

Сергій Миколайович Іванов,

канд. екон. наук, доцент,

ORCID 0000-0002-3994-280X

e-mail: ivanovsn1954@gmail.com

Маріупольський державний університет, м. Київ

## ТЕОРЕТИКО-ПРИКЛАДНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЦІЛЬОВОГО ПРОГРАМУВАННЯ В ЗАДАЧАХ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ

**Вступ.** Задача розподілу ресурсів одна з найпоширеніших в економіці. В цілому проблема розподілу полягає в розміщенні ресурсів між конкуруючими альтернативами, маючи за мету або отримання мінімуму загальних витрат, або максимуму загальної віддачі. Основними складовими цієї проблеми є: певна кількість обмежених ресурсів; набір завдань, необхідних для виконання, реалізація кожного з яких потребує певної кількості ресурсів; набір витрат або віддачі для кожного завдання та ресурсу. Проблема полягає у визначенні того, яку частину кожного ресурсу виділити на кожне завдання або у виборі тих завдань, які принесуть найкращу віддачу у разі отримання на їх реалізацію обмежених ресурсів. Актуальність проблеми не викликає сумнівів, оскільки всі без виключення ресурси є обмеженими.

Вирішенню цієї оптимізаційної проблеми присвячені роботи українських та зарубіжних вчених [1-10 та інші]. Проведемо стислий аналіз зазначених публікацій.

Опис різних підходів та методик до розподілу обмежених ресурсів в управлінні проектами представлено в роботах Ю. Вереса [1], В. Галіцина та О. Сулова [2]. При цьому розглядаються різні умови та алгоритми виділення ресурсів з урахуванням різних обмежень при виконанні проектів. Серед розглянутих виділяються такі механізми: календарного планування, з використанням пріоритетів, з використанням конкурсних методик, управління портфелями проектів, для реалізації яких пропонується застосування апарату теорії нечітких множин.

В роботі О. Вереса, Ю. Вереса та А. Катренко [3] досліджено питання розроблення структури системи підтримки прийнятих рішень (СППР), яка розв'язуватиме задачі оптимального розподілу обмежених ресурсів та процесів оперативного управління їх перерозподілу, запропоновано декілька різних структур СППР залежно від типів розв'язуваних задач та методів їх розв'язання.

Робота А. Вороніна та А. Савченко [4] містить підхід до моделювання процесу розподілу обмеженого ресурсу з акцентом на недопустимість порушення нижньої межі його використання для кожного окремого (парціального) випадку. Такі задачі особливо актуальні в медицині, авіаційній галузі, хімічній промисловості тощо, коли отримання ресурсу в кількості меншій, ніж фізіологічно (технологічно, технічно) необхідно призводить до руйнування систем, що досліджується.

Специфічним питанням розподілу ресурсів в операційних системах реального часу (ОСРЧ, англ. Real-Time Operating System, RTOS) вбудованих і кіберфізичних систем, де суворі обмеження на час відгуку та пам'ять критичні для безпеки й надійності, при-

свячено роботу О. Козельського [5], в якій запропоновано метод тензорної декомпозиції, інтегрованою у ядро FreeRTOS, для адаптивного розподілу ресурсів в ОС з метою підвищення ефективності керування ресурсами в режимі реального часу.

Особливістю статті М. Новожилової, О. Чуб та О. Костенко [6] є дослідження і побудова інструментальних засобів моделювання та розв'язання задачі розподілу ресурсів з урахуванням так званого часового вікна — двобічних обмежень на час використання ресурсів — як багатовимірної оптимізаційної задачі геометричного проектування. Ця проблема має критичне значення, особливо в умовах ворожого зовнішнього середовища, надзвичайних ситуацій та військових операцій, і стосується таких сфер діяльності, як організація медичного обслуговування та постачання ліків, готельна справа, транспортне та ремонтне обслуговування, комунальне господарство великих міст, сфера ритейлу тощо.

В. Квашук, Ю. Рак та В. Бондаренко в своїй статті [7] запропонували інноваційні механізми розподілу обмежених ресурсів при проектно-орієнтованому управлінні проектами, портфелями проектів і програм розвитку складних соціально-економічних систем у сфері цивільного захисту, виконання яких спрямоване на досягнення стану безпечної експлуатації виробничих процесів за оптимального розподілу ресурсів. При цьому було розглянуто задачі мінімізації очікуваного середньорічного збитку на об'єкті за рахунок вибору певного комплексу заходів; мінімізації матеріальних та фінансових ресурсів, необхідних для забезпечення очікуваної шкоди (ризик) не вище за заданий рівень; вибору оптимальних витрат на управління ризиком надзвичайних ситуацій у сфері цивільного захисту.

В роботі А. Ахсун та Б. Еллі (Adaan Ahsun, Billy Elly) [8] акцентується увага на оптимізації розподілу фінансових, людських та технологічних ресурсів для підвищення ефективності проекту, а також підкреслюється необхідність пріоритизації завдань на основі впливу на ключові етапи проекту, що сприятиме своєчасному прогресу та узгодженню зі стратегічними цілями організації.

Стаття В. Хе, В. Лі та В. Ванг (Wei He, Wenjing Li, Wei Wang) [9] містить підхід до оптимізації цілей в будівництві, що суперечать одна одній, на основі квантового генетичного алгоритму (КГА) для отримання найкращого компромісного співвідношення між цими цілями, включаючи час, вартість та споживання енергії (СЕ).

Пратама І.Н., Дачіар М. та Пратама Н.Р. (Ilham Nur Pratama, Muhammad Dachyar, Novandra Rhezza Pratama) [10] запропонували підхід до проектування інтегрованої системи оптимізації розподілу ресурсів



та завдань з використанням корпоративної архітектури (Enterprise Architecture – EA) для підвищення ефективності управління проектами. Запропонований підхід інтегрує інформаційну систему управління проектами із системою оптимізації розподілу ресурсів та завдань, розробленою з використанням моделі випадкового лісу та програмування природною мовою (Natural Language Programming – NLP).

Аналіз наведених та інших літературних джерел показав, що при плануванні розподілу ресурсів не розглядається така важлива складова як різноманітність цілей, досягнення яких може передбачати виконання багатьох проектів.

У зв'язку з цим, метою статті є запропонування підходу, який в поєднанні з раніше розглянутими підходами дасть змогу врахувати різноманітність цілей, що переслідуються під час виконання тих чи інших проектів.

**Виклад основного матеріалу.** Проблема, з якою ми стикаємося, є багатоцільовою. В економіці та управлінні майже немає ситуацій, коли ухвалення рішення здійснюється для досягнення лише однієї мети. Зазвичай перед особою чи колективом, відповідальними за виконання того чи іншого завдання (в тому числі, з розподілу ресурсів), стоять кілька цілей, які мають бути досягнуті або повністю, або певною мірою. У разі особи, приймаючі рішення, мають справу з ситуаціями багатоцільової оптимізації. Їм доводиться вирішувати специфічні питання, пов'язані з невизначеністю цілей і несумісністю критеріїв. Для розв'язання подібних завдань запропоновано різні підходи та методи, серед яких слід зазначити оптимізацію за Парето, інтерактивні методи: аналізу ієрархій та ефективних множин, лексикографічну оптимізацію (метод поступок), методи зведення до однокритеріальних задач: метод головного критерію, метод згортки, метод цільового програмування тощо, які відрізняються математичним апаратом, програмним середовищем та ступенем складності реалізації [11, 12].

Одним з таких підходів, що дозволяє розглянути досягнення кількох різних цілей, є цільове програмування – розділ багатоцільової оптимізації, який, у свою чергу, є розділом багатокритеріального аналізу рішень (Multi-Criteria Decision Analysis – MCDA), перевагою якого є його простота та легкість використання. Велика чисельність публікацій [11-24 та ін.] свідчить про це.

Цільове програмування – це інструмент, запропонований А. Чарнсом, В. Купером та Р. Фергюсоном (A. Charnes, W. Cooper, R. Ferguson) у 1955 році [13] як модель та підхід для аналізу проблем, що включають кілька суперечливих цілей.

Саме термін «Цільове програмування» з'явився в роботі А. Чарнса та В. Купера [14] у 1961 році, а першим інженерним застосуванням цільового програмування було проектування та розміщення антен, що використовувалися на другому ступені ракети «Сатурн-5» (Дж. Ігніціо (James Ignizio), 1962). Підхід було використано для запуску космічної капсули «Аполлон», яка доставила перших людей на Місяць.

Різновидом методу цільового програмування є лінійне цільове програмування, коли задача полягає у мінімізації адитивної цільової функції, створеної на основні відхилення (та) від цільових зазвичай суперечливих об'єктивних показників, значення яких має

бути досягнуто, при лінійних обмеженнях. В якості обмежень виступають саме цільові показники, а також обмеження на використання ресурсів, досягнення якісних параметрів, інших умов тощо.

Термін «цільове програмування» використовується у тому сенсі, щоб відобразити ідею, коли людина, яка приймає рішення, шукає не найкраще, тобто оптимальне, а скоріше таке рішення, яке «досить гарне» або «досить близьке» до оптимального.

Цільова функція задачі формується за наступними правилами [20]:

1. Якщо невдача досягти  $j$ -ї мети виникає тоді, коли досягнуте значення мети чисельно менше бажаного її значення, то в цільову функцію вводиться так звана штрафна змінна.

2. Якщо невдача досягти  $j$ -ї мети виникає тоді, коли досягнуте значення мети чисельно більше бажаного її значення, то в цільову функцію вводиться змінна.

3. Якщо ж є бажання досягти точного значення  $j$ -ї мети та штрафи визначені як за її недовиконання, так і за перевиконання, то обидві змінні (та) включаються в цільову функцію.

4. Цільова функція задачі цільового програмування *завжди* прагне мінімуму, оскільки відбиває необхідність мінімізації відхилень від заданих цілей.

Залежно від використаного варіанта цільового програмування цільова функція задачі може бути представлена у вигляді алгебраїчної або зваженої суми відхилень, коли кожній цілі ставиться у відповідність її вага в досягненні головної мети. Таким чином, модель задачі цільового програмування може бути представлена у наступному вигляді.

Цільова функція – мінімізація відхилень від заданих цілей:

$$Z = \sum_{j=1}^m w_j D_j^{+(-)} \rightarrow \min.$$

Обмеження:

- на досягнення мети (цілей):

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i + D_j^- - D_j^+ = G_j, j = \overline{1, m};$$

- на виконання інших умов (кількісних, якісних тощо):

$$\sum_{i=1}^n b_{ik} x_i \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} B_k, k = \overline{1, l};$$

- на знак змінних:

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, n}; D_j^{+(-)} \geq 0, j = \overline{1, m},$$

де  $x_i$  – невідома прийняття рішень;  $a_{ij}$  – технологічні коефіцієнти цільових обмежень;  $b_{ik}$  – технологічні коефіцієнти нецільових обмежень;  $G_j$  – цільові показники досягнення  $j$ -ї мети;  $D_j^{+(-)}$  – відхилення (штрафи) від цільового показника  $j$ -ї мети («+» – перевищення значення показника, «-» – недосягнення значення показника);  $w_j$  – вагові коефіцієнти важливості досягнення  $j$ -ї мети;  $B_k$  – показники нецільових обмежень.

З метою забезпечення сумісності різних видів цілей, відмінності між якими можуть проявлятися як за природою, так і за розмірністю, у цільовій функції це може бути відображено за допомогою відповідних науково обґрунтованих або підібраних експертним шляхом вагових коефіцієнтів.

У багатьох ситуаціях людині, яка приймає рішення, важко точно визначитися з відносною важливістю цілей. У такому разі вдаються до превентивного підходу – Pre-emptive Goal Programming (або пріоритетного цільового програмування) як засобу, здатного допомогти вийти з ситуації [15]. Щоб його застосувати людина, що приймає рішення, повинна проранжувати цілі, починаючи з найважливішої (1) і закінчуючи найменш важливою ( $m$ ):

$$Z_1 \ggg Z_2 \ggg Z_3 \ggg \dots \ggg Z_m.$$

Так, вага першої мети значно вища за вагу другої мети, вага другої мети значно вища за вагу третьої мети і т.д. Таке визначення ваг гарантує, що людина, яка приймає рішення, насамперед прагнучиме досягти більш важливої першої мети. Потім серед усіх точок, що задовольняють першу мету, він намагатиметься якомога ближче наблизитися до другої мети і т.д. Процес буде продовжуватися доки єдиним шляхом задовольнити певну мету нижчого рівня буде збільшення відхилення від мети з більш високим пріоритетом.

Превентивний метод слід використовувати, коли цілі чітко пріоритетні, і між ними немає заміни, тобто жодний успіх у цілях з нижчим пріоритетом не може компенсувати погіршення результату у цілях з вищим пріоритетом. При правильному використанні превентивний метод може допомогти оптимізувати основну ціль, одночасно намагаючись дуже ефективно знайти хороші рішення для цілей з нижчим пріоритетом [12].

Задачі пріоритетного цільового програмування можуть бути розв'язані за допомогою розширеної версії симплекс методу, відомої як симплекс метод цільового програмування (goal programming simplex). Для цього цільова функція розбивається на  $m$  рядків, де  $j$ -й рядок відповідає  $j$ -й меті, у порядку зниження їхнього пріоритету:

$$\begin{aligned} Z_1 - w_1 D_1^{+(-)} &= 0; \\ Z_2 - w_2 D_2^{+(-)} &= 0; \\ &\vdots \\ Z_m - w_m D_m^{+(-)} &= 0. \end{aligned}$$

Після перетворень задача може бути розв'язана за допомогою симплекс методу цільового програмування (так звана лексикографічна мінімізація). Відмінності між цільовим симплекс методом та основною його версією наступні:

1) стандартний симплекс метод оперує з одним рядком цільової функції, у той час як цільовий симплекс метод вимагає наявності  $m$  рядків цільової функції (за кількістю цілей);

2) у цільовому симплекс методі використовується наступний прийом для визначення змінної, що входить у базис: обирається ціль з найвищим пріоритетом ( $j'$ ), яка ще не досягнута; знаходиться змінна з максимальним позитивним коефіцієнтом у рядку для даної цілі; ця змінна вводиться в базис, що дозволяє знизити значення  $Z_{j'}$  і гарантує наближення до мети  $j'$ . У разі, коли жодна зі змінних з рядка  $j'$  не може бути введена в базис без збільшення відхилення від деякої іншої мети з більш високим пріоритетом, то немає можливості наблизитися до досягнення мети  $j'$ . У цьому випадку переходять до наступного рядка цільової функції, що відповідає меті  $j' + 1$ , у спробі наблизитися до неї;

3) коли здійснюється цикл перерахунку, він стосується всіх рядків цільової функції;

4) оптимальний результат буде досягнутий у тому випадку, коли або всі цілі досягнуті (тобто коли  $Z_1 = Z_2 = \dots = Z_m = 0$ ), або коли будь-яка наступна змінна, яка має бути введена в базис і знизити значення незадоволеної мети, збільшить відхилення від деякої мети, що має більший пріоритет.

Основними напрямками застосування цільового програмування є: визначення кількості необхідних ресурсів для досягнення бажаного набору цілей; визначення ступеня досягнення цілей з наявними ресурсами; забезпечення найкращого рішення за умови різної кількості ресурсів та різних пріоритетів цілей.

Розглянемо, як будуть виглядати моделі механізмів пріоритетного розподілу ресурсів з використанням цільового програмування. Слід зазначити, що виокремлюють механізми прямих, зворотних, абсолютних пріоритетів, конкурсні (безперервні та дискретні) та деякі інші [1, 2]. В основі перелічених механізмів розподілу лежать заявки учасників – тих, хто приймає участь в реалізації того чи іншого проекту чи завдання. Так, у механізмі прямих пріоритетів функція заявки виконавця на ресурс є зростаючою, у механізмі зворотних пріоритетів – спадною, в механізмі абсолютних пріоритетів пріоритети виконавців фіксовані і не залежать від повідомлених ними заявок на ресурс. В конкурсних механізмах розподілу ресурсу переможців конкурсу визначають на підставі певних процедур.

Як було зазначено, згідно з [1, 2] в основі побудови оптимального плану розподілу ресурсів лежать замовлення виконавців щодо кількості ресурсу ( $s_i$ ), а також умова:

$$x_i(s) = \begin{cases} s_i, & \text{якщо } \sum_{i=1}^n s_i \leq R \\ \min\{s_i, \gamma \psi_i(s_i)\}, & \text{якщо } \sum_{i=1}^n s_i > R \end{cases}$$

де  $n$  – число виконавців;  $\{s_i\}_{i \in N}$  – множина заявок виконавців;  $\{x_i\}_{i \in N}$  – множина обсягів ресурсу, що виділяють виконавцям;  $\{\psi_i(s_i)\}_{i \in N}$  – множина функцій пріоритетів виконавців;  $R$  – загальна кількість ресурсу;  $\gamma$  – деякий параметр, який відіграє роль нормування і вибирається з умови виконання балансового (бюджетного) обмеження:

$$\sum_{i=1}^n \min\{s_i, \gamma \psi_i(s_i)\} = R,$$

тобто за будь-яких попередніх замовлень на ресурс з боку виконавців, загальна його кількість не може бути перевищена (а точніше, розподілена повністю).

Параметр  $\gamma$  підбирається таким, щоб при даних заявках та функціях пріоритету в умовах дефіциту розподілявся в точності весь ресурс  $R$ . Параметр нормування визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{R}{\sum_{i=1}^n s_i}$$

Виходячи з цього, маємо наступний вигляд умови розподілу ресурсу:

$$x_i(s) = \begin{cases} s_i, & \text{якщо } \sum_{i=1}^n s_i \leq R \\ \frac{s_i}{\sum_{i=1}^n s_i} R, & \text{якщо } \sum_{i=1}^n s_i > R. \end{cases}$$

Досягнення мети ставиться в залежність від розподілу ресурсу:

$$G = f(x_i) = \sum_{i=1}^n a_i x_i + D^- - D^+,$$

або для кількох цілей

$$G_j = f_j(x_i) = \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i + D_j^- - D_j^+, j = \overline{1, m}.$$

де  $a_i$  ( $a_{ij}$ ) — норматив ефективності (частка досягнення мети ( $j$ -ї мети) при виділенні  $i$ -му учаснику відповідної кількості ресурсу  $x_i$ .

У загальному вигляді задача цільового програмування з розподілу ресурсу може бути представлена наступним чином:

$$Z = \sum_{j=1}^m w_j D_j^{+(-)} \rightarrow \min;$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i + D_j^- - D_j^+ = G_j, j = \overline{1, m};$$

$$\sum_{i=1}^n b_{ik} x_i \begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} B_k, k = \overline{1, l};$$

$$x_i \leq s_i, i = \overline{1, n};$$

або

$$x_i \leq \frac{s_i}{\sum_{i=1}^n s_i} R, i = \overline{1, n};$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = R;$$

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, n}; D_j^{+(-)} \geq 0, j = \overline{1, m};$$

В задачі  $x_i$  розглядається як кількість ресурсу, виділеного  $i$ -му учаснику. Крім зазначених, в моделі можуть також бути використані й інші додаткові змінні, які характеризують детальний розподіл виділеного ресурсу на виконання більш дрібних робіт.

Накладення умов на змінну  $x_i$  продиктовано необхідністю врахувати вищезгаданий механізм розподілу ресурсу. При формулюванні конкретної задачі вибирається одне з двох обмежень, залежно від реальних умов.

Таким чином, перш ніж будувати модель, перевіряється, чи вистачить ресурсу на всіх бажаючих:

$$\sum_{i=1}^n s_i = R ?$$

Якщо так, то в моделі використовується умова

$$x_i \leq s_i, i = \overline{1, n},$$

якщо ні, то

$$x_i \leq \frac{s_i}{\sum_{i=1}^n s_i} R, i = \overline{1, n}.$$

В якості ілюстративного прикладу застосування підходу розглянемо задачу з розподілом коштів на реалізацію проекту з організації рекламної кампанії. Будемо розглядати безперервний підхід до розподілу ресурсу, коли претендент, отримуючи ресурс в обсязі, меншому від запитуваного, може мати відмінний від нуля ефект. Прикладом такої ситуації є пропорційна залежність між ефектом і ресурсом (ефективність постійна) [2].

Припустимо, що автомобільна компанія має намір прорекламувати свої автомобілі з метою збільшення їх продажів. Для цього вона має фінансові кошти в еквіваленті 600 тис умовних одиниць, які може витратити на рекламу. Пропозицією зацікавилися 2 медіахолдинги, перший з яких оцінює свої послуги в 400 умовних одиниць, а другий — у 500 умовних одиниць.

Враховуючи статистику попередніх продажів автомобілів відомо, що основними клієнтами автомобільної компанії є три категорії людей: чоловіки з високим рівнем доходу (ЧВРД), жінки з високим рівнем доходу (ЖВРД) і особи (будь-якої статі) з середнім рівнем доходу (ОСРД). Компанія бажає, щоб рекламою їх автомобілів було охоплено щонайменше 8 тис ЧВРД, 5 тис ЖВРД і 4,5 тис ОСРД.

Медіахолдинги можуть створити і розмістити рекламу у різних джерелах: на телебаченні, FM-станціях та в інтернеті. В залежності від категорій користувачів автомобілів, загальне потенційне охоплення рекламою представлено в табл. 1.

Необхідно визначити, яким чином розподілити виділені кошти на рекламу між медіахолдингами, щоб забезпечити максимальне охоплення зазначених категорій людей.

Таблиця 1. Вихідні дані задачі з розподілу ресурсу

Медіа-холдинг	ЧВРД	ЖВРД	ОСРД	Максимально бажаний бюджет
MX1	7	4	5	400000
MX2	4	6	4	500000

Для побудови математичної моделі задачі використаємо наступні позначення:

$x_i$  — кількість коштів, виділених  $i$ -му медіахолдингу,  $i = \overline{1, 2}$ ;

$s_i$  — замовлення на кошти  $i$ -го медіахолдингу,  $i = \overline{1, 2}$ ;

$R$  — загальна кількість коштів, спрямована на проведення рекламної кампанії;

$u_{ij}$  — частка коштів, спрямована  $i$ -м медіахолдингом на виготовлення реклами для привернення уваги людей  $j$ -ї категорії з розрахунку на 1 тис осіб,  $i = \overline{1, 2}, j = \overline{1, 3}$ ;

$B_j$  — бажаний показник охоплення рекламою споживачів  $j$ -ї категорії,  $j = \overline{1, 3}$ ;

$b_{ij}$  — потенційний показник охоплення рекламою  $i$ -м медіахолдингом споживачів  $j$ -ї категорії,  $j = \overline{1, 3}$ ;

$D_j^{-(+)}$  — відхилення від досягнення мети щодо охоплення рекламою  $j$ -ї категорії людей,  $j = \overline{1, 3}$ , та розподілу ресурсу  $j = 4$ .

Математична модель у загальному вигляді виглядає наступним чином:

Цільова функція — мінімізація відхилень від досягнення цілей:

$$\min Z = \sum_{j=1}^4 D_j^-;$$

обмеження:

1) на використання ресурсу

$$\sum_{i=1}^2 x_i + D_4^- - D_4^+ = R;$$

2) на неперевищення кількості виділеного ресурсу розміру максимального замовлення

$$x_i \leq s_i, i = \overline{1,2};$$

або

$$x_i \leq \frac{s_i}{\sum_{i=1}^n s_i} R, i = \overline{1,2};$$

3) на досягнення цілей з охоплення рекламою споживачів

$$\sum_{i=1}^2 b_{ij} y_{ij} + D_j^- - D_j^+ = B_j, j = \overline{1,3};$$

4) на ув'язування змінних з виділення коштів та пайовим їх розподілом на виготовлення реклами для різних категорій споживачів

$$s_i \left( \sum_{j=1}^3 y_{ij} \right) = x_i, i = \overline{1,2};$$

5) на повний розподіл коштів між категоріями споживачів

$$\sum_{j=1}^3 y_{ij} = 1;$$

б) на невід'ємність змінних

$$x_i \geq 0, i = \overline{1,2}, y_{ij} \geq 0, i = \overline{1,2}, j = \overline{1,3}; D_j^{-(+)} \geq 0, j = \overline{1,4}.$$

При побудові розгорнутої моделі обмеження 2) та 4) слід об'єднати, оскільки обмеження 4) є деталізацією (уточненням) обмеження 2). Крім того, враховуючи, що сума максимальних замовлень медіахолдингів (900000) перевищує загальний ресурс (600000), обмеження 2) буде представлене з урахуванням параметру нормування

$$\gamma = \frac{R}{\sum_{i=1}^n s_i} = \frac{600000}{400000 + 500000} = \frac{2}{3}.$$

Підставляючи вихідні дані, отримуємо модель у розгорнутому вигляді (с початку будемо вважати, що цілі мають однаковий (рівний) пріоритет, в подальшому – застосуємо пріоритетність цілей):

$$\begin{aligned} \min Z &= D_1^- + D_2^- + D_3^- + D_4^-; \\ x_1 + x_2 + D_4^- - D_4^+ &= 600000; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_1 &\leq \frac{2}{3} \cdot 400000 \cdot (y_{11} + y_{12} + y_{13}) \Rightarrow \\ &\leq 266667 \cdot (y_{11} + y_{12} + y_{13}) \Rightarrow \\ x_1 - 266667 \cdot (y_{11} + y_{12} + y_{13}) &\leq 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 &\leq \frac{2}{3} \cdot 500000 \cdot (y_{21} + y_{22} + y_{23}) \Rightarrow \\ &\leq 333333 \cdot (y_{21} + y_{22} + y_{23}) \Rightarrow \\ x_2 - 333333 \cdot (y_{21} + y_{22} + y_{23}) &\leq 0; \\ 7y_{11} + 4y_{21} + D_1^- - D_1^+ &= 8; \\ 4y_{12} + 6y_{22} + D_2^- - D_2^+ &= 5; \\ 5y_{13} + 4y_{23} + D_3^- - D_3^+ &= 4,5; \\ y_{11} + y_{12} + y_{13} &= 1; \\ y_{21} + y_{22} + y_{23} &= 1; \end{aligned}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, y_{11} \geq 0, y_{12} \geq 0, y_{13} \geq 0, y_{21} \geq 0, y_{22} \geq 0, y_{23} \geq 0, D_1^- \geq 0, D_1^+ \geq 0, D_2^- \geq 0, D_2^+ \geq 0, D_3^- \geq 0, D_3^+ \geq 0, D_4^- \geq 0, D_4^+ \geq 0.$$

Розв'язання задачі відбувалося за двома різними варіантами використання обмеження 2): з врахуванням параметру нормування (результати рішення – у табл. 2) та без нього (табл. 3) – на основі реальних замовлень медіахолдингів на фінансовий ресурс.

Загалом розглянуто по 7 варіантів для кожного з двох випадків застосування умови 2). Розглянуто моделі як без, так і з використанням вагових коефіцієнтів (пріоритетів цілей): 300, 200 та 100 (300 – найвищий пріоритет), призначених у вільний спосіб.

Аналіз отриманих результатів показав, що при застосування параметру нормування ( $\gamma = \frac{2}{3}$ ) розподіл ресурсу між медіахолдингами відбувся у відповідності до заявок, скоригованих на величину параметру:  $x_1 = 266667$ ;  $x_2 = 333333$ . Ігнорування параметру призвело до того, що ресурс в повному обсязі отримав другий медіахолдинг ( $x_2 = 500000$ ), при чому збільшення замовлення МХ2 до максимально можливого (600000) призведе до того, що перший медіахолдинг в умовах, що склалися, взагалі не отримає фінансування.

Розглядаючи варіанти рішення задачі для умов з параметром нормування (табл. 2), можна побачити, що для першого медіахолдингу не слід розробляти рекламу для другої групи автокористувачів – жінок з високим рівнем доходу:  $y_{12} = 0$  по всіх варіантах рішення. Для МХ1 в чотирьох з семи варіантів слід повністю зосередити свої зусилля на рекламі для чоловіків з високим рівнем доходу, а в трьох випадках – ще й для осіб з середнім рівнем доходу (у різних пропорціях). МХ2 у п'яти з семи варіантів різано в заданих умовах займатися розробкою рекламної продукції переважно для жінок з високим рівнем доходу ( $y_{22} = 0,833$ ).

Таблиця 2. Результати розв'язання задач за варіантами пріоритетності цілей з урахуванням параметру нормування

Змінні	Базовий (безпріоритетний)	3 пріоритетами 1-2-3	3 пріоритетами 1-3-2	3 пріоритетами 2-1-3	3 пріоритетами 2-3-1	3 пріоритетами 3-1-2	3 пріоритетами 3-2-1
1	2	3	4	5	6	7	8
x1	266667	266667	266667	266667	266667	266667	266667
x2	333333	333333	333333	333333	333333	333333	333333
y11	1	1	1	1	0,233	0,9	0,233
y12	0	0	0	0	0	0	0
y13	0	0	0	0	0,767	0,1	0,767
y21	0,167	0,167	0,250	0,167	0,000	0	0,000
y22	0,833	0,833	0,000	0,833	0,833	0	0,833
y23	0	0	0,75	0	0,167	1	0,167
D1-	0,333	0,333	0,000	0,333	6,367	1,7	6,367
D1+	0	0	0	0	0	0	0
D2-	0	0	5	0	0	5	0
D2+	0	0	0	0	0	0	0
D3-	4,5	4,5	1,5	4,5	0	0	0
D3+	0	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8
D4-	0	0	0	0	0	0	0
D4+	0	0	0	0	0	0	0
<b>Обмеження</b>							
На загальний ресурс	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000
На величину ресурсу для 1МХ	0	0	0	0	0	0	0
На величину ресурсу для 2МХ	0	0	0	0	0	0	0
Мета 1	8	8	8	8	8	8	8
Мета 2	5	5	5	5	5	5	5
Мета 3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Дольова участь 1МХ	1	1	1	1	1	1	1
Дольова участь 2МХ	1	1	1	1	1	1	1
<b>Цільова Функція</b>	4,833	550,000	800,000	516,667	636,667	1090	636,667

Аналізуючи результати, можна сказати про бажаність в багатьох випадках використання спеціалізації при розробці рекламної продукції, про що свідчать або рівні одиниці, або близькі до неї значення змінних  $y_{ij}$  – часток коштів медіахолдингів, спрямованих на привертання рекламою уваги людей певних категорій.

За зазначеними при постановці задачі умовами, третя мета у трьох із семи випадках взагалі не може бути досягнута ( $D_3^- = 4,5$ ), а в одному випадку – не повністю ( $D_3^- = 1,5$ ). Решта варіантів передбачає або найвищу, або другу ступінь пріоритетності третьої мети.

По другій меті можна сказати про два випадки її недосягнення – коли вона має найнижчий пріоритет.

З результатів рішення задач без врахування параметру нормування (табл. 3) можна зробити ті ж самі висновки, при чому, як зазначалося, переважна більшість ресурсу буде спрямована другому медіахолдингу. Але, якщо орієнтуватися лише на МХ2, то отриманий розподіл коштів з подальшим їх спрямуванням на розробку реклами для відповідних категорій споживачів може спричинити суттєве недосягнення цілей з охоплення рекламою автомобільної компанії певних їх категорій.

Таблиця 3. Результати розв'язання задач за варіантами пріоритетності цілей без урахування параметру нормування

Змінні	Базовий (безпріоритетний)	3 пріоритетами 1-2-3	3 пріоритетами 1-3-2	3 пріоритетами 2-1-3	3 пріоритетами 2-3-1	3 пріоритетами 3-1-2	3 пріоритетами 3-2-1
x1	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
x2	500000	500000	500000	500000	500000	500000	500000
y11	1	1	1	1	0,233	0,9	0,233
y12	0	0	0	0	0	0	0
y13	0	0	0	0	0,767	0,1	0,767
y21	0,167	0,167	0,250	0,167	0,000	0	0,000
y22	0,833	0,833	0,000	0,833	0,833	0	0,833
y23	0	0	0,75	0	0,167	1	0,167
D1-	0,333	0,333	0,000	0,333	6,367	1,7	6,367
D1+	0	0	0	0	0	0	0
D2-	0	0	5	0	0	5	0
D2+	0	0	0	0	0	0	0
D3-	4,5	4,5	1,5	4,5	0	0	0
D3+	0	0	0	0	0	0	0
D4-	0	0	0	0	0	0	0
D4+	0	0	0	0	0	0	0
<b>Обмеження</b>							
На загальний ресурс	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000
На величину ресурсу для 1МХ	-300000	-300000	-300000	-300000	-300000	-300000	-300000
На величину ресурсу для 2МХ	0	0	0	0	0	0	0
Мета 1	8	8	8	8	8	8	8
Мета 2	5	5	5	5	5	5	5
Мета 3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Дольова участь 1МХ	1	1	1	1	1	1	1
Дольова участь 2МХ	1	1	1	1	1	1	1
<b>Цільова Функція</b>	4,833	550,000	800,000	516,667	636,667	840	636,667

Формулюючи висновки, слід приймати до уваги певні припущення (або спрощення), які стосуються розглянутої моделі, основне з яких полягає в тому, що розглядається безперервний (а не дискретний) підхід до розподілу ресурсу, тобто віддача від його кількості, що є у виконавця, постійна і навіть не залежить від того, чи повністю задоволена його заявка.

Ще одним спрощенням, використаним у моделі, було визначення рівня пріоритетності цілей, яке було здійснено спрощеним способом шляхом призначення довільних вагових коефіцієнтів, що істотно відрізняються за величиною.

**Висновки.** В результаті проведеного дослідження було визначено, що задачі розподілу ресурсів є дуже складними, комплексними, багатовимірними та супроводжуються великою кількістю труднощів, пов'язаних з елементами невизначеності, багатокритеріальності та чималою кількістю альтернативних підходів до їхнього розв'язання.

Дослідження показало, що процес моделювання розподілу ресурсів потребує значних зусиль, а також уточнень і корегувань, висунення припущень та об-

межень, та виявлення обставин, які впливають на розподіл.

В якості підходу, який пропонується застосовувати для розв'язання задач розподілу ресурсів, розглядається цільове програмування, яке в поєднанні з механізмами пріоритетного розподілу дає можливість підійти комплексно для отримання оптимального результату.

Головною перевагою цільового програмування є його простота та легкість використання. Задачі можуть бути розв'язані або за допомогою програмного забезпечення лінійного програмування або, у випадку лексикографічного варіанту, як серію пов'язаних лінійних задач.

Одним з недоліків цільового програмування є нездатність отримувати Парето-ефективні рішення, але, тим не менш, отримання певних орієнтирів щодо можливості досягнення цілей дає право на використання цього методу в теорії прийняття рішень.

Однак, незважаючи на можливі певні недоліки отриманих моделей, вони можуть бути покладені в основу розробки рекомендацій для покращення механізмів розподілу ресурсів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Верес Ю. О. Розподіл обмежених ресурсів в управлінні проектами. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика». 2010. № 685. С. 33-44. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/aug/14107/05.pdf>*
2. Галіцин В. К., Суслов О. П. Теорія керування: навчальний посібник. Київ: КНЕУ, 2016. 465 с.
3. Верес О. М., Верес Ю. А., Катренко А. В. СППР з керування розподілом обмежених ресурсів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі». 2008. № 610. С. 52-62. URL: <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/461>*
4. Воронін А. М., Савченко А. С. Задача розподілу ресурсів. *Проблеми керування та інформатики. 2022. № 1. С. 5-10. <https://doi.org/10.34229/1028-0979-2022-1-1>*
5. Козельський О. Метод тензорної декомпозиції для адаптивного розподілу ресурсів у системах реального часу. *Вимрювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2025. № 2. С. 426-433. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-82-61>*
6. Новожилова М.В., Чуб О.І., Костенко О.Б. Побудова та реалізація багатовимірної задачі розподілу ресурсів з урахуванням часового вікна. *Вісник ХНТУ. 2025. № 4 (95), Ч. 2. С. 125-131. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.4.2.16>*
7. Квашук В. П., Рак Ю. П., Бондаренко В. В. Механізми управління розподілом ресурсів у проектах розвитку складних соціально-економічних систем. *Управління розвитком складних систем. 2013. Вип. 15. С. 25-29. URL: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-15/25-29.pdf>*
8. Ahsun A., Elly B. Optimizing Resource Allocation for Enhanced Project Efficiency. 2024. November. URL: [https://www.researchgate.net/publication/385560767\\_Optimizing\\_Resource\\_Allocation\\_for\\_Enhanced\\_Project\\_Efficiency#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/385560767_Optimizing_Resource_Allocation_for_Enhanced_Project_Efficiency#fullTextFileContent)
9. He W., Li W., Wang W. Developing a Resource Allocation Approach for Resource-Constrained Construction Operation under Multi-Objective Operation. *Sustainability. 2021, 13, 7318. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13137318>*
10. Pratama I. N., Dachyar M., Pratama N. R. Optimization of Resource Allocation and Task Allocation with Project Management Information Systems in Information Technology Companies. *TEM Journal. 2023. Vol. 12, Iss. 3. P. 1814-1824. <https://doi.org/10.18421/TEM123-65>*
11. Odu G. O., Charles-Owaba O. E. Review of Multi-criteria Optimization Methods – Theory and Applications. *IOSR Journal of Engineering. 2013. Vol. 3, Iss. 10. P. 1-14. <https://doi.org/10.9790/3021-031020114>*
12. Emmerich M., Deutz A. Multicriteria Optimization and Decision Making. Principles, Algorithms and Case Studies: Lecture Notes, MSc Course 2012-2023. LIACS, Leiden University, Netherlands. Updated and Revised Edition, 2024, June. 102 p. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.00359>
13. Charnes A., Cooper W. W., Ferguson R. Optimal estimation of executive compensation by linear programming. *Management Science. 1955. Vol. 1, Iss. 2. P. 138-151. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1.2.138>*
14. Charnes A., Cooper W. W. Management models and industrial applications of linear programming. New York: John Wiley & Sons Inc., 1961. URL: <https://ia801401.us.archive.org/32/items/in.ernet.dli.2015.133128/2015.133128.Management-Model-And-Industrial-Application-Of-Linear-Programming.pdf>
15. Shaik Md. Y. H., Robak E.W. A Forest Management Process to Incorporate Multiple Objectives: a Framework for Systematic Public Input. *Forests. 2010. Vol. 1, Iss. 3. P. 99-113. <https://doi.org/10.3390/f1030099>*
16. Colapinto C., Jayaraman R., La Torre D. A goal programming model to study the impact of R&D expenditures on sustainability-related criteria: the case of Kazakhstan. *Management Decision. 2020. Vol. 58, No. 11. P. 2497-2512. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2019-1334>*
17. Gaspars-Wieloch H. A new application for the goal programming: The target decision rule for uncertain problems. *Journal of Risk and Financial Management. 2020. Vol. 13, Iss. 11. P. 1-14. <https://doi.org/10.3390/jrfm13110280>*

18. Abha D. Application of Goal Programming in Medical Management. *AIMT Journal of Management*. 2016. Vol. 6, Iss. II. P. 28-30. <https://doi.org/10.65301/aimt.2016.6.II.675>
19. Hasmukhbhai C. P., Khanna R., Patel K. A. Practical and adaptable applications of goal programming: a literature review. *Journal of Advanced Zoology*. 2023. Vol. 44, Iss. S-5, P. 2938-2946. <https://doi.org/10.53555/jaz.v44iS5.2017>
20. Іванов С. М. Про один з підходів до прийняття рішень в умовах множини цілей. *Цифрова економіка*: зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. конф. (5-6 червня 2025 р., м. Київ). Київ: КНЕУ, 2025. С. 789-793. <https://doi.org/10.33111/978-966-926-559-3>
21. Polasi S., Shalini .K. Optimizing Agricultural Sustainability: A Comparative Analysis of Crop Plans through Goal Programming and R Programming. *Research Square Preprint*. 2024. February. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3998557/v1>
22. Afolabi O. R., Gatta A. A., Hammanyero B. Y., Umar A. Goal Programming Model for Resources Allocation and Production Planning of Adama Beverages. *International Journal of Development Mathematics (IJDM)*. 2025, Vol. 2, Iss. 2. P. 233-245. <https://doi.org/10.62054/ijdm/0202.13>
23. Lozano S., Contreras I. Centralised resource allocation using Lexicographic Goal Programming. Application to the Spanish public university system. *Socio-Economic Planning Sciences*. 2022. Vol. 84. Art. 101419. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101419>
24. Mohamed S., Alidrisi H. Resource allocation for strategic quality management: a goal programming approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2012. Vol. 29, Iss. 3. <https://doi.org/10.1108/02656711211216135>

Надійшла до редакції 16.04.2026 р.

Прийнята до друку 12.05.2026 р.

Опублікована 29.05.2026 р.

## REFERENCES

1. Veres, Yu. O. (2010). Distribution of limited resources in project management. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika». Kompiuterni systemy proektuvannia. Teoriia i praktyka*, 685, 33-44. <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/aug/14107/05.pdf> [in Ukrainian].
2. Halitsyn, V. K., & Suslov, O. P. (2016). *Teoriia keruvannia: navchalnyi posibnyk*. KNEU [in Ukrainian].
3. Veres, O. M., Veres, Yu. A., & Katrenko, A. V. (2008). DSS for managing the distribution of limited resources. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika». Informatsiini systemy ta merezhi*, 610, 52-62. <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/461> [in Ukrainian].
4. Voronin, A. M., & Savchenko, A. S. (2022). Resource allocation problem. *Problemy keruvannia ta informatyky*, 1, 5-10. <https://doi.org/10.34229/1028-0979-2022-1-1> [in Ukrainian].
5. Kozelskyi, O. (2025). Tensor decomposition method for adaptive resource allocation in real-time systems. *Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh*, 2, 426-433. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-82-61> [in Ukrainian].
6. Novozhylova, M. V., Chub, O. I., & Kostenko, O. B. (2025). Construction and implementation of a multi-dimensional resource allocation problem taking into account the time window. *Visnyk KhNTU*, 4(95), 125-131. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.4.2.16> [in Ukrainian].
7. Kvashuk, V. P., Rak, Yu. P., & Bondarenko, V. V. (2013). Mechanisms of resource allocation management in development projects of complex socio-economic systems. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 15, 25-29. <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-15/25-29.pdf> [in Ukrainian].
8. Ahsun, A., & Elly, B. (2024). *Optimizing Resource Allocation for Enhanced Project Efficiency*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/385560767\\_Optimizing\\_Resource\\_Allocation\\_for\\_Enhanced\\_Project\\_Efficiency#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/385560767_Optimizing_Resource_Allocation_for_Enhanced_Project_Efficiency#fullTextFileContent)
9. He, W., Li, W., & Wang, W. (2021). Developing a Resource Allocation Approach for Resource-Constrained Construction Operation under Multi-Objective Operation. *Sustainability*, 13(13), 7318. <https://doi.org/10.3390/su13137318>
10. Pratama, I. N., Dachyar, M., & Pratama, N. R. (2023). Optimization of Resource Allocation and Task Allocation with Project Management Information Systems in Information Technology Companies. *TEM Journal*, 12(3), 1814-1824. <https://doi.org/10.18421/TEM123-65>
11. Odu, G. O., & Charles-Owaba, O. E. (2013). Review of Multi-criteria Optimization Methods – Theory and Applications. *IOSR Journal of Engineering*, 3(10), 1-14. <https://doi.org/10.9790/3021-031020114>
12. Emmerich, M., & Deutz, A. (2024). *Multicriteria Optimization and Decision Making. Principles, Algorithms and Case Studies: Lecture Notes, MSc Course 2012-2023*. LIACS, Leiden University. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.00359>
13. Charnes, A., Cooper, W. W., & Ferguson, R. (1955). Optimal estimation of executive compensation by linear programming. *Management Science*, 1(2), 138-151. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1.2.138>
14. Charnes, A., & Cooper, W. W. (1961). *Management models and industrial applications of linear programming*. John Wiley & Sons Inc. <https://ia801401.us.archive.org/32/items/in.ernet.dli.2015.133128/2015.133128.Management-Model-And-Industrial-Application-Of-Linear-Programming.pdf>
15. Shaik, Md. Y. H., & Robak, E. W. (2010). A Forest Management Process to Incorporate Multiple Objectives: a Framework for Systematic Public Input. *Forests*, 1(3), 99-113. <https://doi.org/10.3390/f1030099>



16. Colapinto, C., Jayaraman, R., & La Torre, D. (2020). A goal programming model to study the impact of R&D expenditures on sustainability-related criteria: the case of Kazakhstan. *Management Decision*, 58(11), 2497-2512. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2019-1334>
17. Gaspars-Wieloch, H. (2020). A new application for the goal programming: The target decision rule for uncertain problems. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(11), 1-14. <https://doi.org/10.3390/jrfm13110280>
18. Abha, D. (2016). Application of Goal Programming in Medical Management. *AIMT Journal of Management*, 6(II), 28-30. <https://doi.org/10.65301/aimt.2016.6.II.675>
19. Hasmukhbhai, C. P., Khanna, R., & Patel, K. A. (2023). Practical and adaptable applications of goal programming: a literature review. *Journal of Advanced Zoology*, 44(S-5), 2938-2946. <https://doi.org/10.53555/jaz.v44iS5.2017>
20. Ivanov, S. M. (2025). On one of the approaches to decision-making in the conditions of a set of goals. *Tsyfrova ekonomika*, 789-793. <https://doi.org/10.33111/978-966-926-559-3> [in Ukrainian].
21. Polasi, S., & Shalini, K. (2024). *Optimizing Agricultural Sustainability: A Comparative Analysis of Crop Plans through Goal Programming and R Programming*. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3998557/v1>
22. Afolabi, O. R., Gatta, A. A., Hammanyero, B. Y., & Umar, A. (2025). Goal Programming Model for Resources Allocation and Production Planning of Adama Beverages. *International Journal of Development Mathematics (IJDM)*, 2(2), 233-245. <https://doi.org/10.62054/ijdm/0202.13>
23. Lozano, S., & Contreras, I. (2022). Centralised resource allocation using Lexicographic Goal Programming. Application to the Spanish public university system. *Socio-Economic Planning Sciences*, 84, 101419. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101419>
24. Mohamed, S., & Alidrisi, H. (2012). Resource allocation for strategic quality management: a goal programming approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(3). <https://doi.org/10.1108/02656711211216135>

Received: 16.04.2026

Accepted: 12.05.2026

Published: 29.05.2026

#### Іванов С. М. Теоретико-прикладні питання використання цільового програмування в задачах розподілу ресурсів

Стаття присвячена питанням використання цільового програмування у поєднанні з пріоритетними механізмами розподілу ресурсів для побудови моделі і розрахунку оптимальних варіантів розподілу в залежності від пріоритетності цілей, на які спрямовані ресурси. Розглянуто теоретичні аспекти застосування цільового програмування та різних способів представлення цілей на основі лінійного програмування. Побудовано оптимізаційну модель з вбудованим в неї принципом розподілу ресурсу на основі пріоритетного механізму. Використання підходу проілюстровано умовним прикладом, на основі якого проведено розрахунки для кількох варіантів розподілу ресурсу в залежності від пріоритетності цілей. Розрахунки показали, що ранжування цілей за ступенем важливості суттєво впливає на оптимальні рішення. Це дає можливість вибрати в конкретних умовах той варіант рішення, який принесе найкращий результат. Розрахунки також показали важливість використання спеціалізації при спрямуванні отриманих ресурсів на конкретні дії. Запроваджений підхід може бути покладений в основу розробки рекомендацій для покращення механізмів розподілу ресурсів.

**Ключові слова:** розподіл ресурсів, механізми розподілу, моделювання, цільове програмування.

#### Ivanov S. Theoretical and applied issues of using goal programming in resource allocation problems

The article is devoted to the use of goal programming in combination with priority resource allocation mechanisms for building a model and calculation an optimal distribution options depending on the priority of the goals to which the resources are directed. Theoretical aspects of the goal programming application and various ways of representing goals based on linear programming are considered. An optimization model is constructed with a built-in resource allocation principle based on a priority mechanism. The use of the approach is illustrated by a conditional example, based on which calculations were made for several options for resource allocation depending on the priority of goals. The calculations showed that the ranking of goals by degree of importance significantly affects the optimal solutions. This makes it possible to choose the solution that will bring the best result in specific conditions. The calculations also showed the importance of using specialization in directing the received resources to specific actions. The introduced approach can be used as a basis for developing recommendations for improving resource allocation mechanisms.

**Keywords:** resource allocation, allocation mechanisms, modeling, goal programming.

#### Формат цитування:

Іванов С. М. Теоретико-прикладні питання використання цільового програмування в задачах розподілу ресурсів. *Вісник економічної науки України*. 2026. № 1 (50). С. 20-28. [https://doi.org/10.37405/3041-1629.2026.1\(50\).20-28](https://doi.org/10.37405/3041-1629.2026.1(50).20-28)

Ivanov, S. (2026). Theoretical and applied issues of using goal programming in resource allocation problems. *Visnyk ekonomichnoyi nauky Ukrainy*, 1(50), 20-28. [https://doi.org/10.37405/3041-1629.2026.1\(50\).20-28](https://doi.org/10.37405/3041-1629.2026.1(50).20-28)