

УДК 519.8: 338.4

DOI <https://doi.org/10.32782/IT/2025-1-30>

**Тетяна ХОМ'ЯК**

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу та управління, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», просп. Дмитра Яворницького 19, Дніпро, Україна, 49005

ORCID: 0000-0002-6177-2827

Scopus Author ID: 56997472200

**Надія РЯБОКОНЬ**

студентка, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», просп. Дмитра Яворницького 19, Дніпро, Україна, 49005

ORCID: 0009-0002-1893-8948

**Бібліографічний опис статті:** Хом'як, Т., Рябоконт, Н. (2025). Системний аналіз та вибір стратегій розподілу гуманітарної допомоги. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 226–237, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2025-1-30>

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ВИБІР СТРАТЕГІЙ РОЗПОДІЛУ ГУМАНІТАРНОЇ ДОПОМОГИ

Питання розподілу гуманітарної допомоги набувають особливого значення у випадку військових конфліктів, техногенних аварій, надзвичайних ситуацій природного характеру, тощо. Нераціональний розподіл ресурсів може погіршити ситуацію та призвести до економічного спаду та зростання бідності.

**Метою** дослідження є розробка та застосування методів аналізу ієрархій (MAI) та задачі про рюкзак для оптимізації розподілу гуманітарної допомоги з метою підвищення ефективності та цільового використання ресурсів.

**Результати** розрахунків свідчать про те, що використання MAI та задачі про рюкзак дозволяє оптимально розподіляти гуманітарну допомогу. Це забезпечує максимальну ефективність розподіленої допомоги та покращує умови життя населення. Для успішної реалізації гуманітарних проєктів при надзвичайних ситуаціях важливим є використання комплексного підходу до розподілу ресурсів гуманітарної допомоги.

**Ключові слова:** метод аналізу ієрархій, задача про рюкзак, гуманітарна допомога, аналіз даних, оптимізація ресурсів, фокус-групові дослідження, надзвичайна ситуація.

**Tetiana KHOMIAK**

Candidate of Physics and Mathematics Science, Associate Professor, Associate Professor at the Department of System Analysis and Control, Dnipro University of Technology, 19, Dmytra Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005, [khomiak.t.v@nmu.one](mailto:khomiak.t.v@nmu.one)

ORCID: 0000-0002-6177-2827

Scopus Author ID: 56997472200

**Nadiia RYABOKON**

Student, Dnipro University of Technology, 19, Dmytra Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005, [riabokon.n.i@nmu.one](mailto:riabokon.n.i@nmu.one)

ORCID: 0009-0002-1893-8948

**To cite this article:** Khomiak, T., Ryabokon, N. (2025). Systemnyi analiz ta vybir stratehii rozpodilu humanitarnoi dopomohy [System analysis of the regions of Ukraine for starting a business in the provision of veterinary services]. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 226–237, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2025-1-30>

## SYSTEM ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF HUMANITARIAN AID DISTRIBUTION STRATEGIES

*The issue of distributing humanitarian aid becomes particularly significant in cases of man-made disasters, natural emergencies, and military conflicts. Inefficient resource allocation can exacerbate the situation, leading to economic decline and increased poverty.*

*The purpose of this research is to develop and apply the AHP (Analytic Hierarchy Process) method and the knapsack problem to optimize the distribution of humanitarian aid, aiming to improve the efficiency and targeted use of resources.*

*The results indicate that applying the AHP method and the knapsack problem enables efficient distribution of humanitarian aid, taking into account the specific needs of different types of settlements. This ensures maximum utility of the provided aid and contributes to improving living conditions for the population. Using a comprehensive approach to the assessment and distribution of resources is critically important for the successful implementation of humanitarian projects in emergency zones.*

**Key words:** *Hierarchy analysis method, backpack problem, humanitarian aid, data analysis, resource optimization, focus group research, emergency situation.*

**Актуальність проблеми.** Розробка на основі системного підходу математичних моделей розподілу матеріальних ресурсів в транспортно-логістичних системах в надзвичайних ситуаціях різного характеру, у випадку воєнних конфліктів є актуальною проблемою, що має важливе значення для підвищення безпеки населення та критичної інфраструктури країни, для забезпечення сталого розвитку регіонів.

Для прозорого та цілеспрямованого розподілу гуманітарної допомоги головними питаннями є визначення та оцінювання потреб для подолання наслідків війни та сприяння відновленню постраждалих громад. Під час такого розподілу надважливою є доставка продовольчої і медичної допомоги. До посилення страждань і напруги серед населення може призвести неправильний розподіл ресурсів. Особливо в умовах війни, коли інфраструктура пошкоджена, і доступ до необхідних медичних послуг стає обмеженим.

Наприклад, гуманітарна криза в Ємені розпочалася у 2015 році через ескалацію конфлікту між урядовими силами, які підтримали коаліцією на чолі з Саудівською Аравією, та повстанцями-хуситами. Ця криза призвела до масштабних бойових дій та гуманітарну катастрофу. Ситуація значно погіршилася після 2018 року, коли почалися голодомори, епідемії та блокади (Dureab et al, 2019). Методи надання продовольчої допомоги виявилися неефективними через продовження конфлікту. Оскільки продовольча допомога часто потрапляє до військових сторін, надання грошової допомоги вважається кращою альтернативою. Грошова допомога дозволяє ефективніше задовольняти потреби населення, зменшує ризики розкрадань і сприяє розвитку місцевих громад.

Таким чином, оптимальний розподіл гуманітарної допомоги являється головним питанням для подолання наслідків криз і підтримки

сталому розвитку постраждалих громад. Точна оцінка потреб населення, прозорий розподіл ресурсів можуть значно покращити якість життя людей і сприяти відбудові та стабілізації при надзвичайних ситуаціях.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У дослідженнях, що присвячені відбору гуманітарних проєктів за потребами бенефіціарів, використовуються різні підходи із своїми перевагами та недоліками. Наприклад, SWOT-аналіз використано для оцінки сильних і слабких сторін, можливостей і загроз для різних проєктів (Thomas, 2017). Цей метод допомагає ідентифікувати внутрішні та зовнішні фактори, які можуть вплинути на ефективність використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у гуманітарних проєктах. Сильні сторони дозволяють визначити ресурси, які сприятимуть реагуванню на кризи, слабкі вказують на внутрішні проблеми, зокрема, недостатній рівень професіоналізму у сфері ІКТ серед неурядових організацій.

В роботі (Yáñez-Sandivari et al, 2021) проведено всебічний огляд останньої літератури з гуманітарної логістики та операцій з реагування на катастрофи. Особливий акцент робиться на соціально-технічному феномені, що лежить в основі розробки оптимізаційних моделей, доступності даних, динамічній природі катастроф, невизначеності, включаючи психологію катастроф і поведінку людей, організаційні збої та роль державних інститутів. Визначаються теорії, методи та теми для майбутніх досліджень, що призводить до багатовимірної оптимізації гуманітарних матеріально-технічних рішень.

Математичні моделі та методи розміщення об'єктів із зонуванням території, які постраждали або може потенційно бути такою від надзвичайної ситуації, запропоновано в роботі (Коряшкіна, Дзюба, 2023).

У роботі (Lipika Shaw et al, 2022) запропоновано змішано-цілочисельну нелінійну математичну модель, пов'язану з управлінням ресурсами. Розглянуто задачу багатоцільової оптимізації для надання максимальних послуг населенню шляхом визначення позицій розподільних центрів. Ця гуманітарна логістична модель оптимізує три критерії: мінімізація витрат, мінімізація часу, максимізація ураженої зони покриття. Через неточність катастрофічного середовища деякі параметри моделі задано у вигляді нечітких чисел. Для вирішення зазначеної проблеми застосовано вдосконалене програмування нейтрозофського компромісу.

Дискретно-неперервну модель оптимального розміщення підрозділів систем екстреної логістики із закріпленням за ними зон обслуговування представлено в роботі (Dziuba et al, 2023). Розвинення функціонуючих транспортно-логістичних систем з надання, зокрема, гуманітарної допомоги, за рахунок визначення місць розміщення додаткових центрів обслуговування, досліджено в роботі (Sazonova, Koriashkina, 2024). Математичному моделюванню та розробці методів багатоетапного розподілу матеріальних ресурсів в ієрархічних транспортно-логістичних системах представлені у роботах (Koriashkina et al, 2024; Дзюба et al, 2023).

Методи багатокритеріального аналізу (MCDA) також є Sazonova, Larysa Koriashkina прикладом підходу, який допомагає порівняти різні гуманітарні проекти за кількома критеріями. Цей метод особливо корисний для оптимізації розподілу гуманітарної допомоги у постраждалих від катастроф регіонах. Він враховує кілька факторів, щоб забезпечити справедливий розподіл допомоги найбільш уразливим верствам населення. Використання таких підходів, як багатокритеріальні рішення (MCDM), допомагає визначити пріоритети та оптимізувати стратегії розподілу на основі даних з різних джерел (Трифонов, 2020).

Результати (Ferreira, Santos, 2024) засвідчили зростаючу тенденцію в дослідженнях гуманітарної логістики (HL), появу дослідницьких підгалузей у HL, зосереджених на інноваціях, великих даних, обчислювальному моделюванні та системах прийняття рішень у ланцюзі гуманітарної логістики.

У даній роботі для оптимізації процесу розподілу гуманітарної допомоги використано метод аналізу ієрархій (MAI), який дозволяє враховувати різні фактори та забезпечити ефективне використання ресурсів, що сприятиме підвищенню ефективності гуманітарної підтримки та покращенню умов життя постраждалих.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для розробки і вибору гуманітарних проектів організацією Handicap International проведено збір початкових даних через опитування фокус-груп. У 52 населених пунктах Дніпровської області (великі міста, населені пункти міського типу, села) проведено інтерв'ю та анкетування. В результаті чого отримано дані про потреби в різних видах гуманітарної допомоги (харчові набори, медичні послуги, гігієнічні засоби, освіта та інше). Фокус-групи формувалися з 10–12 учасників на основі критеріїв за віком, статтю, доходом, способом життя, міграційним статусом, статусом інвалідності. Отримано відповіді на запитання щодо впливу різних видів допомоги на життя, а також надана оцінка важливості кожного типу допомоги.

За результатами проведених дискусії та розгляду різних думок і прикладів, обміну досвідом та аналізу даних (розшифровка записів, структуризація, знаходження закономірностей і тенденцій) зроблено висновки, на основі яких створено датасет для подальшого вибору оптимальних проектів гуманітарної допомоги (приклад набору даних наведено на рис. 2).

У кожному розділі анкети передбачена специфіка гуманітарної допомоги, що враховує відповідні аспекти життя громади (соціальні, економічні, екологічні, культурні та інші). Для подальшого аналізу всі запитання сформульовано таким чином, щоб учасники могли дати розгорнуті відповіді для надання детальної інформації.

Підбір критеріїв базується на відповідних впливах. Отже, соціальний вплив враховує, як проект покращує соціальну взаємодію та психологічний стан населення. Етичні аспекти гарантують, що проекти відповідають моральним та етичним стандартам. Цей критерій допомагає забезпечити прозорість, підзвітність та дотримання прав людини. Екологічний вплив оцінює, як проект впливає на навколишнє середовище: водні ресурси та загальну екологічну стабільність. Культурна спадщина характеризує, яким чином проекти впливають на збереження і розвиток культурних цінностей. Освітні можливості розкривають, як проекти сприяють доступу до освіти. Цей критерій важливий для соціально-економічного прогресу. Соціальна інтеграція надає можливість оцінити, як проекти сприяють соціальній інтеграції різних груп населення (вразливі, маргіналізовані групи). Цей критерій важливий для забезпечення рівних можливостей та соціальної рівності. Ефективність реалізації та логістика визначає, наскільки ефективно втілюються проекти з позиції транспортування,

інфраструктури, ресурсів. Оцінка потреб оцінює, наскільки адекватно проекти відповідають дійсним потребам населення. Вплив на торговий баланс визначає, як проекти впливають на імпорт, експорт, загальний торговий баланс. Цей критерій важливий для забезпечення економічного розвитку регіону.

Таким чином, всі запропоновані критерії класифікуються на підкритерії: соціальний – вплив на соціальні відносини, вплив на якість життя; етичний – відповідність етичним нормам; екологічний – вплив на екосистему; культурна спадщина – збереження культурної спадщини, розвиток культурних цінностей; освітні – доступність до освіти, підвищення рівня освіти; соціальна інтеграція – вплив на соціальну інтеграцію; логістика – оптимізація логістичних процесів; оцінка потреб – адекватність оцінки потреб; реальний вплив проекту – вплив на торговий баланс, на зміну обсягів імпорту, експорту.

Анкету сформовано так, що до кожного підкритерія є відповідне питання. Зібрані дані систематизовано в спеціальні створені анкети. Кожен критерій оцінювався учасниками за 5-ти бальною шкалою, де 1 значить «дуже негативний вплив», а 5 – «дуже позитивний вплив». Приклад отриманого датасету наведено на рис. 1.

Опитування фокус-групи має певні переваги і недоліки (рис. 2). Ця методологія у даній роботі

виявилось надзвичайно ефективною, а також це корисний інструмент для збору даних і аналізу потреб населення Дніпровського регіону, оскільки отримано глибоке розуміння актуальних потреб різних соціальних груп, ідентифіковано оптимальні гуманітарні проекти для кожного населеного пункту, забезпечено ефективну реалізацію, що максимально задовольняє потребам.

Для виявлених потреб населення розроблено 11 проектів: Education, Food kits, Hygiene kits, Pharma, EORE, Shelter, MPCA, Winterization, Protection, Rehab, WASH. Наведемо суть кожного з них.

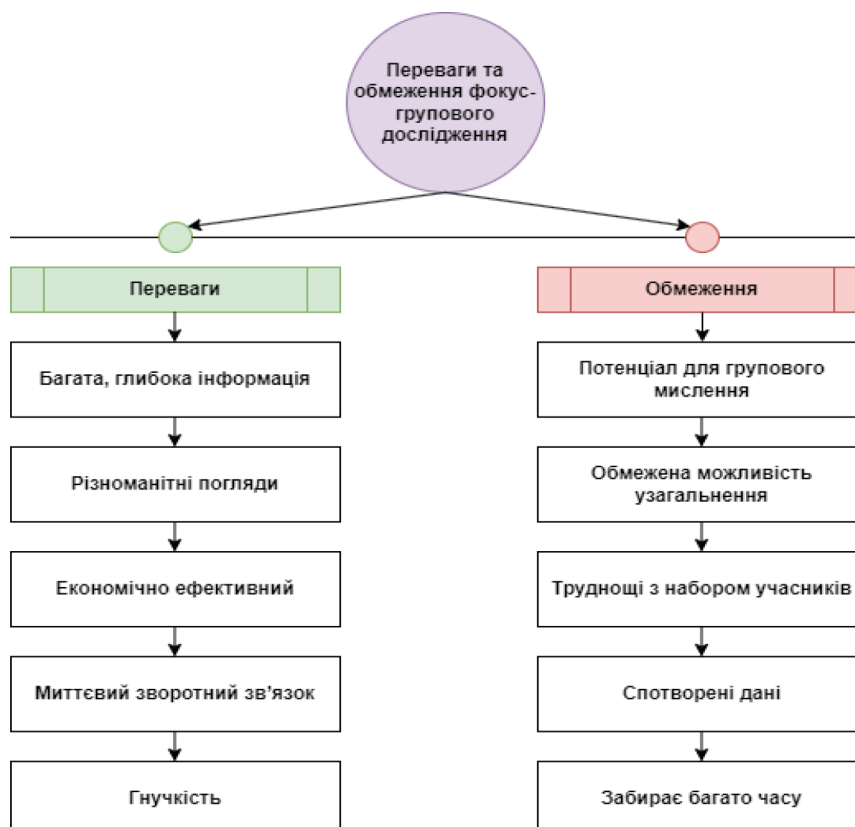
MPCA (Multipurpose Cash Assistance) розрахований на отримання грошової допомоги (тільки для переселенців). Цю допомогу можна використати на продукти, оплату комунальних послуг, покупку речей, освіту, тощо. Цей проект посилює самостійність людей до прийняття рішень щодо своїх нагальних потреб.

Protection призначений забезпечити безпеку населення, захист вразливих людей, дітей, жінок, людей похилого віку. Проект має заходи, що попереджають насильство та експлуатацію, підтримують психічний стан та здоров'я.

Winterization покриває необхідними ресурсами для підготовки до зимового сезону (теплі речі, обігрівачі, печі, засоби утеплення будинків, термоси). Такий проект допомагає знизити

| A          | B      | C             | D    | E    | F    |
|------------|--------|---------------|------|------|------|
| settlement | type   | project       | q1.1 | q1.2 | q2.1 |
| Saksahan   | мале   | MPCA          | 2    | 4    | 3    |
| Saksahan   | мале   | Winterization | 3    | 5    | 5    |
| Saksahan   | мале   | Protection    | 4    | 3    | 5    |
| Saksahan   | мале   | Rehab         | 3    | 4    | 2    |
| Saksahan   | мале   | WASH          | 3    | 5    | 4    |
| Saksahan   | мале   | Food kits     | 3    | 4    | 4    |
| Saksahan   | мале   | Hygiene kits  | 3    | 3    | 4    |
| Saksahan   | мале   | Pharma        | 3    | 4    | 5    |
| Saksahan   | мале   | EORE          | 3    | 3    | 4    |
| Saksahan   | мале   | Shelter       | 3    | 4    | 4    |
| Saksahan   | мале   | Education     | 3    | 4    | 4    |
| Dnipro     | велике | MPCA          | 4    | 4    | 3    |
| Dnipro     | велике | Winterization | 4    | 4    | 3    |
| Dnipro     | велике | Protection    | 4    | 5    | 5    |
| Dnipro     | велике | Rehab         | 5    | 5    | 5    |

Рис. 1. Структура датасету після аналізу фокус-групового дослідження



**Рис. 2. Переваги та недоліки фокус-групового дослідження**

ризиків захворювань, пов'язаних з холодом, підвищує комфорт життя протягом зими.

Rehab забезпечує реабілітацією, підтримку людей, постраждалих від конфлікту або природних катастроф, сприяє відновленню фізичного та психічного стану. Цей проєкт спрямований повернути до нормального життя, інтегруватися в суспільство.

WASH (Water, Sanitation, and Hygiene) призначений надати доступ до чистої води, гігієнічних засобів, також передбачає будівництво та ремонт водопостачання, туалетів. Проєкт спрямований знизити ризики поширення інфекційних хвороб та покращити умови життя.

Food kits забезпечує продовольчею допомогою населення. Харчові набори включають в себе базові продукти з тривалим строком придатності.

Hygiene kits призначений для забезпечення основними гігієнічними засобами. Проєкт включає тренінги з гігієнічних практик, покращує особисту гігієну, зменшує ризики поширення захворювань.

Pharma забезпечує медичну допомогу в медикаментах та медичних приладах для лікування і профілактики захворювань. Цей проєкт покращує стан здоров'я та підвищує доступ до необхідних ліків для населення.

EORE (Explosive Ordnance Risk Education) спрямований на освіту щодо ризиків, які пов'язані з вибухонебезпечними предметами, забезпечує проведення навчань для підвищення обізнаності. Проєкт зменшує ризики травмування або смертності від вибухонебезпечних предметів, підвищує обізнаність населення.

Shelter надає тимчасове житло для людей, які втратили його через конфлікти або природні катастрофи. Включає будівництво тимчасових притулків та ремонт пошкоджених будинків.

Education надає доступ до навчання постраждалих від конфліктів або катастроф, покращує якість освіти (роздача навчальних матеріалів, ремонт шкіл, підтримка вчителів). Даний проєкт підвищує рівень освіти.

Всі визначені проєкти є важливими в стратегії надання допомоги, розробленої командою Handicap International (рис. 3).

Важливим під час систематизації результатів анкетування є розподіл населених пунктів за кількістю населення (малі, середні та великі). Найчастіше у великих містах потреби є більш масштабними (житлові приміщення, медичні послуги, гуманітарна допомога) через високу концентрацію населення. У селах, потреби можуть бути менш масштабними, але не менш



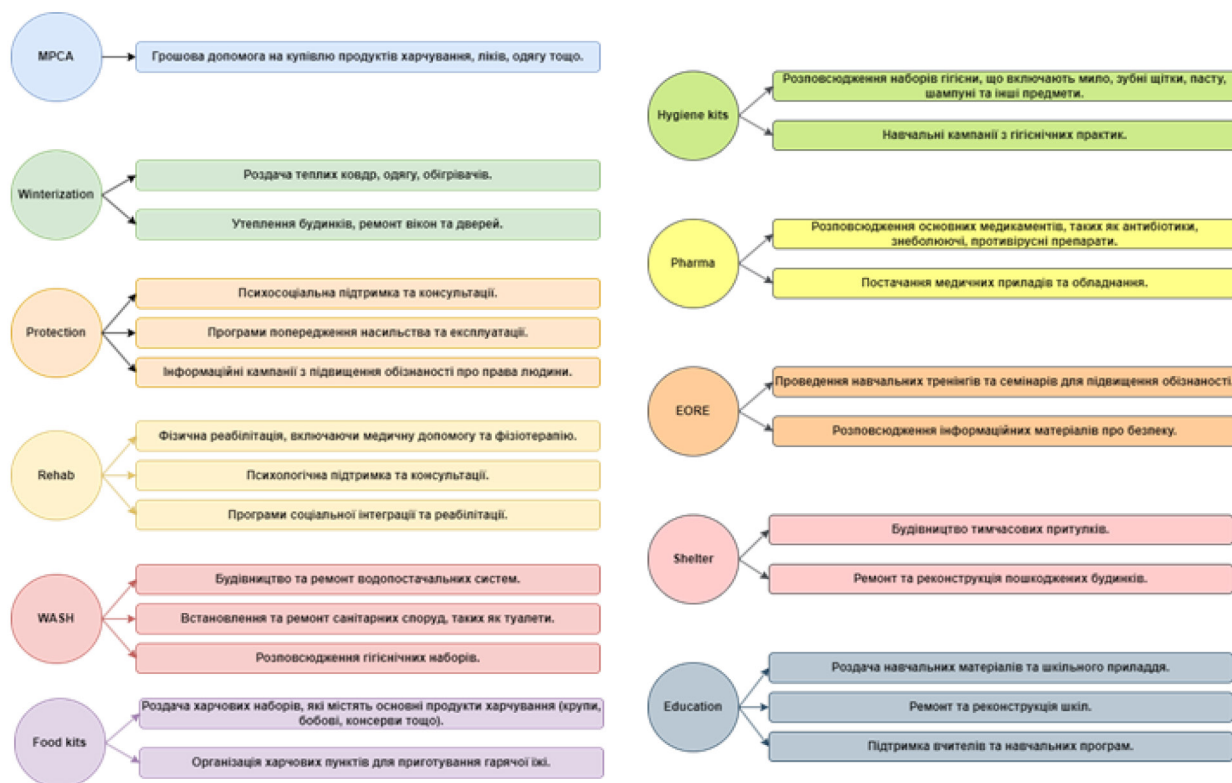


Рис. 3. Визначення проєктів та їх головних напрямів

важливими. Також враховуються інфраструктурні можливості, оскільки великі міста мають розвинену інфраструктуру і цей факт сприяє ефективному наданню допомоги. У селах інфраструктура обмежена, це викликає складнощі у виборі проєкту та методу його реалізації. Ще характерною рисою є соціально-економічні умови. Так, у селах економічні можливості обмежені, але соціальна структура більш згуртована.

Було виявлено, що село Саксагань має значні проблеми з водопостачанням, так як річка Саксагань висихає, тому мешканці наголошують на важливості проєктів WASH. Місто Дніпро приймає велику кількість переселенців через військовий конфлікт, тому більшість людей має потребу у проєктах, які надають основні життєві необхідності: гігієнічні набори (Hygiene kits) та набори їжі (Food kits). Вказане місто має добре розвинену інфраструктуру, це дозволяє ефективно впроваджувати масштабні гуманітарні проєкти та швидко реагувати на потреби населення.

За результатами проведеного анкетування за населеними пунктами Дніпро (велике), Тернівка (середнє), Саксагань (мале), отримано діаграму Венна, представлену на рис. 4.

Таким чином, з метою більш ефективного розподілу гуманітарної допомоги і для забезпечення максимальної користі для різних груп населення потрібно проводити ранжування

населених пунктів за кількістю населення та іншими ключовими параметрами.

**Використання методу аналізу ієрархії (MAI).** Для оптимального розподілу гуманітарної допомоги за методом аналізу ієрархії (MAI) визначено вагомість кожного критерію та підкритерію, а також пріоритетність проєктів. Наведемо розрахунки пріоритетності проєктів для одного населеного пункту, на рис. 5 представлено ієрархія критеріїв.

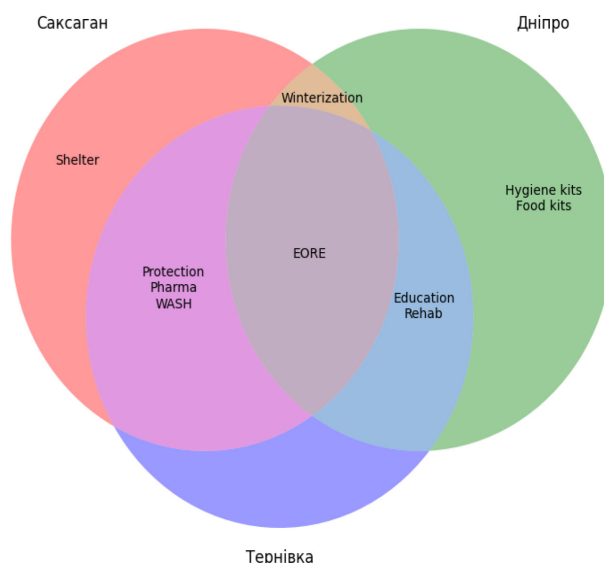


Рис. 4. Діаграма Венна для проєктів у трьох населених пунктах

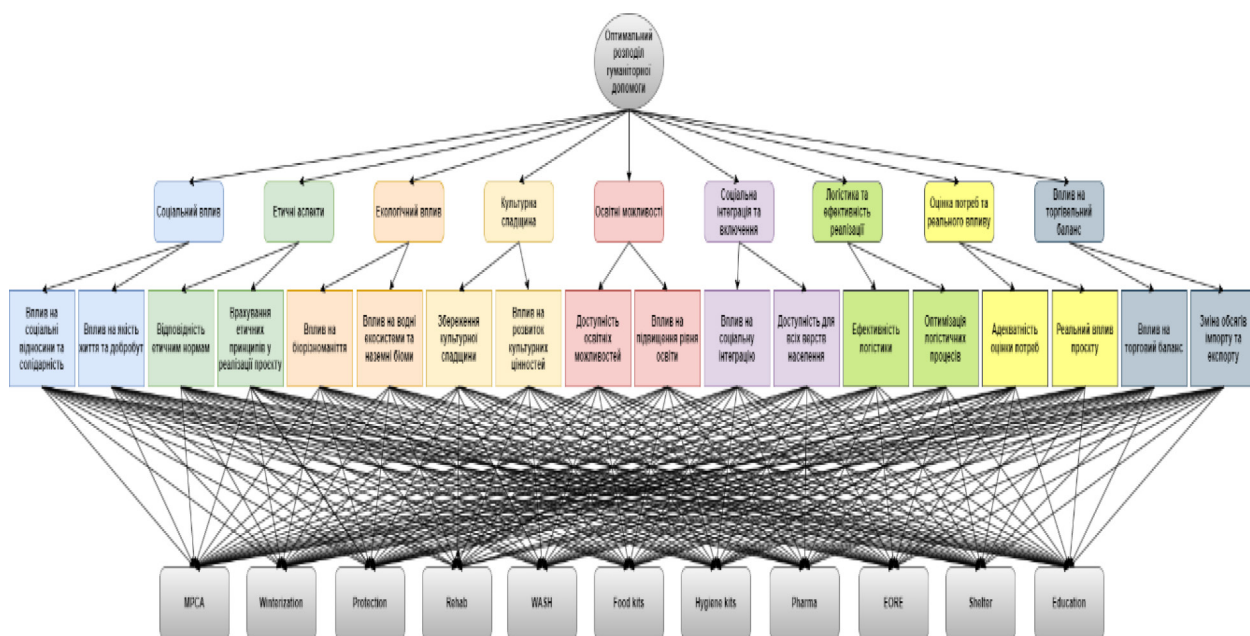


Рис. 5. Ієрархічна структура критеріїв для оцінки гуманітарних проєктів

Для оцінки проєктів за шкалою Сааті визначено важливість кожного з критеріїв: 1 – оцінка потреб і реального впливу (ОПРВ); 2 – етичні аспекти (ЕА); 3 – соціальний вплив (СВ); 4 – соціальна інтеграція та включення (ІВ); 5 – освітні можливості (ОМ); 6 – логістика та ефективність реалізації (ЛЕ); 7 – екологічний вплив (ЕВ); 8 – вплив на торговельний баланс (ТБ); 9 – культурна спадщина (КС).

Для побудови матриці попарних порівнянь критеріїв другого рівня використовується думка експертів. Порівняння робиться з лівого верхнього елемента матриці, визначається, наскільки елемент важливіший за інші. При порівнянні елемента із самим собою відношення дорівнює одиниці. Якщо перший елемент важливіший, ніж другий, тоді записується ціле число із шкали, інакше записується зворотна величина. Отримаємо зворотно симетричну матрицю

$$\left( a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \text{ для всіх значень } i \text{ та } j \right).$$

Для заповнення такої матриці необхідно врахувати  $n(n-1)/2$  думок експертів, де  $n$  – загальна кількість порівнюваних елементів. На рис. 6 наведена матриця попарних порівнянь для критеріїв другого рівня. Отримана матриця дозволяє кількісно оцінити відносну важливість кожного з критеріїв.

Наступним етапом вирішення задачі є обчислення локальних пріоритетів. Формуються вектори пріоритетів на основі заповненої матриці парних порівнянь критеріїв. Дані вектори відображають цінність кожного окремого об'єкта. Пріоритети виражаються числовими значеннями від нуля до одиниці. Сума пріоритетів елементів одного кластеру дорівнює одиниці.

Вектор локальних пріоритетів являє собою нормалізований власний вектор матриці:

|      | ОПРВ | ЕА   | СВ   | ІВ   | ОМ   | ЛЕ   | ЕВ   | ТБ   | КН   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ОПРВ | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,00 |
| ЕА   | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 |
| СВ   | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 |
| ІВ   | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 |
| ОМ   | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 |
| ЛЕ   | 0,17 | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 |
| ЕВ   | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00 |
| ТБ   | 0,13 | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 2,00 |
| КН   | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1,00 |

Рис. 6. Матриця попарних порівнянь для критеріїв другого рівня

|      | ОПРВ | ЕА   | СВ   | ІВ    | ОМ    | ЛЕ    | ЕВ    | ТБ    | КН    | bi       | W        |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
| ОПРВ | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00  | 5,00  | 6,00  | 7,00  | 8,00  | 9,00  | 4,147166 | 0,30812  |
| ЭА   | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 3,00  | 4,00  | 5,00  | 6,00  | 7,00  | 8,00  | 3,007992 | 0,223483 |
| СВ   | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 2,00  | 3,00  | 4,00  | 5,00  | 6,00  | 7,00  | 2,113099 | 0,156996 |
| ІВ   | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1,00  | 2,00  | 3,00  | 4,00  | 5,00  | 6,00  | 1,459233 | 0,108416 |
| ОВ   | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50  | 1,00  | 2,00  | 3,00  | 4,00  | 5,00  | 1        | 0,074296 |
| ЛЭ   | 0,17 | 0,20 | 0,25 | 0,33  | 0,50  | 1,00  | 2,00  | 3,00  | 4,00  | 0,685292 | 0,050915 |
| ЭВ   | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,25  | 0,33  | 0,50  | 1,00  | 2,00  | 3,00  | 0,473239 | 0,03516  |
| ТБ   | 0,13 | 0,14 | 0,17 | 0,20  | 0,25  | 0,33  | 0,50  | 1,00  | 2,00  | 0,332448 | 0,0247   |
| КН   | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,17  | 0,20  | 0,25  | 0,33  | 0,50  | 1,00  | 0,241129 | 0,017915 |
| SUM  | 2,83 | 4,72 | 7,59 | 11,45 | 16,28 | 22,08 | 28,83 | 36,50 | 45,00 | 13,4596  | 1        |

Рис. 7. Результати обчислення власного вектора матриці

$$W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n) = \left( \frac{b_1}{\sum b_i}, \frac{b_2}{\sum b_i}, \dots, \frac{b_n}{\sum b_i} \right),$$

результати обчислення якого подані на рис. 7.

Отже, пріоритети елементів другого рівня дорівнюють  $w_i$ , де  $i = 1, \dots, 11$ .

Наступним кроком є обчислення узгодженості матриці для уникнення помилок, пов'язаних із неточностями при заповненні матриці порівнянь. Індекс узгодженості (ІУ) обчислено за формулою:

$$IU = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1),$$

де  $n$  – число порівнюваних елементів. Значення ІУ = 0,051885. Відношення узгодженості (ВУ):

ВУ =  $IU/n_{\text{вип}} = 0,03578$ , де  $n_{\text{вип}}$  – число випадкової узгодженості (для матриці порядку 9 число випадкової узгодженості становить 1,45). Значення ВУ має бути близько 10 %, аби бути прийнятною.

Для кожного з критеріїв другого рівня складено матриці порівнянь елементів третього рівня, які із ними пов'язані, та розраховані локальні пріоритети. Після цього перевірено узгодженість всіх матриць. Далі обчислюються глобальні пріоритети критерію третього рівня:

$x_j^{k+1} = \sum_{i=1}^n x_i^k b_{ij}$ . Результати розрахунків наведені на рис. 8.

| Критерії другого рівня                  | Глобальні пріоритети критерію другого рівня, $x_i^k$ | Критерії третього рівня                           | Локальні пріоритети критеріїв третього рівня, $b_{ij}$ | Глобальні пріоритети критеріїв третього рівня |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Соціальний вплив                     | 0.308119645                                          | Вплив на соціальні відносини та                   | 0.2                                                    | 0.061623929                                   |
|                                         |                                                      | Вплив на якість життя та добробут                 | 0.8                                                    | 0.246495716                                   |
| 2. Етичні аспекти                       | 0.223483089                                          | Відповідність етичним нормам                      | 0.75                                                   | 0.167612317                                   |
|                                         |                                                      | Врахування етичних принципів у реалізації проекту | 0.25                                                   | 0.055870772                                   |
| 3. Екологічний вплив                    | 0.156995738                                          | Вплив на                                          | 0.2                                                    | 0.031399148                                   |
|                                         |                                                      | Вплив на водні екосистеми та наземні              | 0.8                                                    | 0.12559659                                    |
| 4. Культурна спадщина                   | 0.108415787                                          | Збереження культурної спадщини                    | 0.833333333                                            | 0.090346489                                   |
|                                         |                                                      | Вплив на розвиток культурних цінностей            | 0.166666667                                            | 0.018069298                                   |
| 5. Освітні можливості                   | 0.074296429                                          | Доступність освітніх можливостей                  | 0.666666667                                            | 0.049530953                                   |
|                                         |                                                      | Вплив на підвищення рівня освіти                  | 0.333333333                                            | 0.024765476                                   |
| 6. Соціальна інтеграція та включення    | 0.05091472                                           | Вплив на соціальну інтеграцію                     | 0.25                                                   | 0.01272868                                    |
|                                         |                                                      | Доступність для всіх верств населення             | 0.75                                                   | 0.03818604                                    |
| 7. Логістика та ефективність реалізації | 0.035159932                                          | Ефективність логістики                            | 0.25                                                   | 0.008789983                                   |
|                                         |                                                      | Оптимізація логістичних процесів                  | 0.75                                                   | 0.026369949                                   |
| 8. Оцінка потреб та реального впливу    | 0.024699674                                          | Адекватність оцінки потреб                        | 0.25                                                   | 0.006174918                                   |
|                                         |                                                      | Реальний вплив проекту                            | 0.75                                                   | 0.018524755                                   |
| 9. Вплив на торговельний баланс         | 0.017914987                                          | Вплив на торговий                                 | 0.75                                                   | 0.01343624                                    |
|                                         |                                                      | Зміна обсягів імпорту та експорту                 | 0.25                                                   | 0.004478747                                   |

Рис. 8. Результати розрахунку глобальних пріоритетів третього рівня



|                      | Вплив на соціальні відносини та солідарність |
|----------------------|----------------------------------------------|
| <b>MPCA</b>          | 2                                            |
| <b>Winterization</b> | 3                                            |
| <b>Protection</b>    | 4                                            |
| <b>Rehab</b>         | 3                                            |
| <b>WASH</b>          | 3                                            |
| <b>Food kits</b>     | 3                                            |
| <b>Hygiene kits</b>  | 3                                            |
| <b>Pharma</b>        | 3                                            |
| <b>EORE</b>          | 3                                            |
| <b>Shelter</b>       | 3                                            |
| <b>Education</b>     | 3                                            |

Рис. 9. Фрагмент з бази даних

Для четвертого рівня ієрархії складено 18 матриць для порівняння альтернатив. Наведено заповнення матриць для першого підкритерію. Після заповнення бази даних, для першого підкритерію отримано наступні відповіді на перше питання анкети (рис. 9): 1 – найнижчий вплив, а 5 – найвищий.

Матриця попарних порівнянь складається для порівняння важливості кожного проекту відносно іншого за відповідним підкритерієм. Значення на головній діагоналі матриці дорівнюють одиниці. На основі даних з опитування для кожної пари проектів визначено, наскільки один проект важливіший за інший.

Для заповнення матриці попарних порівнянь альтернатив за відповідним підкритерієм

| •Вплив на соціальні відносини та солідарність | MPCA | Winterization | Protection | Rehab | WASH | Food kits | Hygiene kits | Pharma | EORE | Shelter | Education |
|-----------------------------------------------|------|---------------|------------|-------|------|-----------|--------------|--------|------|---------|-----------|
| <b>MPCA</b>                                   | 1    | 0.33          | 0.2        | 0.33  | 0.33 | 0.33      | 0.33         | 0.33   | 0.33 | 0.33    | 0.33      |
| <b>Winterization</b>                          | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |
| <b>Protection</b>                             | 5    | 3             | 1          | 3     | 3    | 3         | 3            | 3      | 3    | 3       | 3         |
| <b>Rehab</b>                                  | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |
| <b>WASH</b>                                   | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |
| <b>Food kits</b>                              | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |
| <b>Hygiene kits</b>                           | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |
| <b>Pharma</b>                                 | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |
| <b>EORE</b>                                   | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |
| <b>Shelter</b>                                | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |
| <b>Education</b>                              | 3    | 1             | 0.33       | 1     | 1    | 1         | 1            | 1      | 1    | 1       | 1         |

Рис. 10. Матриця попарних порівнянь альтернатив

| •Вплив на соціальні відносини та солідарність | MPCA    | Winterization | Protection | Rehab | WASH  | Food kits | Hygiene kits | Pharma | EORE  | Shelter | Education |          | W           |
|-----------------------------------------------|---------|---------------|------------|-------|-------|-----------|--------------|--------|-------|---------|-----------|----------|-------------|
| <b>MPCA</b>                                   | 1       | 0.33          | 0.2        | 0.33  | 0.33  | 0.33      | 0.33         | 0.33   | 0.33  | 0.33    | 0.33      | 0.34875  | 0.028622582 |
| <b>Winterization</b>                          | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| <b>Protection</b>                             | 5       | 3             | 1          | 3     | 3     | 3         | 3            | 3      | 3     | 3       | 3         | 2.843902 | 0.233404563 |
| <b>Rehab</b>                                  | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| <b>WASH</b>                                   | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| <b>Food kits</b>                              | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| <b>Hygiene kits</b>                           | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| <b>Pharma</b>                                 | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| <b>EORE</b>                                   | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| <b>Shelter</b>                                | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| <b>Education</b>                              | 3       | 1             | 0.33       | 1     | 1     | 1         | 1            | 1      | 1     | 1       | 1         | 0.999087 | 0.081996984 |
| Sum:                                          | 33      | 12.33         | 4.17       | 12.33 | 12.33 | 12.33     | 12.33        | 12.33  | 12.33 | 12.33   | 12.33     | 12.18443 | 1           |
| Transpose W:                                  | 0.02862 | 0.08199698    | 0.233405   | 0.082 | 0.082 | 0.082     | 0.08199698   | 0.082  | 0.082 | 0.082   | 0.082     |          |             |

Рис. 11. Розрахунки локальних пріоритетів альтернатив

використано шкалу відносної важливості Сааті (від 1 до 9). Кожна клітинка матриці представляє собою відношення важливості одного проекту до іншого за цим підкритерієм (рис. 10).

Наступним кроком розраховано локальні пріоритети (рис. 11) та перевірено узгодженість матриці (рис. 12).

За таким алгоритмом обчислено 18 матриць попарних порівнянь для кожного підкритерію та розраховано локальні пріоритети.

|        |         |
|--------|---------|
| L max= | 11.017  |
| IY=    | 0.0017  |
| BI=    | 0.00113 |

Рис. 12. Перевірка узгодженості матриці

|      | Глоб. Пріор.<br>Крит. 3 рівня | MPCA     | Winterization | Protection  | Rehab    | WASH     | Food kits | Hygiene kits | Pharma   | EORE     | Shelter  | Education |
|------|-------------------------------|----------|---------------|-------------|----------|----------|-----------|--------------|----------|----------|----------|-----------|
| BC   | 0.061623929                   | 0.028623 | 0.081996984   | 0.233404563 | 0.081997 | 0.081997 | 0.081997  | 0.081996984  | 0.081997 | 0.081997 | 0.081997 | 0.081997  |
| ЖД   | 0.246495716                   | 0.08177  | 0.209358516   | 0.030220405 | 0.08177  | 0.209359 | 0.08177   | 0.030220405  | 0.08177  | 0.03022  | 0.08177  | 0.0817703 |
| ЕН   | 0.167612317                   | 0.028141 | 0.181899947   | 0.181899947 | 0.015985 | 0.068362 | 0.068362  | 0.068362478  | 0.1819   | 0.068362 | 0.068362 | 0.0683625 |
| ЕП   | 0.055870772                   | 0.019387 | 0.099155899   | 0.221020752 | 0.019387 | 0.040854 | 0.040854  | 0.099155899  | 0.099156 | 0.040854 | 0.099156 | 0.2210208 |
| БР   | 0.031399148                   | 0.090909 | 0.090909091   | 0.090909091 | 0.090909 | 0.090909 | 0.090909  | 0.090909091  | 0.090909 | 0.090909 | 0.090909 | 0.0909091 |
| ЕБ   | 0.12559659                    | 0.103507 | 0.034219696   | 0.103506734 | 0.103507 | 0.103507 | 0.103507  | 0.103506734  | 0.103507 | 0.103507 | 0.03422  | 0.1035067 |
| ЗКС  | 0.090346489                   | 0.090909 | 0.090909091   | 0.090909091 | 0.090909 | 0.090909 | 0.090909  | 0.090909091  | 0.090909 | 0.090909 | 0.090909 | 0.0909091 |
| РКЦ  | 0.018069298                   | 0.090909 | 0.090909091   | 0.090909091 | 0.090909 | 0.090909 | 0.090909  | 0.090909091  | 0.090909 | 0.090909 | 0.090909 | 0.0909091 |
| ДОМ  | 0.049530953                   | 0.132932 | 0.046657529   | 0.132932141 | 0.046658 | 0.046658 | 0.046658  | 0.046657529  | 0.046658 | 0.132932 | 0.046658 | 0.2746009 |
| ПРО  | 0.024765476                   | 0.047054 | 0.04705441    | 0.126739389 | 0.047054 | 0.047054 | 0.047054  | 0.04705441   | 0.047054 | 0.248413 | 0.047054 | 0.2484127 |
| ВСІ  | 0.01272868                    | 0.046658 | 0.046657529   | 0.274600874 | 0.132932 | 0.046658 | 0.046658  | 0.046657529  | 0.046658 | 0.132932 | 0.046658 | 0.1329321 |
| ДВВН | 0.03818604                    | 0.019367 | 0.112189389   | 0.112189389 | 0.112189 | 0.041463 | 0.112189  | 0.112189389  | 0.041463 | 0.253836 | 0.041463 | 0.0414626 |
| ЕЛ   | 0.008789983                   | 0.274023 | 0.054756231   | 0.054756231 | 0.024179 | 0.014049 | 0.137989  | 0.137989146  | 0.054756 | 0.054756 | 0.054756 | 0.1379891 |
| ОЛП  | 0.026369949                   | 0.24899  | 0.141624867   | 0.058060301 | 0.023365 | 0.023365 | 0.05806   | 0.058060301  | 0.023365 | 0.05806  | 0.05806  | 0.2489899 |
| АОП  | 0.006174918                   | 0.029524 | 0.153551647   | 0.153551647 | 0.015471 | 0.0641   | 0.153552  | 0.153551647  | 0.0641   | 0.029524 | 0.0641   | 0.0295235 |
| РВП  | 0.018524755                   | 0.060067 | 0.060067384   | 0.024771199 | 0.16253  | 0.16253  | 0.060067  | 0.060067384  | 0.16253  | 0.060067 | 0.024771 | 0.1625302 |
| ВТБ  | 0.01343624                    | 0.246649 | 0.018835529   | 0.103340585 | 0.103341 | 0.038157 | 0.038157  | 0.038157406  | 0.103341 | 0.103341 | 0.103341 | 0.1033406 |
| ЗІЕ  | 0.004478747                   | 0.111201 | 0.036797084   | 0.111201094 | 0.111201 | 0.036797 | 0.111201  | 0.036797084  | 0.111201 | 0.111201 | 0.111201 | 0.1112011 |
|      |                               | 0.076595 | 0.124744874   | 0.113188665 | 0.069956 | 0.106588 | 0.07883   | 0.069047671  | 0.099545 | 0.081269 | 0.069623 | 0.1106136 |

Рис. 13. Глобальні пріоритети альтернатив відносно всіх рівнів ієрархії

Далі отримано глобальні пріоритети, результати яких наведено на рис. 13.

Отже, отримано пріоритети альтернативних проєктів за вигодами, що представлено в табл. 1.

Таблиця 1  
Пріоритети альтернативних проєктів за вигодами

| Проект        | Глобальні пріоритети |
|---------------|----------------------|
| Winterization | 0.124744874          |
| Education     | 0.1106216            |
| Protection    | 0.111386665          |
| Pharma        | 0.099545             |
| EORE          | 0.081269             |
| MPCA          | 0.076595             |
| Food kits     | 0.078883             |
| WASH          | 0.106588             |
| Shelter       | 0.069623             |
| Hygiene kits  | 0.069046771          |
| Rehab         | 0.069956             |

**Висновки.** Використання методу аналізу ієрархій дозволило дослідити структуру ієрархії критеріїв для оцінки проєктів, визначити їх локальні та глобальні пріоритети, ранжувати їх за важливістю. На основі аналізу отриманих результатів можна зазначити, що для кожного типу населеного пункту існують специфічні потреби, пріоритети. Великі міста мають більш складні інфраструктурні виклики, а це ускладнює досягнення максимальної корисності з обмеженим бюджетом. Застосування комплексного підходу до оцінки та розподілу ресурсів є критично важливим для успішної реалізації гуманітарних проєктів у зонах конфлікту.

Інтеграція результатів дослідження у практику організації Handicap International дозволила ефективно планувати та реалізовувати гуманітарні проєкти, забезпечуючи підтримку найбільш уразливих верств населення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Dureab F., Ismail O., Müller O., Jahn A. Cholera Outbreak in Yemen: Timeliness of Reporting and Response in the National Electronic Disease Early Warning System. *Acta Inform Med.* 2019 Jun; 27(2). 85–88. doi: 10.5455/aim.2019.27.85-88. PMID: 31452564; PMCID: PMC6688295.

2. Dziuba S., Bulat A., Koriashkina L., Blyuss B. Discrete-Continuous Model of the Optimal Location Problem for the Emergency Logistics System. 2023. URL: <https://ssrn.com/abstract=4401341> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4401341>

3. Ferreira J.C. de S., dos Santos, P.H.P.A Systematic Review of The Literature on Humanitarian Logistics Using Multimethod Analysis. *Revista De Gestão Social E Ambiental*, 2024. 18(4), e04727. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n4-063>.

4. IdeaScale. "What is Focus Group Research?". 2022. URL: <https://ideascale.com/blog/what-is-focus-group-research/> (дата звернення: 11.04.2023).

5. Koriashkina L. Two-stage problems of optimal location and distribution of the humanitarian logistics system's structural subdivisions / L.Koriashkina, S.Us, M.Odnovol, O.Stanina, S.Dziuba. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2024. № 1. P. 130–139. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/130>

6. Krzysztof P., Faaland B. "Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations". John Wiley & Sons. 2010.
7. Lipika Shaw, Soumen Kumar Das, Sankar Kumar Roy. Location-allocation problem for resource distribution under uncertainty in disaster relief operations, *Socio-Economic Planning Sciences*, 2022. Volume 82, Part A, <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101232>
8. Luis Yáñez-Sandivari, Cristián E. Cortés, Pablo A. Rey, Humanitarian logistics and emergencies management: New perspectives to a sociotechnical problem and its optimization approach management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2021. Vol. 52, 101952. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101952>
9. Sazonova M., Koriashkina L. Optimal location of additional facilities and reallocation of service areas, 27 August 2024, Preprint (Version 1). 2023. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4971931/v1>
10. Thomas C. Evaluating information communication technology (ICT) usage in humanitarian response: a swot analysis and proposal. California State University, Maritime Academy. Capstone 900, April 19. 2017. URL: <https://scholarworks.calstate.edu/downloads/pc289j96f>
11. Дзюба С. Математичні моделі оптимізаційних задач частково-двоетапної евакуації населення із зонуванням постраждалої території / С.Дзюба, Л.Коряшкіна, О.Станіна, Лубенець Д. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 2023. № 3. С. 13–21.
12. Коряшкіна Л.С. Математичні моделі та методи розміщення об'єктів із зонуванням території в системах екстреної логістики / Л.С.Коряшкіна, С.В.Дзюба. *System technologies*, 2023. Vol. 6, No. 149. P. 107–122. DOI10.34185/1562-9945-6-149-2023-09
13. Трифонова О.В., Тимошенко Л.В., Ус С.А. Математичні моделі і методи прийняття рішень для сталого розвитку: навч. посіб. О.В.Трифопова, Л.В.Тимошенко, С.А.Ус Київ : Видавництво НТУУ "КПІ". 2020. 60 с.

#### REFERENCES:

1. Dureab, F., Ismail, O., Müller, O., Jahn, A. (2019). Cholera Outbreak in Yemen: Timeliness of Reporting and Response in the National Electronic Disease Early Warning System. *Acta Inform Med*. 2019 Jun; 27(2), 85–88. doi: 10.5455/aim.2019.27.85-88. PMID: 31452564; PMCID: PMC6688295.
2. Dziuba, S., Bulat, A., Koriashkina, L., & Blyuss, B. (2023) Discrete-Continuous Model of the Optimal Location Problem for the Emergency Logistics System. Retrieved from: <https://ssrn.com/abstract=4401341> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4401341>
3. Ferreira, J.C. de S., & dos Santos, P.H.P. (2024). A Systematic Review of The Literature on Humanitarian Logistics Using Multimethod Analysis. *Revista De Gestão Social E Ambiental*, 18(4), e04727. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n4-063>
4. IdeaScale. (2022). "What is Focus Group Research?". Retrieved from: <https://ideascale.com/blog/what-is-focus-group-research/> (дата звернення: 11.04.2023).
5. Koriashkina, L. (2024). Two-stage problems of optimal location and distribution of the humanitarian logistics system's structural subdivisions / L.Koriashkina, S.Us, M.Odnovol, O.Stanina, S.Dziuba. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, № 1. P. 130–139. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/130>
6. Krzysztof, P., & Faaland, B. (2010). "Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations". John Wiley & Sons.
7. Lipika Shaw, Soumen Kumar Das, Sankar Kumar Roy. (2022). Location-allocation problem for resource distribution under uncertainty in disaster relief operations, *Socio-Economic Planning Sciences*, Volume 82, Part A, <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101232>
8. Luis Yáñez-Sandivari, Cristián E. Cortés, Pablo A. Rey, (2021). Humanitarian logistics and emergencies management: New perspectives to a sociotechnical problem and its optimization approach management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 52, 101952. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101952>
9. Sazonova, M., Koriashkina, L. (2023). Optimal location of additional facilities and reallocation of service areas, 27 August 2024, Preprint (Version 1) available at Research Square <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4971931/v1>
10. Thomas, C. (2017). Evaluating information communication technology (ICT) usage in humanitarian response: a swot analysis and proposal. California State University, Maritime Academy. Capstone 900, April 19. Retrieved from: <https://scholarworks.calstate.edu/downloads/pc289j96f>
11. Dziuba, S., Koriashkina, L., Stanina, O., Lubenets, D. (2023). Matematychni modeli optymizatsiinykh zadach chastkovo-dvoetapnoi evakuatsii naselennia iz zonuvanniam postrazhdaloi terytorii [Mathematical models of optimization problems of partially two-stage population evacuation with territory segmentation].

*Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, № 3. С. 13–21. [in Ukrainian]

12. Koriashkina, L. S. (2023). Matematychni modeli ta metody rozmishchennia ob'ektiv iz zonuuvanniam terytorii v systemakh ekstrenoi lohistyky [Mathematical models and methods of objects' location with area zoning in emergency logistics] / L. S. Koriashkina, S. V. Dziuba *System technologies*, Vol. 6, No. 149. P. 107–122. DOI10.34185/1562-9945-6-149-2023-09 [in Ukrainian].

13. Tryfonova, O. V. (2020). Matematychni modeli i metody pryiniattia rishen dlia staloho rozvytku [Mathematical models and decision-making methods for sustainable development]: navch. posib. / O. V. Tryfonova, L. V. Tymoshenko, S. A. Us Kyiv : Vydavnytstvo NTUU "KPI". 60 c. [in Ukrainian].