогою фреймворків iOS, орієнтована на iOS. Перевага використання єдиного підходу полягає в тому, що сам фреймворк забезпечує повну інфраструктуру для розробки додатків, але це не найкращий спосіб, оскільки компоненти таких додатків сильно пов'язані, що ускладнює зміну однієї частини, не впливаючи на іншу. Крім того, розробка спеціальних програм для ОС робить її менш сумісною з іншими операційними платформами, а отже, їх дорого розробляти. Отже, нам потрібна сучасна фреймворк веб-розробки, що має крос-платформні можливості.

.NET Core - це нова версія .NET Framework, яка вийшла у 2016 році. Вона розроблена з урахуванням модульності та продуктивності. Основною ідеєю платформи .NET Core є те, що програма запускається з легкої інфраструктури, а необхідні модулі завантажуються через пакети NuGet

відповідно до потреби самого додатка. Він складається з підмножини бібліотек класів .NET Framework, що називаються CoreFX, і включає в себе середовище виконання, яке називається CoreCLR.

Core CLR - це середовище виконання .Net Core, яке включає більшість основних компонентів, таких як компілятор JIT, система типів та завантажувач класів. Core CLR складається для кожної платформи ОС, так що для кожної платформи створюються різні установки. Отже, це забезпечує потужність для запуску основного додатка .net на будь-якій платформі.

.Net CoreFX - це колекція фундаментальних бібліотек, таких як IO, колекції, файлові системи, XML, які є підмножиною бібліотек класів у повному обсязі .NET. Його також називають уніфікованою бібліотекою BCL, оскільки він визначає загальний базовий рівень насамперед необхідних бібліотек.

Веб-сервер (Kestrel). .Net Core виконує роботу міжплатформеного веб-сервера під назвою Kestrel. Оскільки сама платформа не з'єднана з точки зору використання операційної системи та веб-сервера, тепер веб-сервер для платформи .Net Core не обмежується лише IIS. Kestrel включає асинхронні бібліотеки вводу-виводу і працює лише з введенням-виведенням. Вся робота, що не виконує операції введення-виведення, включаючи синтаксичний аналіз та фреймінг HTTP, здійснюється за допомогою стандартного повнофункціонального веб-сервера.

ASP.NET Core - це новий стек веб-розробок .NET. Це крос-платформний фреймворк для побудови сучасних хмарних веб-додатків. Це заохочує модульну структуру програми, оскільки вона включає модульні компоненти, що забезпечує гнучкість при створенні програмних рішень. Програми ASP.NET Core мають суто міжплатформений характер, оскільки можуть працювати в будь-якій операційній системі, такі як Windows, Mac і Linux. ASP.NET Core побудований на основі сучасних принципів дизайну програмного забезпечення на базі нової базової платформи .NET, що робить його повнофункціональною веб-структурою. Він використовує архітектуру

MVC, використовує модульний конвеєр запитів HTTP, який є ефективним способом обробки запитів із використанням невеликих дискретних модулів, використовує введення залежностей, що розглядається як найкраща практика програмного забезпечення.

Тому для розробки даного додатка була вибрана мова програмування C# та фреймворк ASP.NET Core.

Протягом останнього десятиліття спостерігалося колосальне зростання розмірів баз даних. Це змусило монолітні системи баз даних намагатися не відставати від сучасних вимог. Продукти, засновані на добре відомих рисах СУБД, доступні сьогодні. Але додатки, які потребують даних та / або функціонального розподілу, або через великий розмір даних, або з метою балансування навантаження повинні покладатися на побудовані на замовлення відносини або використовувати альтернативні системи баз даних. Оскільки реалізація розподілених розділів стала справжньою проблемою з високим попитом на багатомашинні бази даних, для заповнення прогалини СУБД з’явився цілий набір баз даних NoSQL (не тільки SQL).

Спільними рисами продуктів NoSQL є відхилення від реляційної моделі даних, спрощення транзакційної моделі та обробки транзакцій і, що найважливіше, перехід на імперативну модель програмування з декларативної мови SQL.

Реляційні бази даних часто замінюються іншими життєздатними альтернативами, такими як бази даних NoSQL, через гарну масштабованість. CosmosDB, база даних NoSQL, - це гнучка база даних, створена для масштабованості, продуктивності та високої доступності. CosmosDB - це система управління базами даних, розроблена для Інтернету та веб-додатків. Це база даних NoSQL, заснована на документах. Модель даних та стратегії стійкості побудовані для високої пропускної здатності читання та запису та можливості легкого масштабування. Модель даних CosmosDB дозволяє легко використовувати її, оскільки вона має підтримку неструктурованих даних і

не вимагає дорогих та трудомістких міграцій, коли вимоги до програми змінюються.

Документи CosmosDB кодуються у форматі JSON, що називається BSON. BSON природно підходить для сучасних методологій об'єктно-орієнтованого програмування, є легким, швидким і прохідним.

CosmosDB використовує BSON як формат мережевої передачі документів. Спочатку BSON здається BLOB-подібним, але існує важлива відмінність: база даних CosmosDB розуміє внутрішні дані BSON. Це означає, що CosmosDB може працювати зі складними об’єктами BSON, використовуючи крапкові позначення. Це дозволяє CosmosDB створювати індекси та поєднувати об'єкти з виразами запитів як на верхньому рівні, так і на вкладених ключах BSON.

CosmosDB також підтримує розширені запити та повні індекси. Це відрізняє його від інших баз даних документів, в яких окремий серверний рівень використовується для обробки складних запитів.

Тому інформаційна система медичного страхування буде використовувати CosmosDB для збереження даних.

Azure - це пропозиція інфраструктури та платформи як послуги. Існують сотні центрів обробки даних з великою кількістю ресурсів, які можуть споживати люди або компанії з будь-якої точки світу, сплачуючи лише за те, що вони використовують.

Azure не тільки зберігає та збирає базу даних у хмарі, а й пропонує розширені послуги платформи, і це є важливою відмінністю від інших хмарних продуктів, які є на ринку.

IaaS послуги – це послуги, що адресовані більш технічному користувачеві, який просить настроюваний сервер, де він сам встановлює механізм баз даних, де він може змінювати реєстр, робити кластеризацію тощо, так що базова інфраструктура послуги, яку ви будуєте, ніколи не падає. Інший фундаментальний момент полягає в тому, що він є масштабованим,

тобто, що може вимагати збільшення розміру або зменшення розміру, залежно від збільшення або зменшення попиту.

PaaS послуги – це послуги, при якому кінцевий користувач або компанія займається лише підтримкою свого додатка або послуги, які хочуть опублікувати і ваші дані. Якщо я менеджер проекту, я буду стурбований тим, що сайт працює, що каталог товарів оновлюється, наприклад, за цінами або в інвентарі. Але мені також потрібен хтось, хто турбується про те, скільки серверів працює, або щоб ця послуга працювала без помилок або якщо з'являється несподіваний попит від користувачів, хтось повинен підняти нові вузли для задоволення цього попиту. Або навпаки, якщо попит невеликий, ви автоматично зменшуєте кількість серів, щоб не платити за те, чим не користуєтесь.

І це адміністрування здійснюється автоматично засобами, що надає Microsoft. Коли все це технічне адміністрування делеговано третій стороні - в даному випадку Microsoft з Azure, ми говоримо про PaaS. Користувач відповідає лише за додаток, щоб його бізнес був добре реалізований. Потім користувач не дбає про технічну інфраструктуру чи про необхідність комп'ютерів з Windows, Linux, більшою чи меншою оперативною пам'яттю тощо.

Існує важлива відмінність від решти пропозицій, оскільки Azure є лідером в PaaS послугах. Все, що потребує програма, Azure автоматизував, і Azure можемо зрозуміти за певними метріками, що користувач хоче зробити або що потрібно додатку. Виходячи з цього, Azure створює нові або видаляє існуючи ресурси.

Azure поширюється по всьому світу в 19 регіонах. Центр обробки даних може мати до 2 з половиною мільйонів віртуальних машин, і загалом це трохи більше 100 центрів обробки даних у світі. Azure - постачальник хмарних послуг, який має найбільшу кількість центрів обробки даних. Наприклад, Amazon має 10, Google, зі свого боку, 5.

Також, всі сервіси Azure в першу чергу дуже добре працюють з .NET технологіями, які ми обрали. Отже, ми будемо використовувати Azure для хостінгу інформаційної системи.

Концепція мікропослуг була запропонована Мартіном Фаулером та Джеймсом Льюїсом у 2014 році. Через кілька років все більше і більше компаній починають намагатися використовувати мікросервісну архітектуру для побудови розподіленої системи, орієнтованої на бізнес.

Дана інформаційна система розроблена за допомогою мікросервісної архітектури, зображеної на рисунку 4.2.

Отже, підхід до розробки архітектури мікропослуг полягає у розробці окремої системи додатків шляхом розробки невеликого набору послуг. Кожна з цих невеликих служб працює у своєму власному процесі і часто використовує полегшений механізм API HTTP resource для взаємодії між собою.

Ці служби побудовані на бізнес-функціях і можуть бути розгорнуті незалежно за допомогою повністю автоматизованого механізму розгортання.

Отже, мікросервісна архітектура має наступні переваги:

- автономність і незалежність;
- невеликі сервіси проще розробляти;
- використання різних технологій зберігання даних;
- використання різних мов програмування;
- полегшене юніт-тестування системи;
- простота рефакторингу;
- використання нових технологій.

Використовуючи даний підхід ми можемо розділяти функціональність по різним сервісам. Це дає нам можливість обговорити контракт, за яким мікросервіси будуть взаємодіяти між собою, та розробляти мікросервіси паралельно.

Більш того, мікросервіси можуть розроблятися різними командами розробників, які не знають, як саме реалізовані інші мікросервіси, тому що контракт взаємодії – це найголовніше.

Також, використання архітектури мікросервісів допомагає легко масштабувати систему.

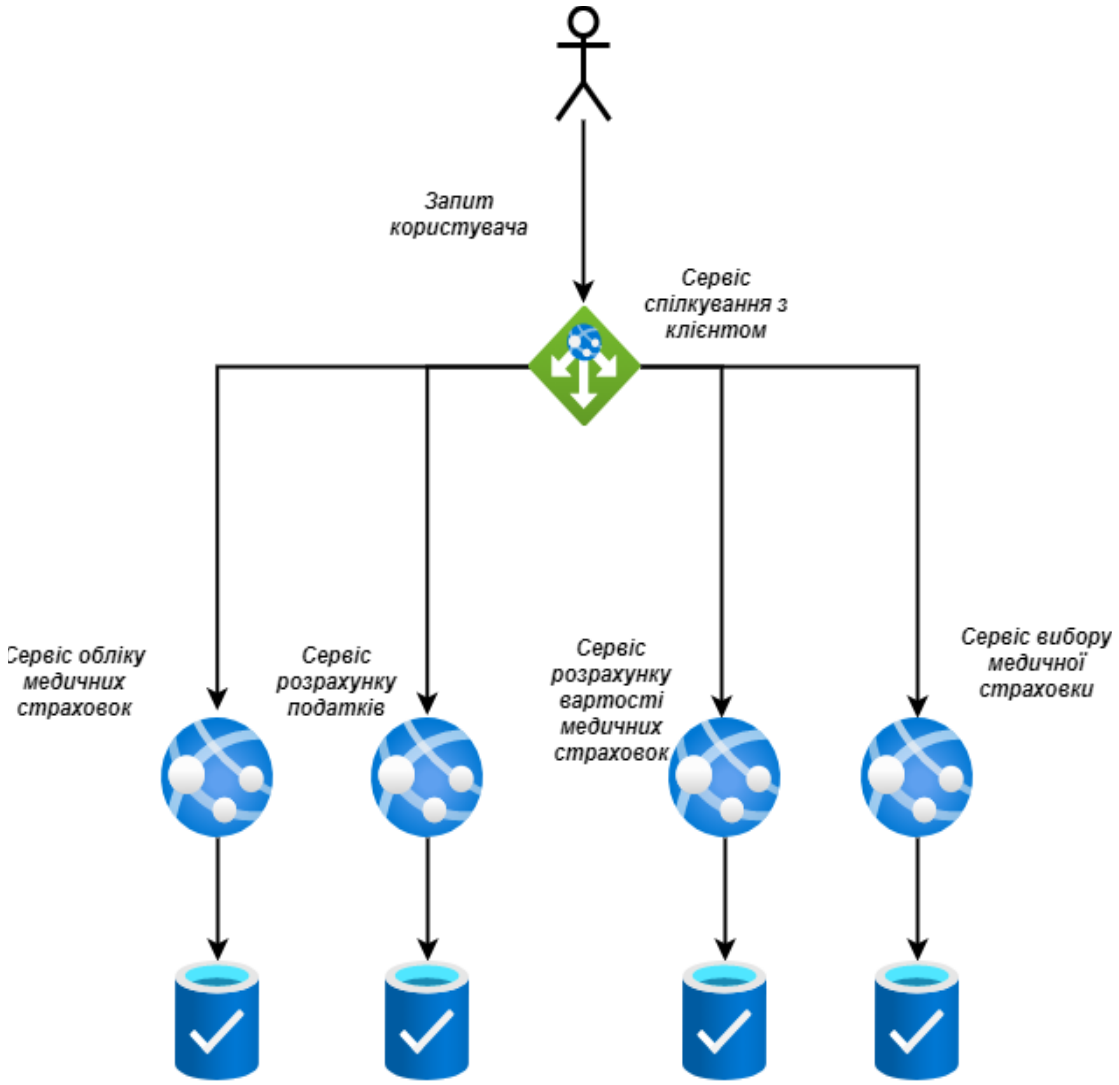

Рисунок 4.2 – Діаграма взаємодії запита користувача та сервісів

Система медичного страхування буде використовувати мікросервісний підхід для кращого масштабування системи.

Користувач в системі медичного страхування може виконувати різні дії, на рисунку 4.2 зображена UML діаграма прецедентів основних можливостей користувача [30].

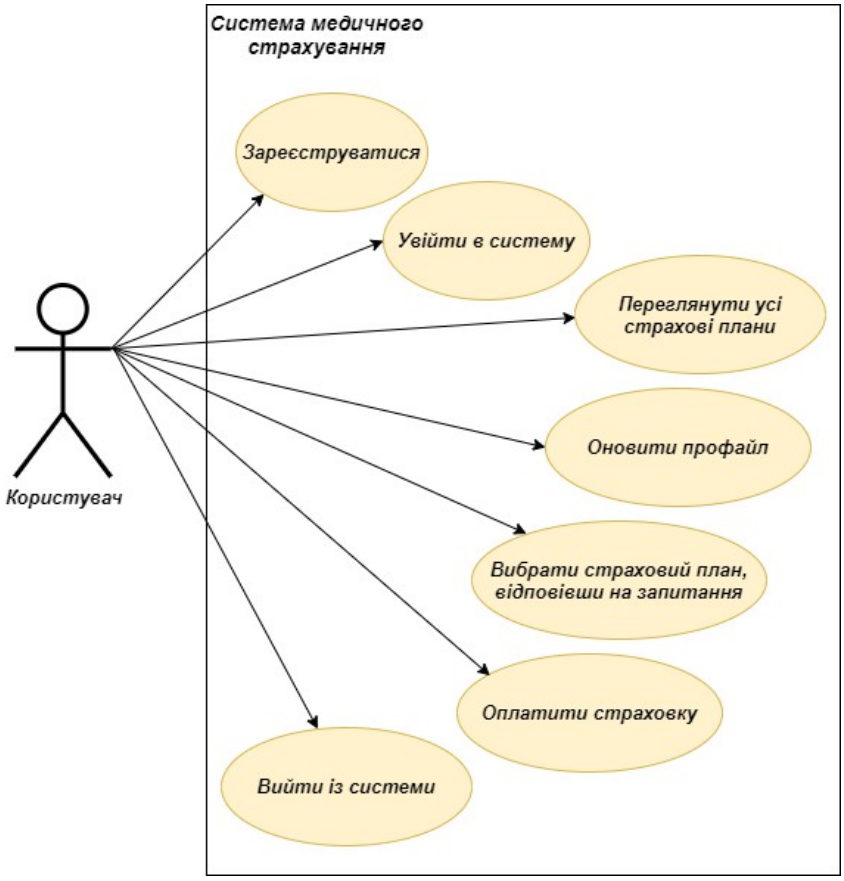

Рисунок 4.3 - Діаграма прецедентів основних можливостей користувача

З рисунка можна побачити, що користувач має можливість увійти в систему або зареєструватися. Також, користувач може оновити профайл з даними про себе. Користувач має можливість вибрати страховий план, відповівши на певні запитання щодо його здоров'я та стану. Після вибору страхового плану, користувач може заплатити за нього.

Приклади програмного коду зображені в Додатку А.

Розглянемо користувацький інтерфейс системи медичного страхування.

Для того, щоб увійти у систему, користувач повинен авторизуватися (рисунок 4.4).

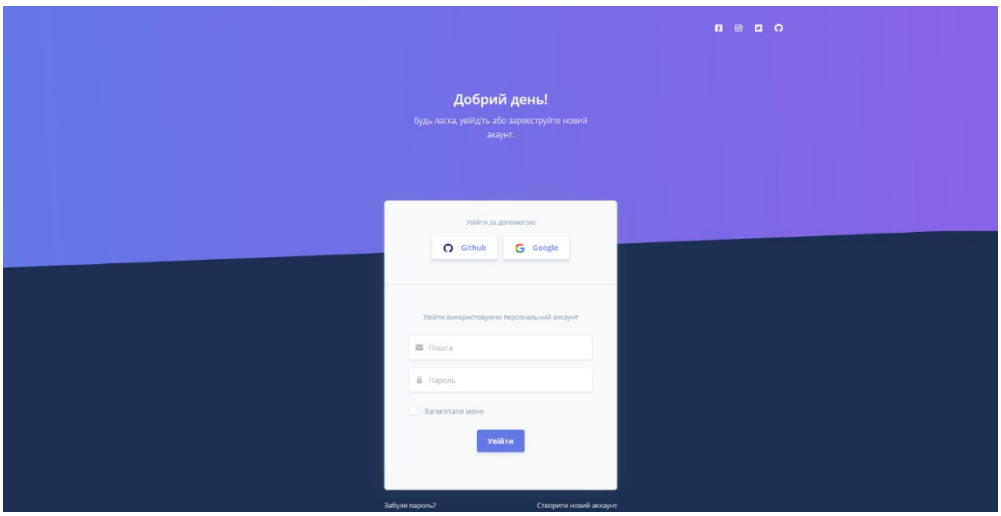

Рисунок 4.4 – Логін сторінка

На даній сторінці зображені поля для вводу пошти та паролю. Також, користувач може увійти в систему, використовуючи такі сервіси як Google або Github.

Якщо користувач ще не має свого акаунту, він може створити новий за допомогою наступної сторінки (рисунок 4.5).

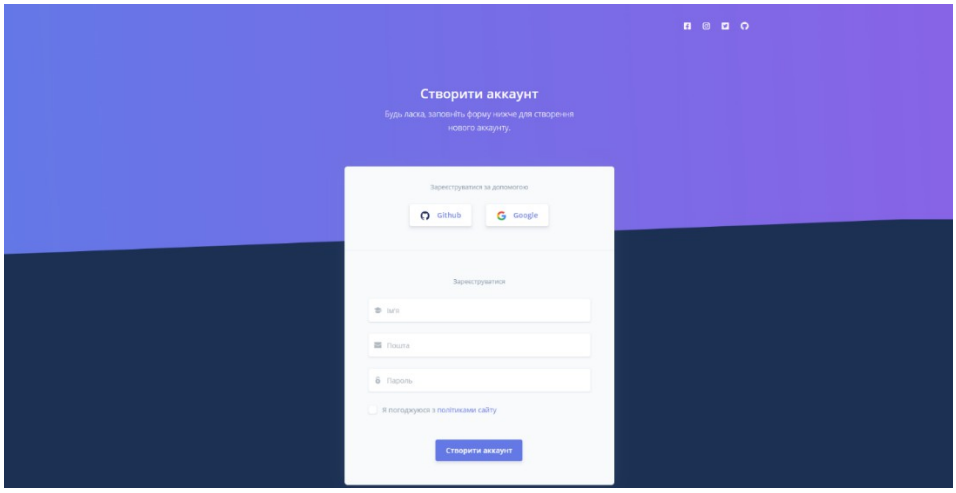

Рисунок 4.5 – Сторінка створення нового акаунту

Сторінка профайлу користувача в системі медичного страхування зображена на рисунку 4.6.

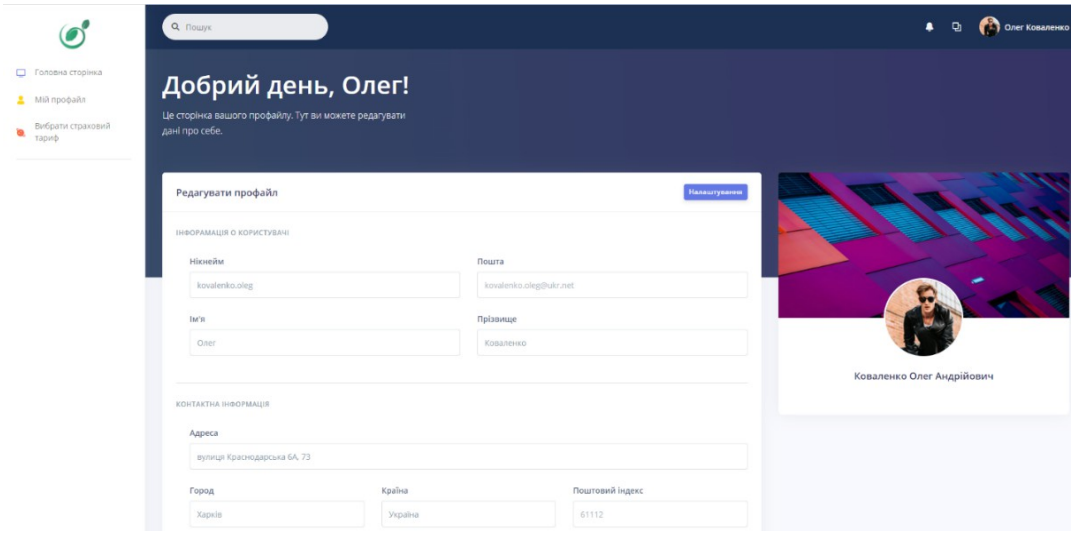

Рисунок 4.6 – Сторінка профайлу

На цій сторінці користувач може редагувати та переглядати свою персональну інформацію.

Користувач має можливість вибрати медичний план страхування, для цього йому потрібно перейти на відповідну сторінку (рисунок 4.7).

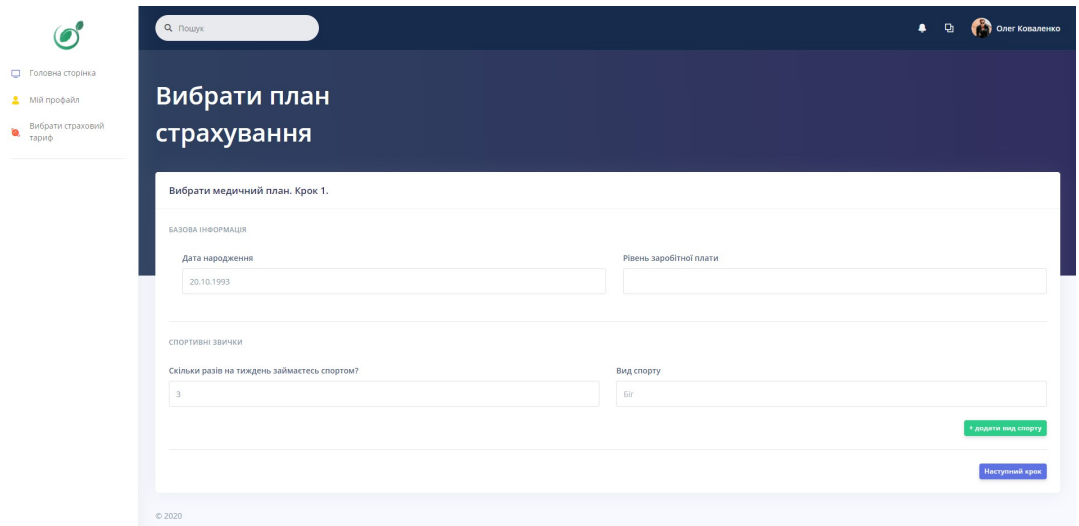

Рисунок 4.7 – Сторінка вибору медичного плану, крок 1

Опитування користувача складається з декількох екранів. На першому екрані зображена форма з полями для введення дати народження, рівня заробітної плати, а також спортивних звичок.

Користувач може вводити тільки коректні дані, тому що на стороні клієнту та на стороні серверу.

Також, користувач може не вводити свій рівень заробітної плати, якщо він не хоче надавати ці дані. Якщо ж користувач вказує ці дані, то результат буде більш точним.

Вид спорту користувач може вибрати зі списку, що буде відображатися на клієнтський частині під час вибору. Також можна вибрати декілька видів спорту.

На рисунку 4.8 зображений другий крок заповнення форми. Користувач повинен заповнити дані по шкідливі звички.

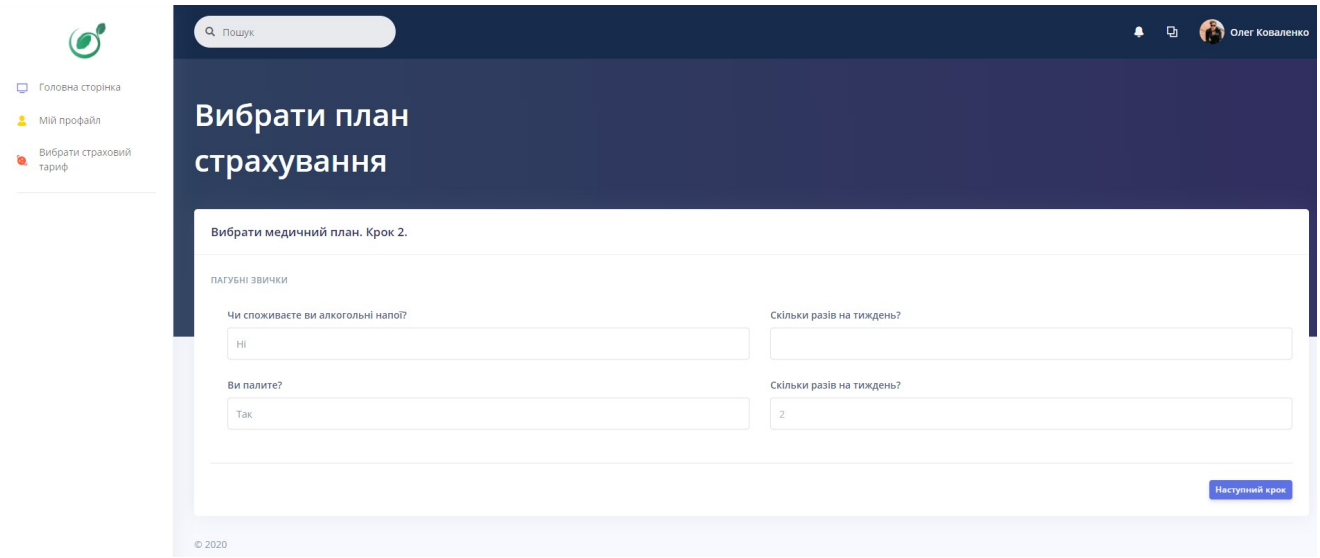

Рисунок 4.8 – Сторінка вибору медичного плану, крок 2

На рисунку 4.9 зображений останній крок заповнення форми. Користувач повинен заповнити дані про хвороби та самопочуття.

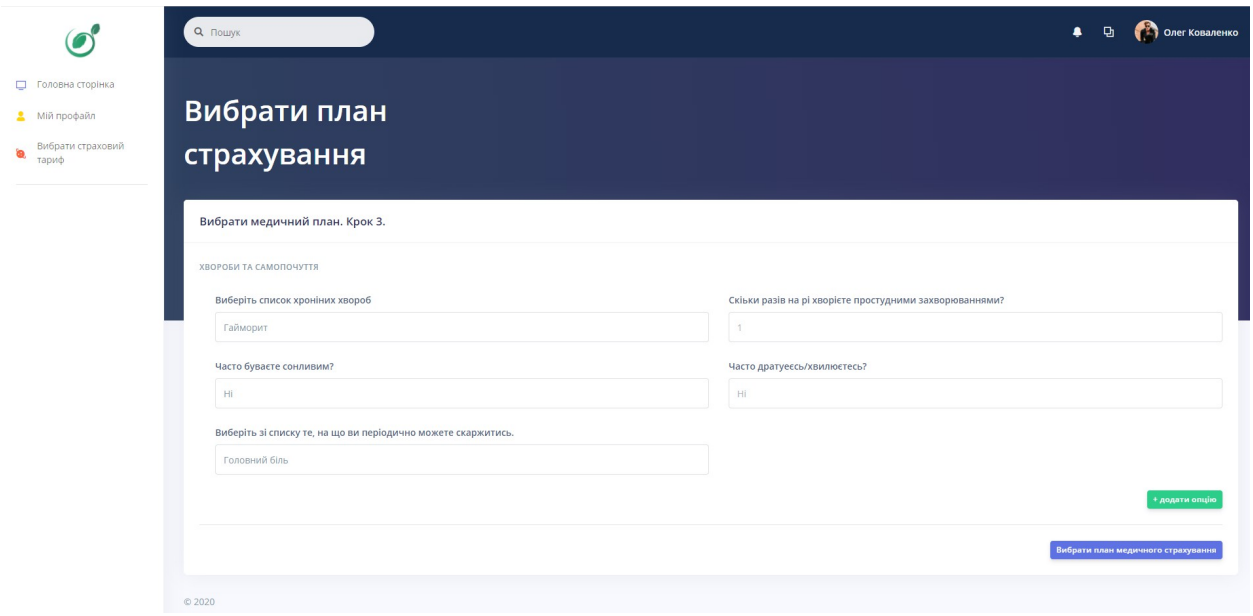

Рисунок 4.9 – Сторінка вибору медичного плану, крок 3

На рисунку 4.10 зображений екран із результатами вибору плану медичного страхування.

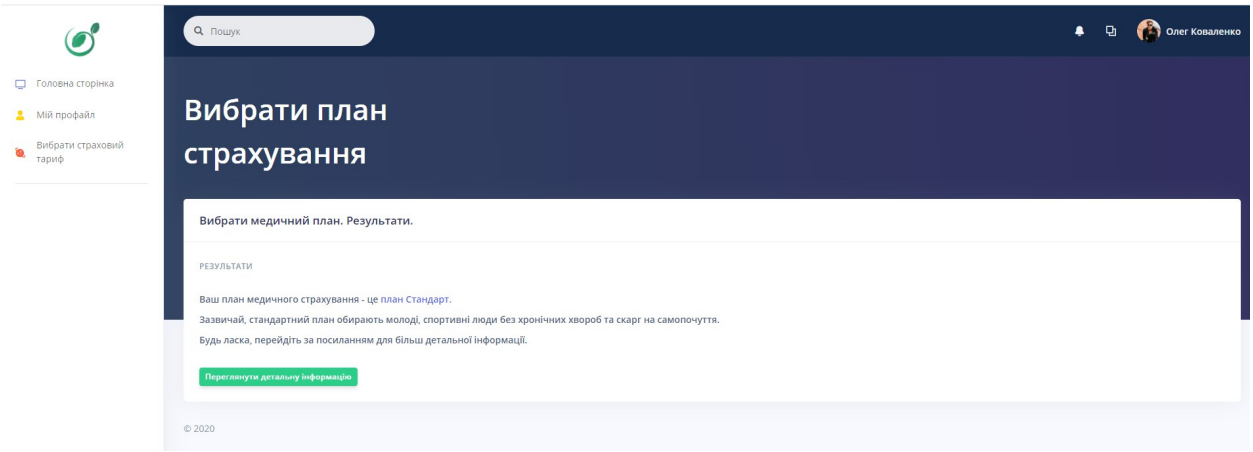

Рисунок 4.10 – Сторінка вибору медичного плану, результати

Користувач може прочитати інформацію про обраний план та перейти за посиланням для більш детальної інформації.

4.2 Експериментальна перевірка отриманих теоретичних результатів

В даному експерименті буде використано розроблену інформаційну систему медичного страхування. Підсистема вибору медичного плану буде використовувати удосконалений метод FTOPSIS з вагами критеріїв, розрахованими алгоритмом Мамдані, з урахуванням суб'єктивних даних людини.

В даному експерименті ми будемо порівнювати роботу старої версії системи, що працює без покращень методу FTOPSIS та приймає менше даних про користувача, та нову версію інформаційної системи медичного страхування, що була зображена вище та працює з удосконаленим методом FTOPSIS та приймає більше даних про користувача.

Результати наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Обсяг продажів з різними методами

Версія методу	Конверсія продажів після вибору плану медичного страхування
FTOPSIS	2.12%
Удосконалений FTOPSIS	2.53%

В даному експерименті було порівняно конверсію продажів після вибору плану медичного страхування. Тобто, конверсія продажів зросла з 2.12% до 2.53% після удосконалення методу FTOPSIS.

З результатів таблиці можна наглядно можна побачити, що удосконалений FTOPSIS метод працює краще, через те, що має більшу кількість даних про користувача та використовує метод Мамдані для розрахунку ваги критеріїв.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської атестаційної роботи було виконано дослідження підтримки прийняття рішень в задачах медичного страхування. Дослідження процесу вибору плану медичного страхування показало необхідність врахування додаткових даних про користувачів для підвищення розрахунків.

Були розглянуті методи підтримки прийняття рішень у процесах вибору плану медичного страхування. Також були розглянуті наступні пункти:

- досліджені особливості підсистеми вибору плану страхування в системі медичного страхування;

- проаналізовані та порівняні методи підтримки прийняття рішень, які можна застосувати для вибору плану медичного страхування;

- був удосконалений метод FTOPSIS за допомогою уточнення ваги критеріїв алгоритмом Мамдані з урахуванням суб’єктивних даних людини;

- була проведена експериментальна перевірка удосконаленого методу для вибору плану медичного страхування.

Проведений аналіз підтримки прийняття рішень у процесах медичного страхування показав переваги покращеного FTOPSIS методу перед звичайним, оскільки він збирає більше даних від користувача та розраховує ваги критерії ефективніше.

Отриманим результатом роботи є удосконалений метод, який підвищує конверсію продажів, який в практичному аспекті показав збільшення конверсії продажів з 2.12% до 2.53%. Вдосконалений метод і далі успішно використовується в системі.

В збірниках матеріалів 24-го міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті» 2019р. опубліковані тезиси на

тему «Дослідження методів нечіткої логіки в задачах медичного страхування» [31].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки щодо розробки та оформлення магістерської атестаційної роботи за спеціальністю 8.05010101 – Інформаційні управляючі системи та технології. Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр / Упоряд.: Левикін В.М., Міхнов Д.К., Саєнко В.І., Євланов М.В., Міхнова А.В., Керносов М.А. – Харків: ХНУРЕ, 2012. – 28 С.

2. Savitt S. The Ontology of Spacetime. *Presentism and Eternalism in perspective*. Amsterdam: Elsevier, 2006. pp.111-128.

3. Savitt S. Philosophy of Science. *There is no time like the present in Minkowski spacetime.* Amsterdam: Elsevier, 2000. pp. 563-574.

4. Saunders S. Philosophy of Science. *How Relativity Contradicts Presentism*. Amsterdam: Elsevier, 2000. pp. 231-236.

5. Bernik N. Human resources of the health system. *Vashe zdorov'e*. New York: John Wiley & Sons Inc, 2008. pp 67-93.

6. Angelov AV. Community participation in decisionmaking which influences the health system: Conditions, positions and ideas. *Community advisory boards in Ukrainian health care – Legal aspects and early experience*. Kyiv: Dizain v poligrafii, 2007. pp. 74–81.

7. Kiselyev E. M. Urgent problems of health insurance development in Ukraine. *Railway Transport Medicine in Ukraine*. Kyiv: Dizain v poligrafii, 2004. pp. 74–78.

8. Lekhan V., Rudiy V. Key strategies for further development of the health care sector in Ukraine: Joint report. Kyiv: Rayevsky Scientific Publishers, 2007.

9. Chalyi S., Pribylnova I. The method of constructing recommendations online on the temporal dynamics of user interests using multilayer graph. EUREKA: Physics and Engineering. 2019. Vol. 3. P. 13-19.

10. Чалий С.Ф., Лещинський В.О., Лещинська І.О. Моделювання пояснень щодо рекомендованого переліку об'єктів з урахуванням

темпорального аспекту вибору користувача. Системи управління, навігації та зв'язку, 2019. Том 6 № 58. С. 97-101.

11. Chalyi S., Leshchynskyi V. Knowledge Representation in the Recommendation System Based on the White Box Principle Сучасні інформаційні системи. 2019. Т. 3, № 3 С. 82-86.

12. Левикін В. М, Чала О. В. Підтримка прийняття рішень в інформаціно-управляючих системах з використанням темпоральної бази знань Науково-технічний журнал, Сучасні інформаційні системи, 2018, Том 2, № 4. С. 101-107. http://ais.khpi.edu.ua/article/view/2522-9052.2018.4.17/151762

13. Левикін В. М, Чала О.В. Знання-орієнтована структуризація управлінського рішення в системах підтримки прийняття рішень. Третя міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні та інформаційні системи і технології». Збірник наукових праць. Харків: ХНУРЕ. 2019. С. 111.

14. Marek J. Druzdzel and F. Javier Diez. Criteria for combining knowledge from different sources in probabilistic models. In Working Notes of the workshop on Fusion of Domain Knowledge with Data for Decision Support, Sixteenth Annual Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI–2000), pp. 23–29

15. Detlof von Winterfeldt and Ward Edwards. Decision Analysis and Behavioral Research. Cambridge University Press, Cambridge, 1988, pp. 72-81.

16. Samuel Holtzman. Intelligent Decision Systems. Addison-Wesley, Reading, MA, 1989, pp. 22-25.

17. Marek J. Druzdzel. Probabilistic Reasoning in Decision Support Systems: From Computation to Common Sense. PhD thesis, Department of Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, December 1992, 55-61.

18. Andrew P. Sage. Decision Support Systems Engineering. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991, pp. 102-105.

19. Bouysou D. Building criteria: A perquisite for MCDA. Readings in multiple criteria decision aid, Berlin: Springer-Verlag, 1990, pp. 319–334.

20. Podvezko V. Application of AHP technique, Journal of Business Economics and Management, 2009, pp. 181–189.

21. Zimmermann H. J. Fuzzy set theory and its applications. Dordrecht: Kluwer Academic, 1985, pp, 71-72.

22. Zadeh L. A. Fuzzy logic and its application to approximate reasoning, Part III, Information Science, 1975, pp. 43–80

23. Herrera F., Herrera-Viedma E., Martinez L. A fusion approach for managing multigranularity linguistic term sets in decision making, Fuzzy Sets and Systems 114, 2000, pp. 43–58.

24. Figueira J., Greco S. Ehrgott, M. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Springer, 2005, pp. 231-245.

25. I. B. Huang, J. Keisler, and I. Linkov, Multi-criteria decision analysis in environmental science: ten years of applications and trends, Science of the Total Environment 409, 2011, pp. 357-359.

26. G. H. Tzeng, and J. J. Huang, Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, New York, CRC Press, 2011, pp. 45-48.

27. K. P. Yoon, and C. Hwang, Multiple Attribute Decision Making: An Introduction, California, SAGE Publications, 1995, pp. 44-47.

28. E. K. Zavadskas, A. Zakarevicius, and J. Antucheviciene, Evaluation of ranking accuracy in multi-criteria decisions, Informatica 17, 2006, pp. 601-618.

29. Tzeng G. H., Huang J. J. A fuzzy multi-criteria decision-making method for facility site selection, Int. J. Prod. Res., 1991, pp. 230-233.

30. Awasthi A. A., Chauhan S. S., Goyal S. K. A multicriteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty, Math. Comput. Model., 2011, pp. 98-109.

31. Чалий С.Ф., Соляник С.Ю. Дослідження методів нечіткої логіки в задачах медичного страхування. XXIV Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті» 7–9 квітня 2020 р. С. 142