

# НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ МУЛЬТИПЛЕКСИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОДАТКІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ <sup>1</sup>

## SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO EVALUATION MULTIPLEXIVE EFFICIENCY OF ECOLOGICAL TAXES IN ENSURING NATIONAL SECURITY

УДК 336.228

DOI: <https://doi.org/10.32843/infracruct57-14>

**Самусевич Я.В.**

к.е.н., старший викладач кафедри бухгалтерського обліку та оподаткування

Сумський державний університет

**Кузьменко О.В.**

д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики

Сумський державний університет

**Височина А.В.**

к.е.н., старший викладач кафедри бухгалтерського обліку та оподаткування  
Сумський державний університет

**Samusevych Yaryna**

Sumy State University

**Kuzmenko OIha**

Sumy State University

**Vysochyna Alina**

Sumy State University

Стаття присвячена розробленню науково-методичного підходу до оцінювання мультиплексивної ефективності екологічних податків у забезпеченні національної безпеки. Відбір екологічних податків, які мають потенціал мультиплексивного впливу на національну безпеку, здійснено за допомогою тесту Грейнджера. Компонентами національної безпеки, залежними від впливу екологічних податків, визначено екологічну, енергетичну та економічну безпеку. Трансмісійні мультиплексивні зв'язки, що виникають між окремими компонентами національної безпеки, враховано шляхом їх агрегування в єдиний індикатор за методом Колмогорова-Габора. Для визначення впливу окремих екологічних податків та їх комбінацій на національну безпеку побудовано множинні лінійні та нелінійні гребеневі регресійні рівняння. Максимальний рівень національної безпеки, що може бути досягнутий у результаті дії екологічного оподаткування, визначено за допомогою багатопараметричної оптимізаційної моделі. Досягнуті при цьому рівні екологічної, енергетичної та економічної безпеки визначаються за допомогою спектрального аналізу.

**Ключові слова:** екологічні податки, національна безпека, економічна безпека, екологічна безпека, енергетична безпека, мультиплексивна ефективність.

Стаття посвящена разработке научно-методического подхода к оцениванию мультиплексивной эффективности экологиче-

ских налогов в обеспечении национальной безопасности. Отбор экологических налогов, которые имеют потенциал мультиплексивного влияния на национальную безопасность, произведен с помощью теста Грейнджера. Компонентами национальной безопасности, зависимыми от влияния экологических налогов, определены экологическая, энергетическая и экономическая безопасность. Трансмиссионные мультиплексивные связи, возникающие между отдельными компонентами национальной безопасности, учтены путем их агрегирования в единый индикатор по методу Колмогорова-Габора. Для определения влияния отдельных экологических налогов и их комбинаций на национальную безопасность построены множественные линейные и нелинейные гребневые регрессионные уравнения. Максимальный уровень национальной безопасности, который может быть достигнут в результате действия экологического налогообложения, определен с помощью многопараметричной оптимизационной модели. Достигнутые при этом уровни экологической, энергетической и экономической безопасности определяются с помощью спектрального анализа.

**Ключевые слова:** экологические налоги, национальная безопасность, экономическая безопасность, экологическая безопасность, энергетическая безопасность, мультиплексивная эффективность.

*Increased interest in balancing environmental, energy and economic policy issues leads to the actualization of the search for comprehensive instruments of state influence. The intersectoral nature of environmental taxation shows a significant potential for its impact on the simultaneous provision of various areas of national security. The existence of multiplexed transmission links between the individual components of national security necessitated the development of a scientific and methodological approach to a comprehensive assessment of the impact of environmental taxes on national security in the context of building an optimal system of environmental taxation. The research is built as a sequence of interrelated stages. The selection of environmental taxes that have the potential to have multiplex effects on national security was determined using the Granger causality test. The components of national security that depend on the impact of environmental taxes are defined as environmental, energy and economic security. Transmission multiplexes that arise between individual components of national security are taken into account by aggregating them into an integral index according to the Kolmogorov-Gabor method. To determine the impact of individual environmental taxes and their combinations on national security, multiple linear and nonlinear ridge regression equations are constructed. The maximum level of national security that can be achieved as a result of environmental taxation is determined using a multi-parameter optimization model. Solving the optimization model allows determining the optimal structure of environmental taxes in the country. Determining the integrated levels of environmental, energy and economic security that correspond to the optimal level of national security achieved as a result of environmental taxation should be done through spectral analysis, which will take into account the links between the components of national security. The proposed approach creates a sound methodological basis for determining the directions of development of environmental taxes in order to achieve global and national public policy goals.*

**Key words:** environmental taxes, national security, economic security, environmental security, energy security, multiplex efficiency.

**Постановка проблеми.** Сталий розвиток у контексті забезпечення національної безпеки залишається одним із найбільш глобальних завдань сучасності. Актуальним завданням державного регулювання економіки залишається пошук комплексних інструментів впливу, здатних одночасно забезпечити досягнення низки важливих національних завдань. З огляду на досягнення

збалансованого соціально-еколого-економічного розвитку слід виокремити групу інструментів екологічного оподаткування, які одночасно забезпечують перерозподіл фінансових ресурсів у процесі використання та відновлення навколишнього природного середовища, а також дають змогу регулювати екологічно відповідальну та енергоефективну діяльність суб'єктів економіки.

<sup>1</sup> Дослідження виконане в межах науково-дослідної роботи «Структурно-функціональна мультиплексивна модель розбудови системи екологічних податків в Україні в контексті забезпечення національної безпеки» (номер державної реєстрації 0119U100759).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Теоретичні засади використання екологічних податків у системі державного регулювання економіки закладено у роботах [1; 2]. Дослідження, присвячені виявленню впливу екологічних податків на окремі аспекти екологічної та енергетичної безпеки [3; 4], довели їх значну ефективність у досягненні конкретних визначених цілей. Водночас лише окремі дослідження [6] спрямовані на одночасне збалансування екологічних, економічних та енергетичних ефектів. У цьому контексті обґрунтовано індикатори, що відображають зазначені аспекти національної безпеки [5].

**Постановка завдання.** Мета статті полягає в обґрунтуванні методичних засад визначення мультиплексивного впливу екологічних податків на національну безпеку. Розроблення науково-методичного підходу до оцінювання впливу екологічних податків на національну безпеку з урахуванням мультиплексивних ефектів має вирішити такі завдання:

- обґрунтувати параметри екологічного оподаткування та національної безпеки, які найбільш об'єктивно відображають наявні закономірності зв'язку між досліджуваними явищами;
- врахувати взаємозв'язки, що виникають між структурними компонентами національної безпеки;
- визначити трансмісійні ефекти впливу на національну безпеку, що виникають за одночасного застосування кількох екологічних податків;
- обґрунтувати оптимальне співвідношення між екологічними податками, за якого максимізується їх вплив на національну безпеку;
- визначити співвідношення між видами національної безпеки, яке формується під дією впливу екологічних податків.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження ролі екологічних податків у забезпеченні національної безпеки є комплексним процесом, що передбачає реалізацію декількох взаємопов'язаних етапів. Відповідно, поставлена мета дослідження обумовила необхідність розроблення науково-методичного підходу, який дає змогу вирішити всі сформульовані завдання. В узагальнюючому вигляді науково-методичний підхід демонструє рис. 1. Водночас необхідно більш детально розглянути кожен з етапів, представлених на рисунку, що дасть змогу уточнити специфіку дослідження екологічних податків.

1 етап. Формування інформаційної бази дослідження. Для дослідження взаємозв'язків між складними явищами дуже велике значення має відбір вхідної інформаційної бази, що має забезпечити максимальне врахування всіх аспектів досліджуваних явищ. Так, зокрема, для оцінювання ролі екологічних податків слід відібрати найбільш релевантні екологічні податки та збори. Це вказує на необхідність проведення дослідження у

міжнародному контексті. Крім того, важливо сформулювати широкий базис для оцінювання параметрів національної безпеки. Таким чином, на цьому етапі вирішуються такі завдання:

- визначення вибірки країн, що сформулюють базу дослідження (для забезпечення репрезентативності мінімум 5–6 країн);
- визначення періоду дослідження (зادля отримання адекватних результатів та з огляду на значну вибірку факторних показників мінімальний період має складати 15–20 років);
- визначення переліку екологічних податків, що функціонували у вибраних країнах протягом визначеного періоду (до вибірки не входять місцеві екологічні податки та збори);
- формування узагальнюючого переліку індикаторів національної безпеки, які можуть бути детерміновані впливом екологічних податків (набір вхідних індикаторів для цього етапу дослідження демонструє табл. 1).

2 етап. Відбір факторних та результуючих індикаторів, які слід використовувати для оцінювання впливу екологічних податків на національну безпеку. Для реалізації цього етапу економіко-математичним інструментарієм дослідження доцільно вибрати тест причинності Грейнджера, специфіка проведення якого дає змогу перевірити наявність односторонньої або двосторонньої залежності між окремими змінними. Відповідно, для кожної країни слід побудувати  $27 \cdot N$  залежностей, де  $N$  – кількість екологічних податків, що функціонували в країні протягом періоду дослідження.

Відповідно, результати моделювання дають змогу встановити причинність змін між показниками (підтвердити або спростувати факт, що зміни в динаміці певного параметра екологічного оподаткування є причиною змін у динаміці певного індикатора національної безпеки). Аналіз отриманих результатів дасть можливість сформулювати дві такі вибірки показників для подальшого оцінювання:

- індикатори національної безпеки, чутливі до впливу екологічного оподаткування (індикатори, зміна яких здебільшого (загалом для всіх країн вибірки) обумовлена впливом екологічного оподаткування);
- екологічні податки, що є детермінантами більшості досліджуваних індикаторів національної безпеки впливу (показники, які є причиною змін у більшості з 27 досліджуваних індикаторів національної безпеки).

3 етап. Враховуючи значну кількість та широку статистичну вибірку досліджуваних показників, маємо здійснити їх додатковий аналіз для досягнення таких цілей:

- усунення проблеми мультиколінеарності параметрів національної безпеки, для чого розраховано парні коефіцієнти кореляції між індикаторами та здійснено тест Дарбіна-Вотсона;

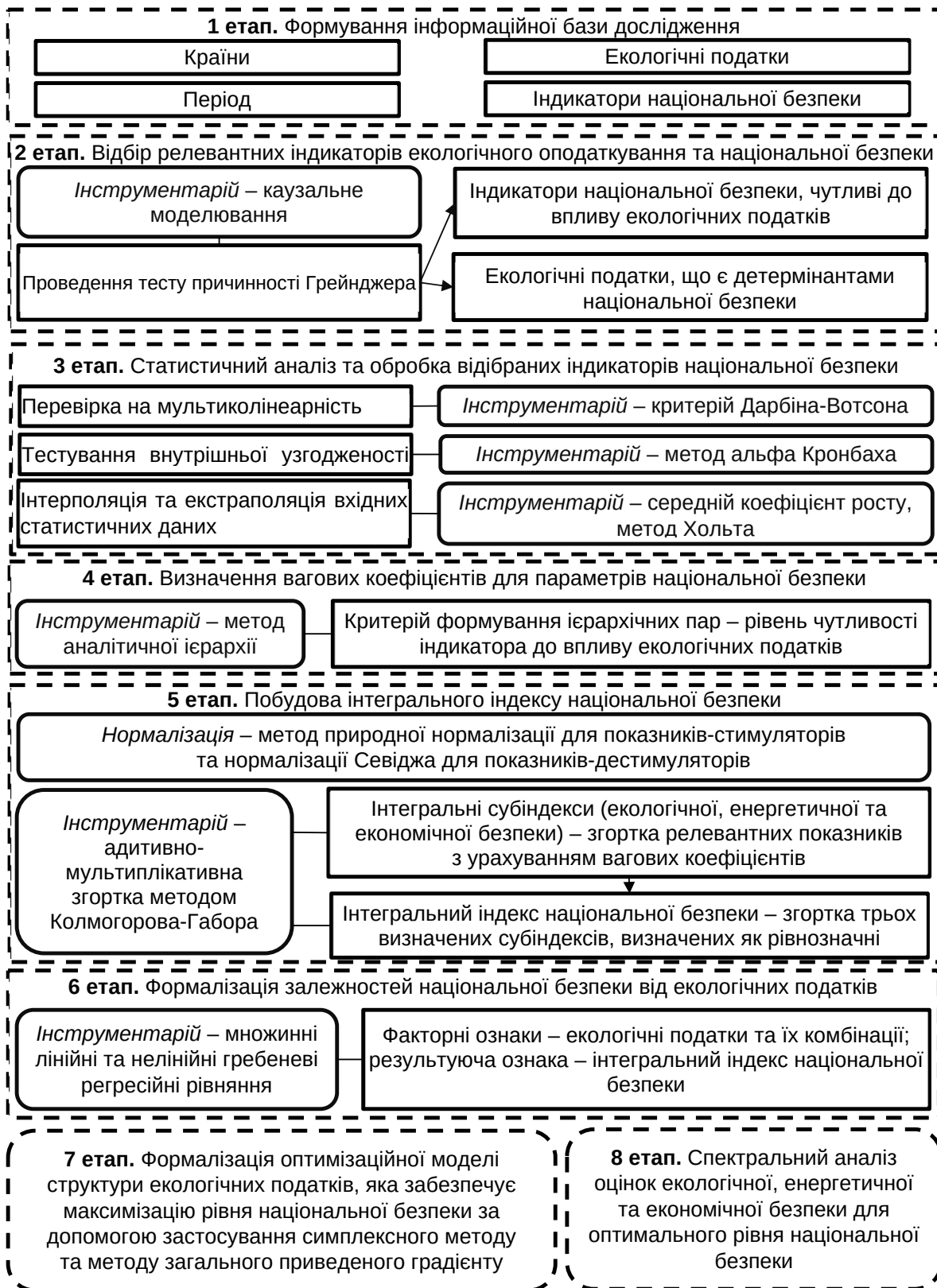


Рис. 1. Науково-методичний підхід до оцінювання мультиплексивної ефективності екологічних податків у забезпеченні національної безпеки

Джерело: авторська розробка

– перевірка внутрішньої узгодженості індикаторів під час побудови інтегрального індексу, за якої застосовано метод альфа Кронбаха;

– збалансування вхідних статистичних рядів даних, для чого проведено їх інтерполяцію та екстраполяцію за допомогою методу середнього

Узагальнюючий перелік вхідних індикаторів національної безпеки

Параметри екологічної безпеки		Параметри енергетичної безпеки		Параметри економічної безпеки	
Познач.	Опис показника	Познач.	Опис показника	Познач.	Опис показника
EnvS <sub>1</sub>	Частка сільськогосподарських угідь у структурі земель, %	EngS <sub>1</sub>	Викиди діоксиду вуглецю від виробництва електроенергії та тепла, % від загальних викидів	EcnS <sub>1</sub>	Державний борг, % від ВВП
EnvS <sub>2</sub>	Обсяг викидів діоксиду вуглецю, кт	EngS <sub>2</sub>	Інтенсивність викидів діоксиду вуглецю, кг/кг еквівалента енергії	EcnS <sub>2</sub>	Приріст ВВП, %
EnvS <sub>3</sub>	Частка лісів у структурі земель, %	EngS <sub>3</sub>	Частка виробництва електроенергії з нафти, газу та вугілля, %	EcnS <sub>3</sub>	ВВП на душу населення, дол. США
EnvS <sub>4</sub>	Викиди діоксиду вуглецю на душу населення, т/люд.	EngS <sub>4</sub>	Імпорт енергії, % від загального споживання	EcnS <sub>4</sub>	Валове нагромадження капіталу, % ВВП
EnvS <sub>5</sub>	Викиди метану, зміна відносно рівня 1990 року, %	EngS <sub>5</sub>	Рента виробництва нафти, % ВВП	EcnS <sub>5</sub>	Частка доходу найбідніших 20% населення, %
EnvS <sub>6</sub>	Викиди оксидів нітрогену, зміна відносно рівня 1990 року, %	EngS <sub>6</sub>	Частка виробництва альтернативної та ядерної енергії, %	EcnS <sub>6</sub>	Додана вартість промисловості, % ВВП
EnvS <sub>7</sub>	Витрати добрив, кг/га	EngS <sub>7</sub>	Відходи та паливо при виробництві енергії, %	EcnS <sub>7</sub>	Витрати на дослідження і розробки, % ВВП
EnvS <sub>8</sub>	Обсяг продукції рибництва, т	EngS <sub>8</sub>	Енергомісткість ВВП, кг/тис. дол. США	EcnS <sub>8</sub>	Частка безробітних, %
EnvS <sub>9</sub>	Викиди парникових газів, зміна відносно рівня 1990 року, %	EngS <sub>9</sub>	Частка споживання теплової енергії, %	EcnS <sub>9</sub>	Показник платіжного балансу, % ВВП

Джерело: авторська розробка

коефіцієнта росту та експоненційного згладжування методом Хольта.

Після проведення оброблення статистичних даних переходимо до побудови інтегрального індексу національної безпеки. Алгоритм побудови інтегральних індексів передбачає вирішення трьох таких основних завдань, як відбір параметрів, що є складовими частинами інтегрального індексу; встановлення вагових коефіцієнтів, що визначають співвідношення між складовими частинами індексу; вибір методу інтегрування показників. Відповідно, наступним завданням є встановлення вагових коефіцієнтів для параметрів національної безпеки.

4 етап. Визначення вагових коефіцієнтів для складових частин інтегрального індексу національної безпеки. З огляду на специфіку дослідження розрахунок вагових коефіцієнтів доцільно проводити у розрізі трьох складових частин безпеки, а саме екологічної, економічної та енергетичної. Методичним інструментарієм дослідження вибрано метод аналітичної ієрархії, який дає змогу врахувати співвідношення пріоритетності між кожними двома індикаторами («ієрархічні пари»). Критерієм для формування ієрархічних пар вибрано абсолютну кількість випадків, у яких за допомогою тесту Грейнджера визначено

чутливість кожного індикатора екологічної (енергетичної, економічної) безпеки до впливу екологічних податків. Відповідно, табл. 2 демонструє алгоритм розрахунку вагових коефіцієнтів для параметрів, що характеризують екологічну безпеку.

Аналогічні розрахунки проведено також у розрізі двох блоків показників, що вибрано як характеристики енергетичної та економічної безпеки.

Визначення вагових коефіцієнтів дає змогу перейти до наступного етапу.

5 етап. Побудова інтегрального індексу, що відображає чутливість національної безпеки до впливу екологічних податків. Завдання дослідження, що визначили необхідність врахування трансмісійних ефектів зв'язку між окремими компонентами національної безпеки, а також параметрами, що характеризують екологічну, енергетичну та економічну безпеку, обумовили вибір інструментарію дослідження – адитивно-мультиплікативної згортки методом Колмогорова-Габора. Специфіка зазначеного інструментарію полягає у врахуванні мультиплікативних зв'язків, що виникають між компонентами інтегрального індикатора, що дає змогу під час подальшого оцінювання впливу екологічних податків на національну безпеку визначити їх мультиплікативну ефективність.



Таблиця 2

**Визначення вагових коефіцієнтів для інтегрування релевантних індикаторів екологічної безпеки за допомогою методу аналітичної ієрархії**

Показник	EnvS1	EnvS2	EnvS3	...	EnvSi	Ваговий коефіцієнт
EnvS1	$\frac{D(EnvS_1)}{D(EnvS_1)}$	$\frac{D(EnvS_2)}{D(EnvS_1)}$	$\frac{D(EnvS_3)}{D(EnvS_1)}$	...	$\frac{D(EnvS_i)}{D(EnvS_1)}$	$\frac{\sum_{n=1}^i EnvS_n}{\sum_{n=1}^i EnvS_n} / \frac{\sum_{j=1}^i EnvS_j}{\sum_{n=1}^i EnvS_n}$
EnvS2	$\frac{D(EnvS_1)}{D(EnvS_2)}$	$\frac{D(EnvS_2)}{D(EnvS_2)}$	$\frac{D(EnvS_3)}{D(EnvS_2)}$	...	$\frac{D(EnvS_i)}{D(EnvS_2)}$	$\frac{\sum_{n=1}^i EnvS_2}{\sum_{n=1}^i EnvS_n} / \frac{\sum_{j=1}^i EnvS_j}{\sum_{n=1}^i EnvS_n}$
EnvS3	$\frac{D(EnvS_1)}{D(EnvS_3)}$	$\frac{D(EnvS_2)}{D(EnvS_3)}$	$\frac{D(EnvS_3)}{D(EnvS_3)}$	...	$\frac{D(EnvS_i)}{D(EnvS_3)}$	$\frac{\sum_{n=1}^i EnvS_3}{\sum_{n=1}^i EnvS_n} / \frac{\sum_{j=1}^i EnvS_j}{\sum_{n=1}^i EnvS_n}$
...	...	...	...	...	...	...
EnvSi	$\frac{D(EnvS_1)}{D(EnvS_i)}$	$\frac{D(EnvS_2)}{D(EnvS_i)}$	$\frac{D(EnvS_3)}{D(EnvS_i)}$	...	$\frac{D(EnvS_i)}{D(EnvS_i)}$	$\frac{\sum_{n=1}^i EnvS_i}{\sum_{n=1}^i EnvS_n} / \frac{\sum_{j=1}^i EnvS_j}{\sum_{n=1}^i EnvS_n}$
Сума	$\sum_{n=1}^i \frac{EnvS_1}{EnvS_n}$	$\sum_{n=1}^i \frac{EnvS_2}{EnvS_n}$	$\sum_{n=1}^i \frac{EnvS_3}{EnvS_n}$	...	$\sum_{n=1}^i \frac{EnvS_i}{EnvS_n}$	1,000

Примітка: D (EnvSi) – кількість випадків, у яких i-й індикатор екологічної безпеки є детермінованим екологічними податками

Джерело: авторська розробка

З огляду на той факт, що вибрані компоненти по-різному характеризують національну безпеку, перед початком побудови інтегрального індексу доцільно провести нормалізацію вхідних параметрів. Отже, показники-стимулятори (зростання яких свідчить про підвищення національної безпеки) слід нормалізувати методом природної нормалізації, а показники-дестимулятори (зростання яких вказує на погіршення національної безпеки) – методом нормалізації Севіджа.

Побудову інтегрального індексу пропонується здійснювати двоетапно, де на першому етапі слід визначати інтегральні субіндекси за окремими напрямками національної безпеки, а на другому – агрегувати їх у єдиний індекс.

Отже, формування інтегральних субіндексів національної безпеки (екологічної, енергетичної та економічної) здійснюється шляхом адитивно-мультиплікативної згортки відібраних показників з урахуванням вагових коефіцієнтів із застосуванням методу Колмогорова-Габора. Розрахунок інтегрального індексу екологічної безпеки слід проводити за такою формулою:

$$EnvSI_{kt} = \sum_{j=1}^i w_j \cdot \widetilde{EnvS}_{jkt} + \sum_{j=1}^i \sum_{j+1}^{j+1} \prod_j w_j \cdot \widetilde{EnvS}_{jkt} + \sum_{j=1}^i \sum_{j+1}^{j+2} \prod_j w_j \cdot \widetilde{EnvS}_{jkt} + \dots + \sum_{j=1}^i \sum_{j+1}^{j+i-1} \prod_j w_j \cdot \widetilde{EnvS}_{jkt}, \quad (1)$$

де  $EnvSI_{kt}$  – інтегральний субіндекс екологічної складової частини національної безпеки в розрізі k-ї країни за t-й рік;  $w_j$  – ваговий коефіцієнт j-го показника;  $\widetilde{EnvS}_{jkt}$  – нормалізоване значення j-го показника в розрізі i-ї країни за t-й рік.

Аналогічно проведемо розрахунок інтегральних індексів економічної та енергетичної безпеки.

Визначення інтегрального індикатора національної безпеки за допомогою застосування шляхом згортки трьох визначених субіндексів методом Колмогорова-Габора:

$$NSI_{kt} = EnvSI_{kt} + EngSI_{kt} + EcnSI_{kt} + EnvSI_{kt} \cdot EngSI_{kt} + EcnSI_{kt} \cdot EnvSI_{kt} + EngSI_{kt} \cdot EcnSI_{kt} + EnvSI_{kt} \cdot EngSI_{kt} \cdot EcnSI_{kt}, \quad (2)$$

де  $EnvSI_{kt}$ ,  $EngSI_{kt}$ ,  $EcnSI_{kt}$  – інтегральні субіндекси екологічної, енергетичної та економічної складових частин національної безпеки в розрізі k-ї країни за t-й рік.

Побудований інтегральний індекс дає змогу проводити дослідження впливу екологічних податків на національну безпеку. Отже, переходимо до наступного етапу.

6 етап. Формалізація залежностей інтегрального рівня національної безпеки від екологічних податків. У кожній країні існує своя специфіка побудови системи екологічних податків, а саме різна їх кількість, фіскальне та регуляторне навантаження. Саме тому доцільним є аналіз впливу як окремих екологічних податків на національну безпеку, так і їх комбінацій, що дасть змогу визначити такі варіанти поєднання екологічних податків, які матимуть найбільшу мультиплексивну ефективність у забезпеченні національної безпеки. Для цього інструментарієм дослідження вибрано множинні лінійні та нелінійні гребеневі регресійні рівняння, які слід будувати окремо для кожної країни.

Факторними показниками в побудованих рівняннях виступають окремі екологічні податки та їх комбінації. Вимірником кожного з екологічних податків є частка надходжень, що він забезпечує,

в загальних податкових надходженнях від екологічного оподаткування. Факторні ознаки, що відображають комбінації екологічних податків, формуються шляхом перемножування показників окремих екологічних податків. Результуючою ознакою в рівняннях є інтегральний рівень національної безпеки.

Таким чином, загальний вигляд рівняння визначається таким чином:

$$NSI_k = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i + x_1 \cdot \sum_{j=n+1}^m b_j \cdot x_j + x_2 \cdot \sum_{l=m+1}^p b_l \cdot x_l + \dots + b_{p+q} \prod_{i=1}^n x_i \cdot x_i, \quad (3)$$

де  $NSI_k$  – інтегральний індекс національної безпеки  $k$ -ї країни;  $x_i$  – частка  $i$ -го екологічного податку в загальних надходженнях від екологічних податків  $k$ -ї країни.

Побудовані рівняння дають змогу проводити кількісні розрахунки, що дадуть можливість визначити залежності між окремими екологічними податками та їх комбінаціями, а також інтегральним рівнем національної безпеки. Враховуючи те, що вимірниками екологічних податків вибрано їх структурні частки, можемо побудувати оптимізаційну модель, яка дасть змогу визначити такі параметри екологічного оподаткування, за яких буде досягатися максимальний рівень національної безпеки.

7 етап. Формалізація оптимізаційної моделі структури екологічних податків, яка забезпечує максимізацію рівня національної безпеки за допомогою застосування симплексного методу та методу загального приведення градієнту. Оптимізаційна модель має такий вигляд:

$$NBKG_{it} = f(x_1, \dots, x_k, \dots, x_n) \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1, \dots, x_k, \dots, x_n \geq 0 \\ \min_{k=1 \div n} x_k + \sigma_k \leq x_k \leq \max_{k=1 \div n} x_k + \sigma_k \end{cases}, \quad (4)$$

де  $NBKG_{it}$  – рівень національної безпеки Колмогорова-Габора для  $i$ -ї країни за  $t$ -й рік;  $x_k$  –  $k$ -та змінна, яка приймає значення від 1 до  $n$  і характеризує частку  $k$ -го виду податку в загальній сумі екологічних податків;  $\min_{k=1 \div n} x_k$  – мінімально можливе значення частки  $k$ -го виду податку в загальній сумі екологічних податків за досліджуваній проміжок часу;  $\max_{k=1 \div n} x_k$  – мінімально можливе значення частки  $k$ -го виду податку в загальній сумі екологічних податків за досліджуваній проміжок часу;  $\sigma_k$  – середнє квадратичне відхилення частки  $k$ -го виду податку в загальній сумі екологічних податків за досліджуваній проміжок часу.

Результатом побудови та апробації оптимізаційної моделі є визначені частки окремих екологічних податків у загальній структурі, за яких національна безпека сягне свого максимально можливого рівня, тобто встановлені співвідношення між екологічними податками забезпечать

максимізацію інтегрального рівня національної безпеки з урахуванням мультиплексивних трансмісійних ефектів між її компонентами та у розрізі окремих компонентів.

Водночас необхідним елементом аналітичного дослідження є визначення також інтегральних рівнів екологічної, енергетичної та економічної безпеки, які забезпечуватиме функціонування оптимальної з точки зору національної безпеки системи екологічного оподаткування в країні, що обумовлює наступний етап дослідження.

8 етап. Спектральний аналіз оцінки екологічної, енергетичної та економічної безпеки для оптимального рівня національної безпеки.

Для проведення цього етапу слід побудувати таку систему рівнянь:

$$\begin{cases} EnvSI_{it} = e_0 + e_1 \cdot NSI_{it} \\ EngSI_{it} = c_0 + c_1 \cdot NSI_{it} \\ EcnSI_{it} = d_0 + d_1 \cdot NSI_{it}^2 + d_2 \cdot NSI_{it}^3 + \\ + d_3 \cdot NSI_{it}^{\frac{1}{2}} + d_4 \cdot \ln(NSI_{it}) + d_4 \cdot \log(NSI_{it}) + \frac{d_4}{NSI_{it}} \end{cases} \quad (5)$$

**Висновки з проведеного дослідження.** Підвищений інтерес до збалансування питань екологічної, енергетичної та економічної політики обумовлює актуалізацію пошуку комплексних інструментів державного впливу. Міжгалузевий характер екологічного оподаткування засвідчує значний потенціал його впливу на одночасне забезпечення різних напрямів національної безпеки. Наявність мультиплексивних трансмісійних зв'язків між окремими компонентами національної безпеки обумовила необхідність розроблення науково-методичного підходу до комплексного оцінювання впливу екологічних податків на національну безпеку в контексті побудови оптимальної системи екологічного оподаткування. Розроблений підхід дає змогу одночасно відібрати найбільш дієві інструменти екологічного оподаткування (за допомогою тесту Грейнджера), а також визначити оптимальні співвідношення між ними (за допомогою багатопараметричної оптимізаційної моделі), що створює основу для коригування національних систем екологічного оподаткування. Визначення інтегральних рівнів екологічної, енергетичної та економічної безпеки, які відповідають оптимальному рівню національної безпеки, досягнутому в результаті впливу екологічного оподаткування, слід проводити за допомогою спектрального аналізу, що дасть можливість врахувати зв'язки, що існують між складовими частинами національної безпеки. Запропонований підхід створює ґрунтовний методичний базис для визначення напрямів розвитку екологічних податків для досягнення глобальних та національних цілей державної політики.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

1. Cadoret I., Galli E., Padovano F. How do governments actually use environmental taxes? *Applied Economics*. 2020. Vol. 52 (48). P. 5263–5281.
2. Ekins P. Theory and Practice of Environmental Taxation. 2009. URL: <http://www.greentaxreport.co.uk/read-chapters-online/11-theory-and-practice-of-environmental-taxation?showall=1> (дата звернення: 15.07.2021).
3. Mardones C., García C. Effectiveness of CO2 taxes on thermoelectric power plants and industrial plants. *Energy*. 2020. Vol. 206. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544220312640> (дата звернення: 10.07.2021).
4. Risch A. Are environmental fiscal incentives effective in inducing energy-saving renovations? An econometric evaluation of the French energy tax credit. *Energy Economics*. 2020. Vol. 90. URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/eneeco/v90y2020ics0140988320301717.html> (дата звернення: 05.07.2021).
5. Samusevych Y., Vysochyna A., Vasylieva T., Lyeonov S., Pokhylko S. Environmental, energy and economic security: assessment and interaction. Proceedings of the 9th International Conference on Innovation and Modern Applied Science in Environmental Studies. URL: [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/10/e3sconf\\_icies2020\\_00012/e3sconf\\_icies2020\\_00012.html](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/10/e3sconf_icies2020_00012/e3sconf_icies2020_00012.html) (дата звернення: 25.07.2021).
6. Shahzad U. Environmental taxes, energy consumption, and environmental quality: Theoretical survey with policy implications. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. Vol. 27 (20). P. 24848–24862.

**REFERENCES:**

1. Cadoret I., Galli E., Padovano F. (2020) How do governments actually use environmental taxes? *Applied Economics*, vol. 52(48), pp. 5263–5281.
2. Ekins P. (2009). Theory and Practice of Environmental Taxation. Available at: <http://www.greentaxreport.co.uk/read-chapters-online/11-theory-and-practice-of-environmental-taxation?showall=1> (accessed 15 July 2021).
3. Mardones C., García C. (2020) Effectiveness of CO2 taxes on thermoelectric power plants and industrial plants. *Energy*, vol. 206. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544220312640> (accessed 10 July 2021).
4. Risch A. (2020). Are environmental fiscal incentives effective in inducing energy-saving renovations? An econometric evaluation of the French energy tax credit. *Energy Economics*, vol. 90. Available at: <https://ideas.repec.org/a/eee/eneeco/v90y2020ics0140988320301717.html> (accessed 05 July 2021).
5. Samusevych Y., Vysochyna A., Vasylieva T., Lyeonov S., Pokhylko S. (2021). Environmental, energy and economic security: assessment and interaction. Proceedings of the 9th International Conference on Innovation and Modern Applied Science in Environmental Studies. Available at: [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/10/e3sconf\\_icies2020\\_00012/e3sconf\\_icies2020\\_00012.html](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/10/e3sconf_icies2020_00012/e3sconf_icies2020_00012.html) (accessed 25 July 2021).
6. Shahzad U. (2020). Environmental taxes, energy consumption, and environmental quality: Theoretical survey with policy implications. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 27(20), pp. 24848–24862.