

А.М. Онищенко, д.е.н., професор,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
A.M. Onyshchenko, doctor of economic sciences, professor,  
Taras Shevchenko national university of Kyiv

## ФОРМУВАННЯ ПРІОРИТЕТІВ МІЖДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ПОЛІТИКИ СКОРОЧЕННЯ ЕМІСІЙ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В РАМКАХ ВИКОНАННЯ ПАРИЗЬКОЇ УГОДИ

### FORMATION OF THE INTERSTATE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC POLICIES PRIORITIES TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE FRAMEWORK OF THE PARIS AGREEMENT

**Анотація.** В статті аргументовано, що традиційна модель економічного зростання, яка ігнорує важливість природних факторів, не здатна запобігти посиленню глобальних екологічних проблем, включаючи подальшу зміну клімату, вона вичерпала себе на даному історичному періоді розвитку цивілізації. Перехід до сталого розвитку вимагає включення екологічного фактора в систему основних соціально-економічних показників. Це можна досягти через розробку та врахування на глобальному та національному рівнях індикаторів сталого розвитку. Вони повинні бути включеними в міжнародних, національних програмах сталого розвитку, плани та програми розвитку економіки, плани дій з охорони довкілля за прикладом Паризької угоди.

Виходячи з відомої тези про те, що дослідження взаємозв'язків елементів виробництва поза суспільної форми реалізації продукції призводить до виробничо-технологічної інтерпретації економіки, автором дослідження введено основні макроекономічні змінні та взаємозв'язки між ними. Як основні виробничі фактори розглядаються витрати праці, основних виробничих фондів та предметів праці. Результатом виробничої діяльності є валовий продукт, який розподіляють на виробниче споживання та кінцевий продукт. В свою чергу, кінцевий продукт поділяється на валові капіталовкладення та на невиробниче споживання. Розглядається взаємозв'язок між основними показниками верхнього рівня економічної ієрархії.

Одним з підходів до розв'язання даної проблеми на основі теорії системно-динамічного моделювання в статті запропоновано еколого-економічну модель поведінки економічного агента в умовах встановлених обмежень на емісії парникових газів. При цьому розглядається необхідність виконання положень Паризької угоди. За допомогою даної моделі визначено властивості та тенденції зміни взаємопов'язаних агрегованих показників, таких як валовий та кінцевий продукти, трудові ресурси, виробничі фонди, інвестиції, споживання і т.д. Дослідження запропонованої моделі дозволило побудувати траєкторії обсягів валового випуску, зокрема в умовах різних сценаріїв зміни встановленої емісійної квоти.

Отримані динамічні траєкторії дозволяють досліджувати поведінку основних макропоказників в залежності від зміни параметрів моделі, які визначають ступінь реалізації того чи іншого механізму Паризької угоди.

**Ключові слова:** еколого-економічне моделювання, Паризька угода, теорія системно-динамічного моделювання.

**Abstract.** In the article is argued that the traditional model of economic growth, ignoring the importance of natural factors, is not able to prevent the growth of global environmental problems, including further climate change, it has exhausted itself in this historical period of development of civilization. The transition to sustainable development requires the inclusion of an environmental factor in the system of basic socio-economic indicators. This can be achieved through the development and incorporation of indicators of sustainable development at the global and national levels. They should be included in international, national sustainable development programs, plans and programs for economic development, environmental action plans, as exemplified by the Paris Agreement.

Proceeding from the well-known thesis that the study of the interconnection of elements of production outside the social form of product sales leads to a production-technological interpretation of the economy, the author of the research introduced the main macroeconomic variables and interconnections between them. As the main production factors are considered labor costs, major productive assets and labor. The result of the production activity is the gross product, which is divided into production and final product. In turn, the final product is divided into gross investment and non-productive consumption. The relationship between the main indicators of the upper level of the economic hierarchy is considered.

One of the approaches to solving this problem on the basis of the theory of system-dynamic modeling in the article is proposed ecological-economic model of the behavior of the economic agent in the conditions of the established restrictions on greenhouse gas emissions. In doing so, the need to comply with the provisions of the Paris Agreement is considered. With the help of this model, the properties and trends of changing interrelated aggregates such as gross and final products, labor resources, production funds, investments, consumption, etc. are explored. The research of the proposed model allowed to construct trajectories of gross output volumes, in particular, under different scenarios of the change of the established emission quota.

The obtained dynamic trajectories allow us to investigate the behavior of the main macroindicators, depending on the change in the parameters of the model, which determine the degree of implementation of one or another mechanism of the Paris Agreement.

**Keywords:** Environmental modeling, Paris Agreement, system-dynamic theory.

**Вступ.** Світова економіка в умовах дії Паризької угоди (ПУ) [1] як об'єкт глобального моделювання є досить специфічною, оскільки вміщує багатогранну діяльність людини, здатної активно впливати на функціонування всієї системи, виходячи з великої кількості цілей, часто суперечливих. Тому важливого значення набувають питання методологічного характеру дослідження глобального розвитку еколого-економічних систем за необхідності скорочення емісій парникових газів з допомогою математичних моделей. Ці питання значною мірою визначають вибір методу моделювання, методу формального опису окремих блоків, структури моделі, сферу її застосування та можливі результати.

**Мета статті.** При формалізації соціально-економічних та екологічних процесів часто використовують емпіричні співвідношення, отримані на основі спостережень за фактичною статистикою,

без достатнього аналізу, які окреслюють межі їх використання. Такий об'єкт як міжнародна економіка в умовах скорочення викидів парникових газів як суспільна система володіє важливою особливістю — здатністю до саморозвитку і на спостережуваній траєкторії не проявляє всіх своїх можливостей. Для неї моделювання багато в чому замінює експеримент та спостереження. Економічний розвиток, міжнародні економічні відносини відбуваються під впливом певних керівних впливів. Такі керівні впливи, як і цілі системи управління, досить різняться від країни до країни. Відмінності в управлінні через відмінності у цілях не єдині. Керівний вплив змінюється з часом, а досвід визначення значень параметрів еколого-економічної системи показує, що: по-перше, ці значення часто різняться навіть для країн, які перебувають на однаковому рівні економічного розвитку, по-друге, вони різні на різних етапах розвитку однієї й тієї ж країни. Таким чином, не існує впевненості в тому, що світовий економічний розвиток в умовах дії ПУ буде описуватись моделлю, близькою до сучасної.

Зі сказаного випливає, що при коректному вивченні процесу міжнародного економічного розвитку з обмеженням на викиди парникових газів необхідно мати на основі відповідної інформаційної бази інший формалізований опис процесу відтворення з явним виокремленням та описом керівних впливів, цілей системи, екологічних обмежень, а питання формалізації соціально-економічних та екологічних процесів тісно пов'язані з питаннями адекватності моделей. У випадку, коли немає можливості виходити лише з точних законів суспільних наук і доводиться залучати деяку систему гіпотез про процес, часто розмірковують таким чином: модель є адекватною, оскільки, по-перше, прийнята система гіпотез нині правдоподібна з боку концептуальної теорії, а по-друге, за кількісними та якісними показниками на певному відрізку розвитку модель та реальний процес близькі.

Необхідно також відзначити одну з головних проблем побудови динамічних моделей світової еколого-економічної системи в умовах ПУ: якщо функція мети агента залежить від результатів його майбутньої діяльності, то для того, щоб планувати цю діяльність, він повинен прогнозувати можливі значення змінних. Таким чином, модель міждержавної взаємодії необхідна для того, щоб допомогти суб'єктам економік прогнозувати майбутні значення змінних як економічного, так і екологічного характеру.

**Результати.** Згідно з методами дослідження, що реалізуються за допомогою глобальних моделей, їх об'єднують у дві групи — імітаційні та оптимізаційні моделі. Обраний для цього розділу

перший тип моделей описується замкнутою системою рівнянь, тобто всі функціональні зв'язки, значення параметрів та екзогенних величин є заданими наперед до функціонування моделі. Дослідження такої системи за допомогою імітаційної моделі полягає у визначенні впливу вибору різноманітних припущень стосовно функціональних зв'язків, чисельних значень параметрів та керівних впливів на поведінку системи. При такому описі в модель вводять попередньо обраний механізм керування, який фактично є моделлю ухвалення рішень, ідентифікованою на передісторії розвитку системи. В такому разі дослідження системи полягає у переборі різноманітних сценаріїв та аналізі їх впливу на поведінку системи. Під сценаріями розуміють різноманітні співвідношення гіпотез стосовно функціональних зв'язків, структури керівного механізму, значень параметрів. Такий підхід повинен допомогти на першому етапі глибше зрозуміти динаміку досліджуваних процесів, виявити можливі критичні тенденції розвитку [2].

Внутрішня структура глобальної еколого-економічної системи ПУ така, що її поведінку неможливо представити як оптимізацію певного критерію. Часто не лише цілі окремих підсистем є протилежними, а й сам набір цілей всієї системи містить досить несумісні вимоги. Крім того, цілі такої складної еколого-економічної системи часто погано піддаються формалізації. Навіть за умов вдалого розв'язання такої задачі виникає відома проблема векторного критерію мети: як визначити оптимальну сукупність показників, до якої повинна прямувати досліджувана система. При цьому ухвалювати рішення часто доводиться з урахуванням неповноти інформації стосовно всіх цілей системи, зовнішніх умов, зв'язків усередині системи та її параметрів.

Глобальна модель — це інструмент, здатний допомогти експерту визначити розв'язання досліджуваних ним проблем. На думку деяких авторів, недоцільно апріорно закладати в модель той чи інший критерій мети, тобто намагатися формалізувати мету експерта. Більше того, не завжди можливо сформулювати такі цілі, оскільки вони значною мірою визначаються можливостями системи, про які він дізнається лише в процесі дослідження.

Більш адекватним уявленням про еколого-економічну взаємодію в рамках ПУ як про складну систему є її розгляд під кутом зору наявності цілого набору основних параметрів та необхідності їх підтримки в межах певних обмежень. Тому завдання управління міждержавною взаємодією слід розглядати більше не як задачу оптимізації, а знаходження задовільної траєкторії розвитку. Важлива при цьому необхідність знаходити компроміс між вимо-

гами економічної та екологічної підсистем, розпізнавати прийнятні стани у векторному просторі життєвих індикаторів системи.

Запропоновано розглядати системно-динамічну еколого-економічну модель як глобальну, оскільки в ній кожна окрема країна представлена не як ізольована економічна система, а як елемент системи світової економіки, як об'єкт регулювання з боку світового господарства, адже розвиток економіки будь-якої країни підкоряється не лише національним інтересам, а й вимогам всього світового суспільства. В основі цієї моделі за аналогією до розроблених вченими Римського клубу моделей [3] лежить намагання описати взаємозв'язки елементів, що складають світову систему, і представити їх як однорівневу структуру, а широта охоплення взаємозв'язків, ступінь їх деталізації розглядається як критерій якості моделі. За такого підходу прогнозування розвитку одного окремого елементу передбачає необхідність прогнозування розвитку і всіх інших елементів незалежно від того, пріоритетний він чи ні. Подібний метод досить трудомісткий, а можливості збільшення кількості елементів та взаємозв'язків в моделі обмежені також доступною статистичною та загальною інформацією.

Виходячи з останнього, запропоновано розглядати глобальну модель в умовах дії обмежень за ПУ, яка б обходила мінімальним обсягом вихідної інформації та потребувала порівняно негроміздких розрахунків за максимально можливою точністю результатів. Для побудови такої моделі необхідно намагатися повно враховувати закономірності економічного розвитку, при цьому світова економіка повинна бути представлена у вигляді багаторівневої ієрархічної структури. Знання внутрішніх закономірностей розвитку елементу на цьому рівні ієрархії разом із загальними закономірностями, що діють на вищих рівнях, дозволяє на основі системного підходу дослідити траєкторію обраного елементу з залученням мінімального об'єму інформації стосовно другорядних факторів.

Одним з результатів аналізу описаних вище наукових напрямків розвитку економіки за відсутності структурних змін в майбутньому стала концепція „нульового зростання” [4]. Саме ця концепція ініціювала рух „зелених” за заборону забруднюючих виробництв та за обмеження зростання економіки. На думку низки економістів такий шлях не веде до розвитку окремих країн та світової економіки у цілому.

Таким чином, виникає необхідність переходу до нової методики аналізу навколишнього середовища, яка б враховувала інтереси як економіки, так і екології. На основі системно-

динамічного підходу зробимо спробу переходу від концептуальної до математичної моделі, яка б відображала міжнародні еколого-економічні зв'язки в умовах реалізації положень ПУ.

Введемо основні змінні екологічної складової ПУ та опишемо співвідношення між ними.

Нехай  $Q$  — встановлена для країни квота викидів парникових газів;

$R(t)$  — загальний обсяг емісій  $CO_2$  внаслідок дії матеріального виробництва;

$T(t)$  — обсяг утилізованих викидів парникових газів внаслідок дії екологічного виробництва.

Будемо розглядати умову:

$$Q \leq R(t) - T(t),$$

тобто встановлена квота, яка, в кращому випадку, дорівнює різниці між обсягами емісій матеріального виробництва та обсягами утилізованих емісій завдяки екологічним заходам.

Для більшості країн встановлена квота є досить жорсткою, що вимагає реалізації одного з нижчезазначених заходів або їх комбінації:

**Скорочення обсягів матеріального виробництва.** Як засвідчили перемовини, що передували підписанню ПУ, очевидно, це неприйнятна умова для переважної більшості країн. Тому такий сценарний варіант буде розглядатися як останній з можливих, а у відповідних моделях як певний граничний режим.

**Збільшення об'ємів утилізованих емісій  $CO_2$ .** Це один з найбільш доцільних варіантів розвитку для країн з перехідною економікою. ПУ орієнтує економіку на використання нових енергозбережних технологій, вводить додаткові стимули для збереження та відновлення лісів, ведення стійкого сільського господарства. Наприклад, для України, яка потенційно володіє значним коефіцієнтом ефективності від впровадження енергозберігаючих технологій, це означає відмову від шляху розвитку на основі існуючих енергоємних технологій. Перехід економіки на нові технології вимагає значних інвестиційних коштів, що призводить до необхідності визначити, яку частину валового випуску можна виділити на заходи зі зменшення емісій парникових газів.

Оскільки розглядається задача дослідження динаміки валового випуску з врахуванням обмежень на обсяги емісій парникових газів, то окрім екологічної, необхідно ввести економічну складову.

Виходячи з відомої тези про те, що дослідження взаємозв'язків елементів виробництва поза суспільної форми реалізації продукції призводить до виробничо-технологічної інтерпретації економіки [5], введемо основні макроекономічні змінні та взаємозв'язки між ними. Як основні виробничі фактори будемо розглядати витрати праці, основних виробничих фондів та предметів праці. Результатом виробничої діяльності є валовий продукт, який розподіляють на виробниче споживання та кінцевий продукт. Своєю чергою, кінцевий продукт поділяється на валові капіталовкладення та на невиробниче споживання. Розглянемо взаємозв'язок між основними показниками верхнього рівня економічної ієрархії.

Одним з підходів до розв'язання цієї проблеми є побудова однопродуктової макроекономічної моделі. За допомогою такої моделі вивчають властивості та тенденції зміни взаємопов'язаних агрегованих показників, таких як валовий та кінцевий продукти, трудові ресурси, виробничі фонди, інвестиції, споживання тощо. За основу такої моделі оберемо однопродуктову динамічну модель Леонтьєва [6].

Припускається, що всі валові інвестиції йдуть на введення в дію нових основних виробничих фондів. Вважається, що приріст випуску продукції пропорційний капіталовкладенням. Невиробниче споживання йде цілком на відновлення робочої сили, а витрати праці пропорційні випуску продукції. В зроблених припущеннях модель має вигляд:

$$X(t) = aX(t) + \eta \frac{dX(t)}{dt} + \gamma bX(t),$$

де  $X(t)$  — поточний обсяг валового випуску;  $a$  — коефіцієнт прямих витрат;  $\eta(t)$  — коефіцієнт прирістної фондоємності;  $\gamma(t)$  — норма споживання;  $b(t)$  — норма працеємності.

Отже, будемо розглядати таку еколого-економічну модель:

$$X(t) = aX(t) + \eta \frac{dX(t)}{dt} + \gamma bX(t), \quad (1)$$

$$Q \leq R(t) - T(t).$$

Економічний та екологічний блоки в побудованій моделі поєднано суто механічно. З метою усунення цього недоліку введемо припущення про залежність обсягу валового випуску та викидів  $\text{CO}_2$ . Будемо вважати, що обсяг емісій парникових газів,

здійснених матеріальним виробництвом,  $R(t)$  прямо пропорційний обсягу матеріального виробництва  $X(t)$ :

$$R(t) = kX(t).$$

Окрім того, обсяг інвестицій будемо трактувати як обсяги приросту основних виробничих фондів  $\eta \frac{dX(t)}{dt}$ . Враховуючи важливість заходів зі зменшення обсягів емісій, що дозволяє зменшити „жорсткість” встановлених нормативів, будемо поділяти загальний обсяг інвестицій на інвестиції матеріального та допоміжного виробництв

$$\eta \frac{dX(t)}{dt} = \eta_1 \frac{dX(t)}{dt} + \eta_2 \frac{dT(t)}{dt}.$$

Остаточо отримуємо систему:

$$X(t) = aX(t) + \eta_1 \frac{dX(t)}{dt} + \eta_2 \frac{dT(t)}{dt} + \gamma bX(t),$$

$$Q \leq kX(t) - T(t).$$

З метою визначення залежності обсягів валового випуску від екологічних нормативів та побудови довгострокової траєкторії виразимо з другого співвідношення змінну  $T(t)$ , вважаючи, що друге співвідношення виконується як рівність, та підставимо у перше рівняння. Одержимо:

$$X(t) = aX(t) + \eta_1 \frac{dX(t)}{dt} + \eta_2 \frac{kX(t) - Q}{dt} + \gamma bX(t). \quad (2)$$

Отримане диференціальне рівняння потребує уточнення щодо динаміки встановленої квоти на викиди парникових газів.

Розглянемо детально такі випадки при фіксованому значенні  $X(0) = X_0$ :

1. **Встановлений обсяг емісій є фіксованим, тобто**  $Q(t) = Q_0 = const$ . Така ситуація є характерною для відносно короткотермінового планового періоду (4–5 років).

При введених припущеннях основне рівняння набуде вигляду:

$$X(t) = aX(t) + \eta_1 \frac{dX(t)}{dt} + \eta_2 \frac{kX(t)}{dt} + \gamma bX(t).$$



Динаміка обсягів валового випуску визначається розв'язком:

$$X(t) = X(0)e^{\frac{1-a-\gamma b}{\eta_1+k\eta_2}t} \quad (3)$$

Як зазначено вище, згідно з основними перспективними положеннями ПУ передбачається поступове зменшення з кожним новим звітним періодом дозволених квот емісій. В зв'язку з цим введемо спадні залежності дозволених обсягів квот від часу. Останнє характерно для довготермінового планового періоду, що дозволяє визначити національну стратегію на наступні звітні періоди в рамках угод щодо обмежень емісій.

Розглянемо інший варіант залежності обсягу встановлених квот від часу.

Будемо вважати, що обсяг дозволених емісій описується гіперболічним законом:

$$Q(t) = \frac{Q_0}{1+\alpha t} \quad (4)$$

Розглянута вище умова фіксованого обсягу емісій CO<sub>2</sub> є граничним випадком умови (4), а саме:

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} Q(t) = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{Q_0}{1+\alpha t} = Q_0 = const.$$

За умови (4) рівняння (2) набуває вигляду:

$$X(t) = aX(t) + \eta_1 \frac{dX(t)}{dt} + \eta_2 \left[ \frac{kX(t)}{dt} + \alpha \frac{Q_0}{(1+\alpha t)^2} \right] + \gamma b X(t).$$

Залежність обсягу валового випуску від часу виражається розв'язком:

$$X(t) = \left( X_0 - \frac{\eta_2 Q_0}{B} \right) e^{\frac{A}{B}t} + \frac{\eta_2 Q_0 A}{\alpha B^2} \left( Ei \left( 1, \frac{A}{\alpha B} \right) - Ei \left( 1, \frac{A}{B}t + \frac{A}{\alpha B} \right) \right) e^{\frac{A}{\alpha B} + \frac{A}{B}t} + \frac{\eta_2 Q_0}{B},$$

де  $A = 1 - a - \gamma b$ ;  $B = \eta_1 + k\eta_2$ ;  $Ei(\cdot)$  — експоненціальний інтеграл [7].

Аналізуючи отриманий розв'язок, перейдемо до границі за умови  $\alpha \rightarrow 0$ . Як наслідок, отримуємо траєкторію обсягу валового випуску у вигляді:

$$X(t) = X(0)e^{\frac{1-a-\gamma b}{\eta_1+k\eta_2}t} \quad (5)$$

що відповідає розглянутому вище розв'язку, отриманому у випадку сталого значення обсягів встановлених квот.

2. Як інший варіант оберемо один з широко вживаних в економічній науці видів залежностей — експоненціальний закон:

$$Q(t) = Q_0 e^{-\alpha t}.$$

При введених припущеннях рівняння (2) набуває вигляду:

$$X(t) = aX(t) + \eta_1 \frac{dX(t)}{dt} + \eta_2 \left[ \frac{kX(t)}{dt} + Q_0 e^{-\alpha t} \alpha \right] + \gamma b X(t).$$

З аналізу отриманої моделі одержуємо таку траєкторію:

$$X(t) = X(0) e^{\frac{1-a-\gamma b}{\eta_1+k\eta_2} t} + \left[ 1 - e^{-\frac{1-a-\gamma b-\alpha\eta_1-\alpha k\eta_2}{\eta_1+k\eta_2} t} \right] \times \quad (6)$$

$$\times \frac{\alpha\eta_2 Q_0}{1-a-\gamma b-\alpha\eta_1-\alpha k\eta_2} e^{\frac{1-a-\gamma b}{\eta_1+k\eta_2} t}.$$

Порівняємо отримані розв'язки. В описаних умовах з метою дотримання встановлених норм емісій парникових газів країна прагне збільшити обсяги їх утилізації, тобто  $T(t)$ . Останнє позначається на значенні коефіцієнта  $\eta_2$ , який визначає частку валового випуску, необхідну для приросту одиниці знищених парникових газів. При аналізі розв'язків очевидним є той факт, що введення коефіцієнта  $\eta_2$ , зокрема його значне збільшення, призводить до уповільнення динаміки валового випуску. Зокрема, в розв'язку (6) зі значним збільшенням коефіцієнта  $\eta_2$ , що відповідно вимагає залучення більшої частини валового випуску на заходи, спрямовані на зменшення емісій  $\text{CO}_2$ , домінує від'ємний другий доданок, який визначає спадну загальну траєкторію валового випуску.

**Висновки.** Узагальнюючи накопичений досвід еколого-економічного моделювання глобальної взаємодії, розглянуто методологію інтегрованої еколого-економічної системи математичних моделей в умовах дії ПУ. Сутність такої інтегрованої системи дозволила підійти до вивчення об'єкта реалізації положень ПУ як складної динамічної системи, що складається з множини елементів, які функціонують у взаємодії. При цьому зміни найменшого одного елемента відображаються на ефективності в ціло-

му всієї системи. При цьому інтегрована система моделей побудована з врахуванням загальних методологічних принципів, а саме принципів розвитку, єдиності, відносної автономності, відповідності та адаптації.

### ***Література***

1. Sustainable Innovation Forum, 2016. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.cop21paris.org> (дата звернення 05.02.2016).
2. Бурков В.Н. Механизмы управления эколого-экономическими системами / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков, А.В. Щепкин. — М.: Изд-во физ.-мат. литературы, 2008. — 244 с.
3. Печчи А. Человеческие качества / А. Печчи. — М.: Прогресс, 1980. — 302 с.
4. Медоуз Д. Пределы роста / Д. Медоуз, Й. Рандерс, Ш. Беренс. — М.: МГУ, 1991. — 208 с.
5. Бакаєв О.О. Економіко-математичні моделі економічного зростання / О.О. Бакаєв, В.І. Гриценко, Л.І. Бажан, Л.О. Бакаєв, К.А. Бобер К.А. — К.: Наукова думка, 2005. — 189 с.
6. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика / В.В. Леонтьев. — М.: Экономика, 1997. — 479 с.
7. Корн Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. — М.: Наука, 1974. — 832 с.

### ***References***

1. Sustainable Innovation Forum, 2016. — [Elektronnyy resurs]. — Rezhym dostupa: <http://www.cop21paris.org>
2. Burkov V.N. Mekhanizmy upravleniya ekologo-ekonomicheskimi sistemami / V.N. Burkov, D.A. Novikov, A.V. Shchepkin. — M.: Izdatelstvo phis.-mat. literatury, 2008. — 244 s.
3. Pechei A. Chelovecheskie kachestva / A. Pechei. — M.: Progress, 1980. — 302 s.
4. Medous D. Predely rosta / D. Medous, J. Randers, S. Berens. — M.: MGU, 1991. — 208 s.
5. Bakaev O.O. Ekonomiko-matematichni modeli ekonomichnogo zrostannya / O.O. Bakaev, V.I. Grizenko, L.I. Bazhan, L.O. Bakaev, K.A. Bober. — K.: Naukova dumka, 2005. — 189 s.
6. Leontiev V.V. Mezhotraslevaya ekonomika / V.V. Leontiev. — M.: Ekonomika, 1997. — 479 s.
7. Korn G. Spravochnik po matematike (dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov) / G. Korn, T. Korn. — M.: Nauka, 1974. — 832 s.

Статтю подано до редакції 31.10.2018 р.