УДК 38.24:614.2

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УСУНЕННЯ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ ВІЙНИ ДЛЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ: ОСОБЛИВОСТІ ФІНАНСУВАННЯ

ГАРБУЗЮК Валерій
Хмельницький національний університет
https://orcid.org/0009-0008-5223-6943
e-mail: harbusiukvv@ukr.net

У статті визначено основні фактори негативного впливу війни на соціально-економічний розвиток регіону та працездатність населення. До таких факторів віднесено тимчасову еміграцію, внутрішнє переміщення громадян, гостру необхідність мобілізації для захисту держави. Процес мінімізації негативних наслідків дії представлених факторів змодельовано за допомогою трансформації їх наслідків у вхідні фактори функцій середньо- та довгострокового економічного планування. Доведено, що прискорення відновлення трудового потенціалу регіону вимагатиме зосередження колосальних трудових ресурсів на виробничо-будівельній сфері для динамічної відбудови комунальної інфраструктури та інших об'єктів країни з метою стабільного соціально-економічного розвитку. Встановлено, що необхідно розробляти і впроваджувати масштабні програми реабілітації населення, які потребують і відповідного фінансування. Серед основних джерел фінансування програм для кожного конкретного регіону можна виділити такі як: Національна служба здоров'я України, бюджети різних рівнів, грантові програми закладів освіти, спеціальний фонд закладів охорони здоров'я. При цьому співвідношення власних, запозичених і залучених джерел фінансування програм має бути оптимізоване – вклади усіх учасників програми мають бути збалансованими. Розроблено модель оптимізації джерел фінансування програм реабілітації.

Ключові слова: модель, економічна безпека, програми реабілітації, фінансування, соціально-економічний розвиток, охорона здоров'я.

https://doi.org/10.31891/mdes/2024-14-44

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Економічна безпека окремо взятого регіону залежить від ряду факторів, серед яких є найбільш важливі з точки зору швидкості усунення їх негативних наслідків на макро- та мікроекономічні показники. Повноцінне відновлення після терористичних атак по нашій державі та війни загалом є фундаментальним для відбудови та розвитку будь-якого регіону. Не зважаючи на те, що територіальні громади Хмельниччини відносяться до тилу, працездатність населення цього регіону суттєво зменшилась і продовжує стагнацію на незадовільному рівні внаслідок наступних факторів:

1. Тимчасова еміграція (в основному – жіночого працездатного населення; тим не менше, частка емігрантів з Хмельниччини є значно меншою від частки емігрантів з центральних та більш східних регіонів України). Очевидним наслідком тимчасової міграції є зростання попиту на фахівців (особливо з медичною освітою) і падіння конкурентоздатності на ринку праці.

2. Мобілізація (цей фактор враховує також і жінок певних спеціальностей). Навіть вступ до лав тероборони і перебування у межах своєї громади знижує ефективність праці на основному місці роботи. Крім того, суттєвим наслідком мобілізації є те саме, що й для тимчасової міграції – незначне зростання попиту на фахівців певних галузей і падіння конкурентоздатності.

3. Внутрішньо переміщені громадяни. Наслідки тимчасової міграції та мобілізації не можуть бути компенсовані за рахунок таких громадян. Звісно, деяка частка внутрішньо переміщених громадян (осіб) відносно швидко адаптується на гостинній Хмельниччині – знаходять доступне житло, роботу (зайнятість), продовжують власне навчання та влаштовують дітей до нових навчальних закладів тощо. Однак загалом процес пристосування, морально-психологічного відновлення, адаптації до нових побутових та робочих умов є відносно тривалим.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Питання усунення негативних наслідків війни для стабілізації соціально-економічного розвитку на макро-, мезо- та мікрорівні є актуальним і систематично привертає увагу науковців, таких як: Н. Гавловська [1], Є. Івченко[2], С.Тульчинська, О.Солосіч [3] та інші.

Крім цього, використання методів економіко-математичного моделювання у забезпеченні економічної безпеки організацій висвітлюється у працях В. Притиса, Є.Рудніченко [4], Ю.Харазішвілі [5], Л.Гнилицької [6], В. Франчука[7], І.Несторишена [8] та інших. При цьому недостатньо дослідженими є питання фінансування програм реабілітації населення в умовах війни, що потребує подальших грунтовних досліджень.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ

Метою статті є визначення основних факторів негативного впливу війни на соціально-економічний розвиток регіону та розробка моделі оптимізації джерел фінансування програм реабілітації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Неможливість оперативно усунути усі негативні наслідки для соціально-економічної безпеки регіону не означає, що їх не треба усувати. Цей процес узагальнено можна змоделювати за допомогою трансформації цих наслідків у вхідні фактори (змінні) функцій середньо- та довгострокового економічного планування. Позначимо вищеописані фактори через ТЕ, М, ВП. Відносний спад зайнятості (зростання безробіття) є деяка функція СпЗ(·) від цих факторів:

$$\text{спз}^*_{1000} = \text{СпЗ}(\text{ТЕ, М, ВП}). \quad (1)$$

Функція (1) повертає безрозмірні величини (позначені як спз^*_{1000}) – або частки, або відсотки, на які спадає зайнятість або зростає безробіття 1000 осіб працездатного населення упродовж визначеного періоду часу (квартал або рік). Відносний спад виробництва, який є результатом зростаючого дефіциту трудових ресурсів, є деякою функцією

$$\text{спв}^* = \text{СпВ}(\text{ТЕ, М, ВП}), \quad (2)$$

що повертає значення спв^*, яке показує, на яку частку (відсоток) спаде виробництво упродовж визначеного періоду часу (від місяця до кварталу). Внаслідок очевидних обмежень статистичного спостереження, відображення спаду зайнятості (1) є більш інертним, ніж відображення спаду виробництва. Нарешті, функція

$$\text{спсп}^* = \text{СпСП}(\text{ТЕ, М, ВП}) \quad (3)$$

повертає значення спсп^*, яке показує, на яку частку (відсоток) спаде споживчий попит упродовж цього ж періоду. Функції (1) – (3) формально можуть набувати і від'ємних значень, але за ненульових рівнів ТЕ, Мі ВП значення цих функцій є щонайменше нульовими. За реальних умов сьогодення навіть незначні рівні тимчасової еміграції з Хмельниччини, мобілізації, а також міграції на Хмельниччину провокують зниження виробництва та дестабілізацію споживацького попиту.

Ресурси на компенсацію негативного впливу наслідків факторів ТЕ, Мі ВП (після їх прояву за декілька місяців) оцінюються за допомогою деякого перетворення $\Psi(\cdot)$ щодо часток або відсотків спаду (1) – (3), а також факторів, що ці спади викликають:

$$\psi^* = \Psi(\text{ТЕ, М, ВП; } \text{спз}^*_{1000}, \text{спв}^*, \text{спсп}^*). \quad (4)$$

Строго кажучи, значення (4) – це те, що так чи інакше держава або обласна адміністрація мають виділити у недалекій перспективі, аби негативний вплив не продовжив дестабілізацію регіональної економіки.

З іншого боку, можна спробувати заздалегідь спрямувати ресурси одразу на усунення цих наслідків, не чекаючи їх прояву. Іншими словами, ми оцінюємо збитки від негативного впливу наслідків факторів ТЕ, Мі ВП як безрозмірні значення

$$\text{Зб}(\text{ТЕ}), \text{Зб}(\text{М}) \text{ і} \text{Зб}(\text{ВП}) \quad (5)$$

у межах стандартизованої шкали (наприклад, від 0 до 1). Далі сума значень (5) переводиться у ресурсний (фінансовий) еквівалент. Цей еквівалент (позначимо його через Інв) є фактично інвестицією у післявоєнне майбутнє. Якщо

$$\text{Інв} = \text{Зб}(\text{ТЕ}) + \text{Зб}(\text{М}) + \text{Зб}(\text{ВП}) < \psi^*, \quad (6)$$

то це і доведе, що таке інвестування (виконуване в рамках відповідно урядової або регіональної програми) є цілком доцільним як для усунення негативних наслідків для соціально-економічної безпеки регіону, так і для часткового запобігання проблем післявоєнної адаптації. Також це сприятиме прискоренню відновлення трудового потенціалу регіону. Тим більше, що майбутня післявоєнна дійсність України вимагатиме зосередження колосальних трудових ресурсів на виробничо-будівельній сфері для динамічної відбудови комунальної та інших інфраструктур країни (можливо, за удосконаленими стандартами якості для зміцнення захисту під час терористичних атак ворога).

Отже, концепція усунення негативних наслідків для соціально-економічної безпеки регіону заснована на парадигмі своєчасного реагування на поточні результати військового опору України з метою мінімізації розростання негативних соціально-економічних проявів у середньо- та довгостроковій перспективі. Це реагування означає насамперед створення спеціальних регіональних інституцій, також із залученням приватного сектору, для реабілітації та надання допомоги на різних рівнях негативного впливу визвольної війни. Прообразом таких інституцій є пункти незламності по всій Україні, які були оперативно створені для усунення ряду негативних наслідків під час вимушених процесів балансування електроенергії, а також для часткового запобігання проблем, пов'язаних із загрозами блекаутів. Ефекти від своєчасного, невідкладного реагування на загрози соціально-економічної безпеки регіону є цілком очевидними:

1. Соціальний (часткова або повна компенсація дефіциту трудових ресурсів, відновлення працездатності населення, заохочення до повернення вимушених емігрантів, зменшення соціальної напруги, подолання посттравматичного синдрому після військових дій тощо).

2. Економічний (для економіки регіону – забезпеченість трудовими ресурсами, балансування рівня виробництва і попиту задля запобігання галопуючої інфляції; для установ, закладів охорони здоров'я, інших учасників програми реабілітації – додаткові надходження, зростання доходів).

3. Безпековий (підтримка конкурентоспроможності регіону за рахунок відновлення працездатності населення і, взагалі, належна підтримка мікро- та макроекономічних процесів матиме позитивний вплив на відновлення боєздатності військових формувань, в тому числі і загонів тероборони).

Тобто на регіональному рівні необхідно розробляти і впроваджувати масштабні програми реабілітації населення, які потребують і відповідного фінансування.

Серед основних джерел фінансування програми для кожного конкретного регіону можна виділити такі як: Національна служба здоров'я України, бюджети різних рівнів, грантові програми закладів освіти, спеціальний фонд закладів охорони здоров'я. При цьому співвідношення власних, запозичених і залучених джерел фінансування програми має бути оптимізоване – вклади усіх учасників програми мають бути збалансованими, що обумовлює розробку відповідної моделі.

Задача балансування джерел фінансування у загальному вигляді має наступну постановку. Нехай $дж_1$, $дж_2$, ..., $дж_K$ є переліком з K значень можливих джерел фінансування програми. Ці значення є безпосередніми сумами або їх еквівалентами (наприклад, – цінні папери, акції, вексельні кредити тощо), що виділяються відповідними джерелами. Надалі значення $\{дж_i\}_{i=1}^{K}$ називатимемо просто сумами. Спершу суми $\{дж_i\}_{i=1}^{K}$ слід нормалізувати (стандартизувати) для того, щоб позбутися одиниці виміру і перейти до безрозмірних сум, виражених у частках від 1. Так, безрозмірна (стандартизована) сума, отримувана з k-го джерела, розраховується як

$$д\tilde{ж}_k = \frac{дж_k}{\sum_{i=1}^{K} дж_i} \text{ для } k = \overline{1,\ K}. \quad (7)$$

Стандартизовані суми $\{д\tilde{ж}_k\}_{k=1}^{K}$ є вхідними аргументами функції, що еквівалентна функції (показнику) рентабельності $ФР(\cdot)$:

$$ФР(\{д\tilde{ж}_k\}_{k=1}^{K}) = ФР(д\tilde{ж}_1,\ д\tilde{ж}_2,\ \ldots,\ д\tilde{ж}_K). \quad (8)$$

Як і його аргументи, цей показник також вимірюється за безрозмірною шкалою у межах від 0 до 1, де 0 відповідає найнижчій рентабельності, а 1 – найвищій рентабельності.

Оскільки джерела фінансування є взаємонезалежними, показник рентабельності (8) має володіти властивість сепарабельності – його значення дорівнює деякій комбінації зі значень

$$ФР_1(д\tilde{ж}_1),\ ФР_2(д\tilde{ж}_2),\ \ldots,\ ФР_K(д\tilde{ж}_K),$$

де $ФР_k(д\tilde{ж}_k)$ є показником рентабельності з урахуванням тільки одного, k-го, джерела, яке обирається незалежно від інших джерел. Комбінація окремих узятих показників рентабельності $\{ФР_k(д\tilde{ж}_k)\}_{k=1}^{K}$ виражається за допомогою перетворення $\lambda(\cdot)$:

$$ФР(\{д\tilde{ж}_k\}_{k=1}^{K}) = \lambda\{ФР_1(д\tilde{ж}_1),\ ФР_2(д\tilde{ж}_2),\ \ldots,\ ФР_K(д\tilde{ж}_K)\}. \quad (9)$$

Комбінація (9) може бути, наприклад, лінійною. Зауважимо, що ця лінійність відноситься до функцій $\{ФР_k(\cdot)\}_{k=1}^{K}$, які можуть бути і нелінійними. Тоді, за цією зовнішньою лінійністю,

$$ФР(\{д\tilde{ж}_k\}_{k=1}^{K}) = \sum_{k=1}^{K} w_k \cdot ФР_k(д\tilde{ж}_k),$$

де w_k є ваговим коефіцієнтом (вагою) k-го джерела; чим більша ця вага, тим більший внесок у загальну рентабельність вносить k-те джерело фінансування. Зазвичай

$$w_k > 0 \text{ для усіх } k = \overline{1,\ K} \text{ та } \sum_{k=1}^{K} w_k = 1,$$

що досягається шляхом стандартизації, котра аналогічна (7).

Проте лінійна комбінація є ідеалізацією та своєрідним наближенням, яке іноді все ж допустиме. Більш реалістичним варіантом є нелінійна комбінація, котра дає більш точне перетворення стандартизованих сум у загальну рентабельність. У випадку нелінійної комбінації (9) маємо два варіанти моделі рентабельності. За першим варіантом використовуються ті ж ваги $\{w_k\}_{k=1}^{K}$ та відповідна лінійна комбінації нелінійно перетворених окремих узятих показників рентабельності $\{ФР_k(д\tilde{ж}_k)\}_{k=1}^{K}$:

$$ФР(\{д\tilde{ж}_k\}_{k=1}^{K}) = \sum_{k=1}^{K} w_k \cdot [ФР_k(д\tilde{ж}_k)]^{\frac{1}{p_k}} = \sum_{k=1}^{K} w_k \cdot \sqrt[p_k]{ФР_k(д\tilde{ж}_k)}, \quad (10)$$

де p_k є ступенем нелінійного перетворення стандартизованої суми, наданої k-м джерелом, причому $p_k > 0$. Якщо $p_k > 1$, то рентабельність з урахуванням тільки k-го джерела є пружною, вигідною за своєю динамікою. Якщо ж $p_k < 1$, то відгук об'єкта фінансування є сповільненим, нединамічним (зокрема, у граничному випадку, коли $p_k \to 0$, то рентабельність за k-м джерелом прямує до свого найнижчого рівня, де, можливо, витрати та збитки перевищують прибутки). Відмітимо, що лінійна комбінація все ж є частинним випадком нелінійної комбінації (10) за умови, коли

$$p_k = 1 \text{для усіх} k = \overline{1,\ K}.$$

Іншим варіантом нелінійної комбінації (9) є мультиплікативний. За цим варіантом рентабельність ФР(·) визначається як добуток її локальних складових з точністю до коефіцієнта масштабування m:

$$\text{ФР}(\{\text{дж}_k\}_{k=1}^K) = \prod_{k=1}^K m \cdot \text{ФР}_k(\text{дж}_k) = m \cdot \text{ФР}_1(\text{дж}_1) \cdot \text{ФР}_2(\text{дж}_2) \cdot \ldots \cdot \text{ФР}_K(\text{дж}_K). \quad (11)$$

Мультиплікативний варіант (11) є менш точним, ніж модель (10), однак він, на відміну від ідеалізованого підходу з лінійною комбінацією, дозволяє точніше відобразити (у відомому сенсі – змоделювати) динаміку впливу окремо узятих показників рентабельності на загальний показник.

У першому наближенні модель (10) можна вважати утричі більш точною за модель (11). Тоді оцінка показника рентабельності обчислюватиметься як лінійна комбінація цих двох варіантів з урахуванням їх ваг 0,75 і 0,25:

$$\overline{\text{ФР}}(\{\text{дж}_k\}_{k=1}^K) = \frac{0{,}75 \cdot \sum_{k=1}^K w_k \cdot \sqrt[p_k]{\text{ФР}_k(\text{дж}_k)} + 0{,}25 \cdot \prod_{k=1}^K m \cdot \text{ФР}_k(\text{дж}_k)}{2} =$$
$$= 0{,}375 \cdot \sum_{k=1}^K w_k \cdot \sqrt[p_k]{\text{ФР}_k(\text{дж}_k)} + 0{,}125 \cdot \prod_{k=1}^K m \cdot \text{ФР}_k(\text{дж}_k), \quad (12)$$

де $\overline{\text{ФР}}(\{\text{дж}_k\}_{k=1}^K)$ є уточненою оцінкою рентабельності за нелінійним підходом до комбінування окремо узятих показників рентабельності по джерелам. Задача полягає у максимізації цієї оцінки як функції K змінних$\{\text{дж}_k\}_{k=1}^K$, тобто визначенні такого значення

$$\max_{\text{дж}_1,\ \text{дж}_2,\ \ldots,\ \text{дж}_K} \overline{\text{ФР}}(\{\text{дж}_k\}_{k=1}^K) = \overline{\text{ФР}}(\{\text{дж}_k^{**}\}_{k=1}^K) = \max_{\text{дж}_1,\ \text{дж}_2,\ \ldots,\ \text{дж}_K} \left\{0{,}375 \cdot \sum_{k=1}^K w_k \cdot \sqrt[p_k]{\text{ФР}_k(\text{дж}_k)} + \right.$$
$$\left. 0{,}125 \cdot \prod_{k=1}^K m \cdot \text{ФР}_k(\text{дж}_k)\right\} = \max_{\text{дж}_1,\ \text{дж}_2,\ \ldots,\ \text{дж}_K} \left\{\begin{matrix} 0{,}375 \cdot \sum_{k=1}^K w_k \cdot \sqrt[p_k]{\text{ФР}_k(\text{дж}_k)} + \\ 0{,}125 \cdot \prod_{k=1}^K m \cdot \text{ФР}_k(\text{дж}_k) \end{matrix}\right\}, \quad (13)$$

яке досягається на переліку з K найбільш раціональних стандартизованих сум$\{\text{дж}_k^{**}\}_{k=1}^K$. У загальному випадку значення $\overline{\text{ФР}}(\{\text{дж}_k^{**}\}_{k=1}^K)$ достатньо визначити наближено з достатньою для практики точністю. Це пов'язано з тим, що в аналітичному виді функція (12) зазвичай є невідомою. Натомість вона представлена у табличному виді, що уможливлює її максимізацію (13) з використанням чисельних методів.

У цьому випадку найбільш релевантним підходом до розв'язування задачі (13), якими б не були функції$\{\text{ФР}_k(\cdot)\}_{k=1}^K$, є використання генетичного алгоритму. Тим більше, що у нашому випадку маємо три змінні – власні, запозичені та залучені джерела фінансування програми. Вірніше, – суми, отримувані з цих джерел. Для подальшого розгляду позначимо їх відповідно черезВласн, Поз, Зал.

Оскільки ми розглядаємо середньо- та довгострокову перспективу, то функції $\{\text{ФР}_k(\cdot)\}_{k=1}^K$ можна вважати квазілінійними перетвореннями стандартизованих сум. Отже, для такого випадку функцію (12) ми можемо записати у явному та спрощеному поданні:

$$\overline{\text{ФР}}(\{\text{дж}_k\}_{k=1}^K) = \frac{0{,}75 \cdot \sum_{k=1}^K w_k \cdot \sqrt[p_k]{\text{дж}_k} + 0{,}25 \cdot \prod_{k=1}^K m \cdot \text{дж}_k}{2} = 0{,}375 \cdot \sum_{k=1}^K w_k \cdot \sqrt[p_k]{\text{дж}_k} + 0{,}125 \cdot$$
$$\prod_{k=1}^K m \cdot \text{дж}_k. \quad (14)$$

З урахуванням співвідношення (14) задача максимізації (13), що еквівалентна задачі оптимізації співвідношення власних, запозичених і залучених джерел фінансування, запишеться так:

$$\max_{\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃}} \overline{\text{ФР}}(\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃}) = \overline{\text{ФР}}(\text{Власн̃}^{**}, \text{Поз̃}^{**}, \text{Зал̃}^{**}) =$$

$$= \max_{\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃}} \left\{0{,}375 \cdot \left(w_1 \cdot \sqrt[p_1]{\text{Власн̃}} + w_2 \cdot \sqrt[p_2]{\text{Поз̃}} + w_3 \cdot \sqrt[p_3]{\text{Зал̃}}\right) + 0{,}125 \cdot m \cdot \text{Власн̃} \cdot \text{Поз̃} \cdot \text{Зал̃}\right\}$$

$$= \max_{\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃}} \{0{,}375 \cdot \left(w_1 \cdot \sqrt[p_1]{\text{Власн̃}} + w_2 \cdot \sqrt[p_2]{\text{Поз̃}} + w_3 \cdot \sqrt[p_3]{\text{Зал̃}}\right) + 0{,}125 \cdot m \cdot \text{Власн̃} \cdot \text{Поз̃} \cdot \text{Зал̃}\}, \quad (15)$$

де Власн̃, Поз̃, Зал̃ – стандартизовані суми згідно зі співвідношенням (7). а Власн̃**, Поз̃**, Зал̃**– стандартизовані суми, за яких досягається максимум оцінки функці загальної рентабельності. Ці суми у відповідній трійці {Власн̃**, Поз̃**, Зал̃**} можна називати оптимальними.

Але ваги w_1, w_2, w_3у задачі (15) є досі невідомими. Їх звідкісь необхідно брати. За умов невизначеності щодо значень ваг $\{w_k\}_{k=1}^{3}$ ці ваги можна прийняти як нові змінні для генетичного алгоритму. Причому тут достатньо ввести якісь дві ваги з трьох, – наприклад, w_1іw_2, скориставшись співвідношенням

$$w_1 > 0, w_2 > 0, w_3 > 0 \text{ та} w_1 + w_2 + w_3 = 1,$$

з якого випливає, що

$$w_3 = 1 - (w_1 + w_2).$$

Така ж ситуація і зі ступенями p_1, p_2, p_3нелінійних перетворень стандартизованих сум, а також і з коефіцієнтом масштабування m в (11). Тому і ці чотири параметри можна ввести як додаткові змінні для генетичного алгоритму. Таким чином, усього отримуємо дев'ять змінних у задачі (15), яку тепер перепишемо наступним чином:

$$\max_{\substack{\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃;} \\ w_1, w_2, p_1, p_2, p_3;\, m}} \overline{\text{ФР}}(\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃};\ w_1, w_2, p_1, p_2, p_3;\ m) =$$

$$= \overline{\text{ФР}}(\text{Власн̃}^{**}, \text{Поз̃}^{**}, \text{Зал̃}^{**};\ w_1^*, w_2^*, p_1^*, p_2^*, p_3^*;\ m^*) =$$

$$= \max_{\substack{\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃;} \\ w_1, w_2, p_1, p_2, p_3;\, m}} \{0{,}375 \cdot \left(w_1 \cdot \sqrt[p_1]{\text{Власн̃}} + w_2 \cdot \sqrt[p_2]{\text{Поз̃}} + \left(1 - (w_1 + w_2)\right) \cdot \sqrt[p_3]{\text{Зал̃}}\right) + 0{,}125 \cdot m \cdot \text{Власн̃} \cdot \text{Поз̃} \cdot \text{Зал̃}\} =$$

$$= \max_{\substack{\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃;} \\ w_1, w_2, p_1, p_2, p_3;\, m}} \{0{,}375 \cdot \left(w_1 \cdot \sqrt[p_1]{\text{Власн̃}} + w_2 \cdot \sqrt[p_2]{\text{Поз̃}} + \left(1 - (w_1 + w_2)\right) \cdot \sqrt[p_3]{\text{Зал̃}}\right) + 0{,}125 \cdot m \cdot \text{Власн̃} \cdot \text{Поз̃} \cdot \text{Зал̃}\}, \quad (16)$$

де набір

$$\{\text{Власн̃}^{**}, \text{Поз̃}^{**}, \text{Зал̃}^{**}, w_1^*, w_2^*, p_1^*, p_2^*, p_3^*, m^*\} \quad (17)$$

складається з оптимальних значень стандартизованих сум, ваг, ступенів та коефіцієнта масштабування.

Оскільки точна максимізація (16) є практично складною через дев'ять змінних, ми використовуємо генетичний алгоритм для визначення наближеного (квазіоптимального) розв'язку задачі (16), який буде достатньо близьким до точного (і невідомого) розв'язку (17). При цьому наш генетичний алгоритм має бути підлаштований до специфічних параметрів даної задачі. Спочатку ми задаємо межі, в яких перебувають змінні. Для стандартизованих сум Власн̃, Поз̃, Зал̃такими межами є інтервал від 0 до 1. Вага власних джерел фінансування має задовольняти подвійній нерівності

$$0{,}25 \le w_1 \le 0{,}55. \quad (18)$$

Вага запозичених джерел фінансування є дещо меншою, тому запропоновано її заключити у наступну подвійну нерівність:

$$0{,}15 \le w_2 \le 0{,}45, \quad (19)$$

Ступені p_1, p_2, p_3нелінійних перетворень заключаємо у межі від 0,1 до 3, а також$0{,}25 \le m \le 10$.

Наш генетичний алгоритм пошуку квазіоптимального розв'язку задачі (17) працює з популяціями з 200 хромосом (наборів з дев'яти можливих варіантів значень невідомих змінних даної задачі). При цьому ми задаємо максимальну кількість ітерацій рівною 300. Якщо протягом деякої кількості ітерацій значення функції

$$\overline{\text{ФР}}(\text{Власн̃, Поз̃, Зал̃};\ w_1, w_2, p_1, p_2, p_3;\ m) = 0{,}375 \cdot \left(w_1 \cdot \sqrt[p_1]{\text{Власн̃}} + w_2 \cdot \sqrt[p_2]{\text{Поз̃}} + \left(1 - (w_1 + w_2)\right) \cdot \sqrt[p_3]{\text{Зал̃}}\right) + 0{,}125 \cdot m \cdot \text{Власн̃} \cdot \text{Поз̃} \cdot \text{Зал̃}, \quad (20)$$

не змінюється, роботу алгоритму слід зупинити. Це відбувається за допомогою задання максимальної кількості ітерацій, за яких значення функції загальної рентабельності не змінюється. Це значення ми покладаємо рівним 50.

Опис генетичного алгоритму пошуку квазіоптимального розв'язку задачі (17) показаний на рис. 1. Ініціалізація роботи генетичного алгоритму пошуку квазіоптимального розв'язку задачі (16) полягає у першопочатковій генерації 200 варіантів дев'ятипозиційних наборів (хромосом)

$$\{\text{Власн}, \text{Поз}, \text{Зал};\ w_1, w_2, p_1, p_2, p_3;\ m\}.$$

Кожен такий варіант (хромосома) кодується двійковим кодом, тобто перетворюється у набір нулів й одиниць. Таке кодування робиться для полегшення й уніфікації виконання операцій мутації хромосом. Далі обчислюється оцінка (виживання) для кожної хромосоми як значення функції (20). Після цього виокремлюється підмножина хромосом, які виграють конкуренцію за рахунок цих значень – у цю підмножину входять хромосоми з найбільшими значеннями функції (20). Якщо максимальна кількість ітерацій ще не пройдена та значення рентабельності ще має властивість змінюватися (щонайменше один раз протягом 50 ітерацій), над найкращими хромосомами виконуються операції мутації – локальні мутації індивідуальних хромосом (псевдовипадкова зміна 0 на 1 та навпаки), мутації зсуву (зсув коду хромосоми праворуч або ліворуч), а також кросбридинг (кросинговер). Після виконання цих мутацій здійснюється перехід до наступної ітерації і знову генерується популяції з дев'ятипозиційних хромосом. Завершення програми пошуку квазіоптимального розв'язку задачі (16) відбувається в одному з двох випадків: якщо пройдено максимальну кількість ітерацій або значення рентабельності не змінювалося протягом 50 ітерацій.

В результаті виконання алгоритму на рис. 1 за обмежень (18), (19) щодо ваг та інших, вказаних вище, ми отримуємо такий наближений розв'язок:

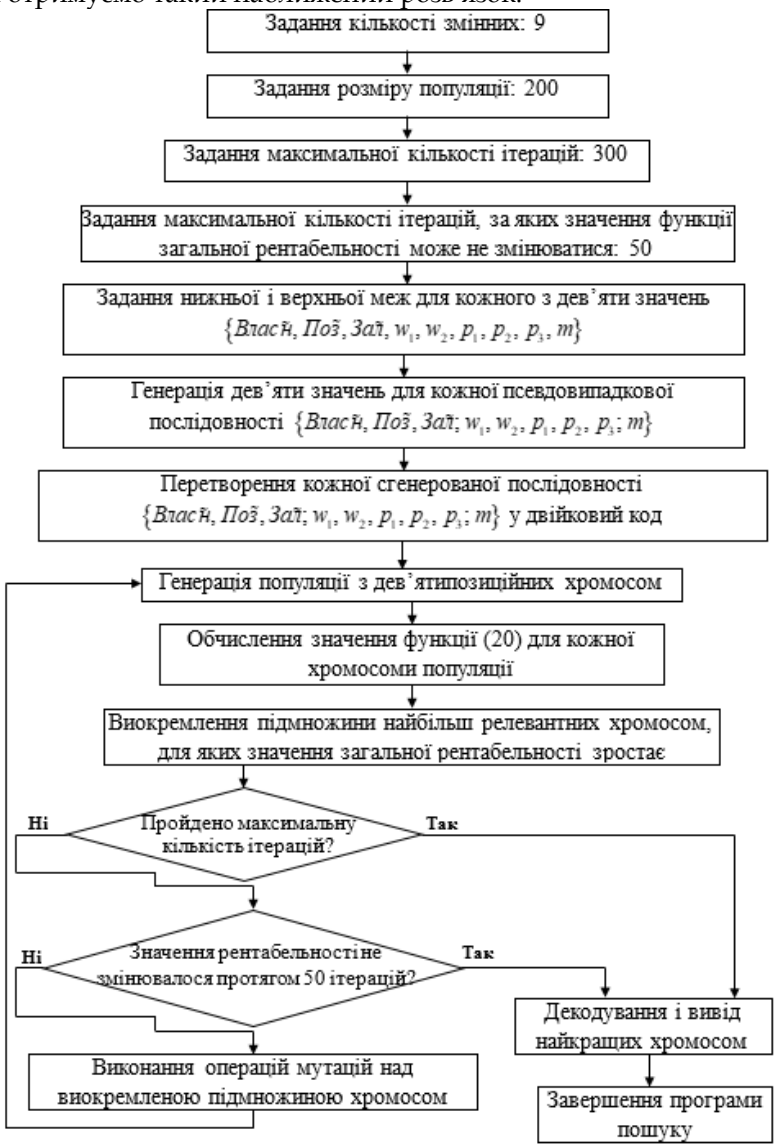

Рис. 1. Алгоритм пошуку квазіоптимального розв'язку задачі (16)

$$\text{Власн}^{**} = 1,\ \text{Поз}^{**} = 1,\ \text{Зал}^{**} = 1,\ w_1^* = 0{,}2946,\ w_2^* = 0{,}1529,\ p_1^* = 2{,}9977,\ p_2^* = 3,\ p_3^* = 2{,}9991,$$
$$m^* = 10,$$

за якого

$$\overline{\Phi P}(1,\ 1,\ 1;\ 0{,}2946,\ 0{,}1529,\ 2{,}9977,\ 3,\ 2{,}9991;\ 10) = 1{,}625.$$

Отже,

$$w_3^* = 1 - (w_1^* + w_2^*) = 1 - (0{,}2946 + 0{,}1529) = 0{,}5525.$$

Таким чином, реальні стандартизовані суми (частки) можна виписати з урахуванням їх ваг:

$$\text{Власн}^{**} = 0{,}2946,\ \text{Поз}^{**} = 0{,}1529,\ \text{Зал}^{**} = 0{,}5525. \quad (21)$$

Тепер зрозуміло, що раціональне фінансування програми реабілітації за рахунок залучень (тобто фактично інвестування) має частку у понад 55%. При цьому запозичені ресурси повинні бути найменшими. Згідно з (21) вони складають ледь більше половини власних джерел фінансування.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Насамкінець зауважимо, що обчислений розподіл є актуальним для будь-якого регіону України. Цей розподіл можна використовувати й у більш грубому наближенні (30%, 15%, 55%) для попередніх розрахунків (наприклад, для того, щоб побачити, чи взагалі вистачає наявних ресурсів), однак більш точний варіант, звісно, є пріоритетним для остаточних розрахунків, хоча і може потребувати подальших грунтовних досліджень з позиції деталізації факторів впливу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гавловська Н., Кримчак О., Подгала В. Формування пріоритетів безпекоорієнтованого управління підприємствами в умовах турбулентності зовнішнього середовища. *Modeling the development of the economic systems*. 2024 (1), 275–281. https://doi.org/10.31891/mdes/2024-11-41
2. Івченко Є. А. Концептуальні засади забезпечення безпекоорієнтованого розвитку підприємства в Україні. Вісник економічної науки України. 2023. № 2 (45). С. 129-137.
3. Тульчинська С. О., Солосіч О. С. Концептуальні засади забезпечення економічної безпеки підприємництва в умовах воєнного стану. Науковий погляд : економіка та управління. 2022. № 3(79). С. 97–102.
4. Притис В. І., Гавловська Н. І., Рудніченко Є. М. Інституціональне середовище формування системи безпекоорієнтованого управління промисловими підприємствами в умовах глобалізаційних змін. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2018. № 6(1). С. 230–232. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2018-264-6(1)-230-232
5. Харазішвілі Ю.М. Системна безпека сталого розвитку: інструментарій оцінки, резерви та стратегічні сценарії реалізації: монографія / Ю.М. Харазішвілі; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Київ, 2019. – 304 с.,
6. Hnylytska L., Gavrylychenko I., Melnyk S., Illiashenko O., Rudnichenko Ye., Havlovska N. (2021). Optimization of information analytical support for assessing the reliability of counterparties from the standpoint of economic security. TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics, 10(1), 292-297. DOI: 10.18421/TEM101-36 (Web of Science, SCOPUS). https://www.temjournal.com/content/101/TEMJournalFebruary2021_292_297.pdf
7. Rudnichenko Y., Savina H., Franchuk V., Nestoryshen I., Savin S., Havlovska N. (2021). Theoretical and practical Aspects of strategic management of balanced interaction between subjects of foreign economic activity and state institutions. TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics, 10(2), 707-718 (Web of Science, SCOPUS). https://www.temjournal.com/content/102/TEMJournalMay2021_707_718.pdf
8. Nestoryshen I., Rudnichenko Y., Shevchuk S., Oliynyk L., Havlovska N., Bohatchyk L. (2021). Strategy for Balancing Interests of Business, Government and Society in the Field of International Trade in the Digital Economy // TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics, 10(4), 1572-1580

REFERENCES:

1. Havlovska N., Krymchak O., Podhala V. Formuvannia priorytetiv bezpekooriientovanoho upravlinnia pidpryiemstvamy v umovakh turbulentnosti zovnishnoho seredovyshcha. Modeling the development of the economic systems. 2024 (1), 275–281. https://doi.org/10.31891/mdes/2024-11-41
2. Ivchenko Ye. A. Kontseptualni zasady zabezpechennia bezpekooriientovanoho rozvytku pidpryiemstva v Ukraini. Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy. 2023. № 2 (45). S. 129-137.
3. Tulchynska S. O., Solosich O. S. Kontseptualni zasady zabezpechennia ekonomichnoi bezpeky pidpryiemnytstva v umovakh voiennoho stanu. Naukovyi pohliad : ekonomika ta upravlinnia. 2022. № 3(79). S. 97–102.

4. Prytys V. I., Havlovska N. I., Rudnichenko Ye. M. Instytutsionalne seredovyshche formuvannia systemy bezpekooriientovanoho upravlinnia promyslovymy pidpryiemstvamy v umovakh hlobalizatsiinykh zmin. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky. 2018. № 6(1). S. 230–232. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2018-264-6(1)-230-232

5. Kharazishvili Yu.M. Systemna bezpeka staloho rozvytku: instrumentarii otsinky, rezervy ta stratehichni stsenarii realizatsii: monohrafiia / Yu.M. Kharazishvili; NAN Ukrainy, In-t ekonomiky prom-sti. – Kyiv, 2019. – 304 s.,

6. Hnylytska L., Gavrylychenko I., Melnyk S., Illiashenko O., Rudnichenko Ye., Havlovska N. (2021). Optimization of information analytical support for assessing the reliability of counterparties from the standpoint of economic security. TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics, 10(1), 292-297. DOI: 10.18421/TEM101-36 (Web of Science, SCOPUS). https://www.temjournal.com/content/101/TEMJournalFebruary2021_292_297.pdf

7. Rudnichenko Y., Savina H., Franchuk V., Nestoryshen I., Savin S., Havlovska N. (2021). Theoretical and practical Aspects of strategic management of balanced interaction between subjects of foreign economic activity and state institutions. TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics, 10(2), 707-718 (Web of Science, SCOPUS). https://www.temjournal.com/content/102/TEMJournalMay2021_707_718.pdf

8. Nestoryshen I., Rudnichenko Y., Shevchuk S., Oliynyk L., Havlovska N., Bohatchyk L. (2021). Strategy for Balancing Interests of Business, Government and Society in the Field of International Trade in the Digital Economy // TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics, 10(4), 1572-1580

MODELING THE PROCESSES OF ELIMINATING THE NEGATIVE CONSEQUENCES OF WAR FOR THE SOCIO-ECONOMIC SECURITY OF THE REGION: FINANCING FEATURES

HARBUSIUK Valerii
Khmelnytskyi National University

The article explores in depth the principal factors of the war's adverse influence on the socio-economic development of regional systems and the productive capacity of the population. These destructive factors include large-scale temporary emigration, internal displacement of citizens, and the urgent mobilization of working-age individuals for national defense purposes. Each of these elements not only causes direct demographic losses but also disrupts the balance of regional labor markets, reduces investment attractiveness, and limits the functioning of key infrastructure sectors. The research presents a conceptual model for minimizing such negative effects by converting the consequences of war-related factors into input parameters for medium- and long-term socio-economic forecasting. This modeling approach allows policymakers to assess the adaptive capacity of regional economies and to plan for the gradual restoration of productive potential.

The study substantiates that accelerating the recovery of the region's labor potential requires the strategic concentration of human and material resources within the industrial, construction, and communal sectors. These sectors form the foundation for the reconstruction of housing, energy systems, and transportation infrastructure — the prerequisites for stable post-war socio-economic growth. A key element of this recovery is the large-scale implementation of population rehabilitation and reintegration programs, which should address both physical and psychological recovery needs.

The article also identifies and classifies potential sources of financing for such programs, including the National Health Service of Ukraine, multi-level state and local budgets, educational institution grant programs, and special-purpose healthcare funds. It emphasizes the necessity of ensuring an optimal ratio between own, borrowed, and external financial resources, which will guarantee balanced participation and accountability among all stakeholders. A comprehensive optimization model for the financing of rehabilitation programs is developed, providing methodological support for sustainable regional recovery strategies.

Keywords: model, economic security, rehabilitation programs, financing, socio-economic development, healthcare.