

УДК 332.142.6

# МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛОЖЕНЬ КІОТСЬКОГО ПРОТОКОЛУ

А. М. Онищенко,

к. е. н., доцент, Полтавський національний технічний  
університет ім. Ю. Кондратюка

*На концептуальному рівні розглянуто економічну складову Кіотського протоколу, можливості та перспективи участі України в зазначених механізмах. Обґрунтовано вибір економіко-математичних моделей для дослідження поставленої задачі.*

*At conceptual level is considered the economic making of the Kyoto Protocol, possibility and prospect of participation of Ukraine in the indicated mechanisms. It's grounded the choice of economic-mathematical models for research of the put task.*

## ВСТУП

Перспективний аналіз розвитку сучасної як теоретичної, так і практичної економіки засвідчує посилення тенденції врахування соціального фактору і забезпечення життєдіяльності на Землі в глобальних масштабах. Можна очікувати, що вже в найближчому майбутньому ця тенденція посідає головну позицію у світовій економіці і буде суттєво визначати міжнародні економічні відносини. На перший план в умовах глобалізації світової економіки і світових економічних зв'язків виступає пріоритет забезпечення повноцінного майбутнього світового суспільства. В контексті цього значно зростає врахування екологічного фактору в макроекономіці і особливим чином постає специфічна проблема ролі, місця та організації екологічної складової. Відповідно, особливої актуальності набуває розробка нового концептуального підходу до екологічного ресурсу як сучасної економічної категорії, врахування якої необхідно буде зводити до розробки нової концепції екологічної економіки, світових економічних зв'язків, пошуку оптимальних шляхів міждержавної співпраці в питанні охорони довкілля, ресурсозбереження та маловідходних технологій. Фактично всі попередні технології та методи не включали у розгляд на рівні економічної категорії екологічний фактор, а тому в майбутньому можуть виявитися затратними і економічно збитковими. Це здатне викликати руйнівні наслідки у світовій економіці, пов'язані передусім з масовою міграцією людей із зон екологічних бід та необхідністю

значних витрат на хоча б часткове відновлення навколишнього середовища.

Оцінюючи в цілому стан екосистем нашої планети як результат техногенного впливу на навколишнє середовище, можна з впевненістю сказати, що світове суспільство в даний час живе в умовах зростаючої світової кризи. Зміна природної обстановки на окремих територіях неминуче сумується за тривалі проміжки часу у глобальних змінах екологічної ситуації і незворотних змінах клімату. Спроби повернути втрачену природну рівновагу потребують значного обсягу інвестицій та створення спеціальних дороговартісних очищувальних технологій. У зростаючих масштабах проявляється стурбування країн з розвинутою економікою, викликане масштабами забруднення на обширних просторах планети. Назріла необхідність розробки нової концепції розвитку світового суспільства, на основі якої можна було б проводити спрямовані та продумані зусилля та здійснювати коректування розвитку світового суспільства, виходячи перш за все з забезпечення теперішнього та майбутнього життя на нашій планеті.

Першою міждержавною угодою, спрямованою на захист довкілля з використанням економічних важелів, став Кіотський протокол до рамкової конвенції ООН про зміну клімату [1], підписаний 1997 року 84 державами і встановлює порядок скорочення викидів в атмосферу парникових газів, в першу чергу, CO<sub>2</sub>. Їх накопичення визнано причиною однієї з основних екологічних проблем сьогодення — глобального по-

тепління. Згідно з Кіотським протоколом, основні забруднювачі — індустриально розвинуті країни — беруть на себе зобов'язання знизити обсяги емісії парникових газів в середньому на 8% порівняно з 1990 роком.

Особливою стороною Кіотського протоколу є закладені в ньому економічні механізми міжнародної кооперації. Вони полягають в тому, що кліматичні ефекти не залежать від місця викидів парникових газів, а парникові гази в наявних в атмосфері концентраціях прямо не зашкоджують здоров'ю людини. Ці механізми отримали назву "механізмів гнучкості Кіотського протоколу", тут мається на увазі гнучкість у виборі місця та засобів. Протокол передбачає три економічні механізми:

1. Міжнародна торгівля квотами — зобов'язання тієї чи іншої країни не перевищити у середньому за 2008-2012 роки визначений рівень викидів передбачає наявність у країни загальнонаціональної квоти на викиди — дозвіл на викиди рівний зобов'язанням. Якщо країна не використовує свою квоту повністю, то вона може переуступити або продати "вільну" частину іншій країні.

2. Проект "спільного виконання" — вартість скорочення викидів однієї тони CO<sub>2</sub> в різних країнах неоднакова. Таким чином, країна, яка має кількісні зобов'язання, може профінансувати проекти зі скорочення викидів парникових газів в іншій країні з кількісними зобов'язаннями. Отримані в результаті реалізації таких проектів "одиниці скорочення викидів" можуть бути передані інвестуючій стороні в залік її зобов'язань.

3. Механізм чистого розвитку — у відповідності з цим механізмом країни, які мають кількісні зобов'язання, отримують сертифіковані кредити на скорочення викидів при фінансуванні проектів, пов'язаних зі скороченням викидів парникових газів в країнах, які не мають кількісних зобов'язань.

4 лютого 2004 року Верховна Рада України ратифікувала Кіотський протокол, що дає можливість нашій державі займати активну позицію у справі боротьби з глобальним потеплінням. Які переваги отримує Україна від даної світової угоди? По-перше, це спроба запобігти тим негативним явищам, що спостерігаються вже сьогодні на її території. По-друге, низка економічно розвинутих країн та міждержавних об'єднань пред'являють жорсткі вимоги до стандартів охорони довкілля, що стає однією з умов подальшої співпраці з ними. Як приклад, Європейський Союз заявив, що у випадку, якщо Кіотський протокол не буде ратифіковано необхідною кількістю країн, то подібна до нього угода все ж буде діяти в рамках союзу. Зрозуміло, що подальша



жави у виконанні положень Кіотського протоколу. Прихильники першого вважають, що Кіотський протокол загрожує вітчизняній економіці уповільненням розвитку. Прихильники такої теорії бояться, що після продажу квоти на певну частку викидів, Україна через кілька років, протягом яких в країні буде відбуватися швидке економічне зростання, вичерпає наявний запас і вимушена буде вже закуповувати квоти. При цьому для закупівлі квот знадобляться кошти, що відволікаються від інвестицій у розвиток промисловості, або доведеться додержуватись обмежень на викиди, що стримують зростання економіки.

Інші вважають, що висновки про те, що ратифікація Кіотського протоколу може стати стримуючим фактором для розвитку української економіки, базуються на уявленні про те, що її зростання буде супроводжуватися пропорційним збільшенням викидів парникових газів. Подібне можливе лише за спроби "організації" зростання на базі безнадійно морально застарілих технологій. Але елементарний економічний аналіз вказує, що таке зростання неможливе протягом тривалого часу — воно не в змозі створити для свого продовження ні внутрішніх джерел, ні факторів, цікавих для зовнішнього інвестування. Така економіка не стане рівноправною учасницею світового ринку, вона буде приречена на подальшу стагнацію і прогресуюче відставання не лише від передових країн, але й від тих, хто всього кілька десятиліть тому був далеко за нею.

Низка питань, пов'язаних з участю України в Кіотському протоколі, визначає необхідним, в першу чергу, оцінку потенційного обсягу майбутнього ринку екологічних послуг, визначення можливих партнерів, розробку економічної стратегії, яка б визначала пріоритети стосовно кожного економічного механізму, пропорції їх застосування з метою залучення максимального обсягу екологічних інвестицій. Окреслене коло питань визначає, в першу чергу, поведінку країни на міждержавному рівні в процесі інтернаціональної кооперації вимог Кіотського протоколу. З метою їх успішного розв'язання необхідними стають методи економічного аналізу, які б створили уявлення про значення основних досліджуваних показників та їх динаміку на майбутнє. Ефективним засобом розв'язання подібних задач може слугувати апарат економіко-математичного моделювання. Як відомо, значна кількість результатів аналізу соціально-економічних процесів не може бути отримана без використання математичних моделей, незважаючи на те, що після аналізу ці результати виражаються та

інтерпретуються мовою економіки. Дотримуючись загальної методології побудови та дослідження моделі [4], слід відзначити важливість початкового етапу побудови або вибору математичної моделі — це отримання по можливості більш чіткого уявлення про модельований об'єкт і уточнення його змістової моделі, яке ґрунтується на неформальних судженнях. Як правило, необхідними елементами цього етапу є уточнення структури досліджуваного об'єкта, суттєвих в рамках поставленої задачі властивостей його компонентів і характеру їх взаємодії. Змістову модель, особливо при початковому дослідженні, бажано за можливістю спростити, але звичайно так, щоб при цьому не змінити якісну картину явища. При такому спрощенні необхідно використовувати аналогії з іншими, вдало розв'язаними задачами.

Слід відзначити, що успішна реалізація міжнародної співпраці в рамках Кіотського протоколу можлива лише за умов відповідних змін на рівні національної макроекономіки. Точний прогноз викидів парникових газів необхідний для формування внутрішньої політики управління викидами в Україні і відпрацювання стратегії на міжнародному вуглецевому ринку. Такий прогноз повинен базуватися на застосуванні складних аналітичних інструментів, які формалізують специфічні особливості української економіки, такі як структура ВВП, енергобаланс, паливний баланс, еластичність цін та ін. Зрозуміло, що на даному рівні змінюються основні елементи, формулювання законів, які встановлюють кількісні та якісні зв'язки між ними, як наслідок останнє призводить до необхідності вибору іншої структури еколого-економічної моделі. В свою чергу, розбудовуючи національну стратегію, слід зазначити, що основними агентами на ринку квот емісій парникових газів є підприємства та фірми. На сьогодні ще не всі деталі відпрацьовані відносно того, як "транслювати" національні зобов'язання в умови, які визначають вихід окремих підприємств на ринок як продавців, так і покупців. Невідпрацьоване і питання про обмеження на використання отриманих коштів продавцями квот. Необхідні спеціальні заходи контролю як за викидами, так і за дотриманням встановлених правил торгівлі, інакше ринок квот може стати фінансовим механізмом, який не буде сприяти досягненню тієї мети, заради яких його формують. Але якими б не були учасники, обмеження і форми контролю, ціна квот на викиди парникових газів буде визначатися як ринкова, яка врівноважує попит і пропозицію.

## РЕЗУЛЬТАТИ

В дослідженні проблеми участі України в механізмах Кіотського протоколу можна виділити три рівні: міжнародної співпраці (міждержавний рівень), розробки національної (національний рівень) та корпоративної стратегії (мікрорівень). При цьому, розуміючи, що на зміну ініціативам "без зростання", висунутим у 70-х роках, прийшло управління, яке завчасно передбачає формування екологічно безпечного виробничо-територіального комплексу та забезпечує оптимальне співвідношення між екологічними та економічними показниками протягом всього життєвого циклу як самого цього комплексу, так і виробленої ним продукції, впевнено можна відзначити, що основним об'єднуючим критерієм всіх трьох рівнів буде узгодження інтересів економіки та екології. Його основні принципи: опора на економічне мотивування; своєчасне розв'язання проблем; відповідність за екологічні наслідки, які виникають в результаті прийняття управлінських рішень будь-якого рівня; пріоритетність розв'язання екологічних проблем. Таким чином, на кожному рівні основними показниками будуть обсяг випущеної продукції та об'єми емісій парникових газів.

## МІЖДЕРЖАВНИЙ РІВЕНЬ

Як один з ефективних видів моделювання еколого-економічних систем глобального масштабу можна запропонувати використання системно-динамічного підходу [5], відомого за роботами вчених Римського клубу. З метою визначення існуючих та перспективних еколого-економічних показників при побудові моделі основна увага приділяється структурі системи, яка б відтворювала динаміку процесів, що в ній здійснюються. У якості своєрідних складових таких моделей використовуються контури зворотного зв'язку. При цьому параметри задання зворотного зв'язку можуть бути задані зі значними похибками — це не суттєво відобразиться на результатах моделювання. Вказана властивість системно-динамічних моделей дозволяє моделювати складні системи за наявності неповної вихідної інформації або з використанням переважно якісної інформації.

Ідентифікація системно-динамічних моделей складається з наступних основних моментів:

1. Модель повинна виходити на всі рівноважні траєкторії, характерні для системи.

2. Модель повинна адекватно відображати час переходу від стану до стану (рівноважні або квазістаціонарні стани).

3. Модель повинна відображати

характер динаміки процесів, що протікають в системі, як тих, що вже встановлені, так і перехідних.

При дотриманні вказаних умов системно-динамічний підхід може слугувати зручним інструментом вивчення складних систем у різноманітних сферах економіки і знаходити оптимальні стратегії при прийнятті рішень.

Розглядаючи міждержавний рівень, виділимо основних економічних агентів та найбільш суттєві з огляду поставлених завдань макропоказники. Перелік країн, що приєдналися до Кіотського протоколу, та їх інтереси досить різноманітні, що пов'язано як з структурними особливостями національних економік, так і з ступенем екологічної загрози. Тому запропоновано ввести в розгляд дві категорії економічних агентів:

1. Промислово розвинуті країни, низка країн з перехідною економікою, т.т. країни, включені до додатку I Кіотського протоколу;

2. Країни, які не мають кількісних зобов'язань відносно обсягів емісії парникових газів.

Враховуючи основну мету еколого-економічних досліджень — погодити обсяги випуску матеріального виробництва та природоохоронні заходи, доцільно ввести в розгляд змінні обсягів валового випуску та норм обсягів викидів парникових газів. Таким чином, мова повинна йти про систему рівнянь, кожне з яких відображає динаміку згаданих показників. Швидкості зміни обсягів емісій в правій частині рівняння можна протиставити рівняння, яке складається зі змінних загального обсягу емісій, обсягу незнищених викидів, об'ємів знищених викидів за рахунок власних технологій країни, кількості квот переданих від однієї країни іншій згідно з положеннями про торгівлю квотами статті 4 Кіотського протоколу, обсягу емісій внаслідок реалізації проектів спільного виконання та механізму чистого розвитку статті 6 Кіотського протоколу, об'єму незнищених емісій. Окрім того, виходячи з загальної методики дослідження макроекономічних процесів, виділимо динаміку обсягу основних виробничих фондів, які можуть зазнавати особливо стрімких змін внаслідок дії проектів спільного виконання та механізму чистого розвитку в країнах з великим рівнем енергоемності виробництва; обсяги кінцевого продукту як один з індикаторів задоволення потреб суспільства. Вказані показники складають друге рівняння — динаміку валового випуску. Аналогічна за структурою система диференціальних рівнянь описує динаміку валового випуску та обсягу емісій другого економічного агента. Змінні, які входять до складу рівнянь дина-

міки емісій систем, є еквівалентними, що і замикає одну систему відносно другої. Однак внутрішня структура кожної системи залишається розімкненою. Щоб ліквідувати цей недолік, доцільно замінити обсяг валового випуску еколого-економічною виробничою функцією неокласичного типу [6], аргументами якої в якості екологічного ресурсу буде обсяг дозволених емісій парникових газів, а економічним ресурсом з наведених вище міркувань можна розглядати обсяг основних виробничих фондів.

Аналізуючи перспективні показники потужності ринку квот, обсягу валового випуску та системно-динамічний підхід в цілому, слід відзначити наступні аспекти прогнозування [7].

1. Всі сценарії прогнозу необхідно сприймати передусім з якісної сторони, що саме по собі вже досить важливе.

2. Прогнози на довготривалі періоди заздалегідь нестійкі, оскільки вони представляють собою екстраполявання сучасних економічних і технологічних можливостей на далеке майбутнє.

3. Як відомо, мультиплікатор науково-технічного прогресу є експотенціально зростаючим у часі. В силу цього цикл зміни технологій суттєво скорочується: якщо раніше він складав десятки років, то тепер високі технології обновляються всього за кілька років. Відповідно ми зараз знаходимося на порозі розробки та впровадження принципово нових ресурсозберігаючих, ресурсозамінюючих і замкнених технологій виробництва. Зрозуміло, що процес використання таких технологій буде далеко не рівномірним по різним країнам та регіонам.

4. Очевидно, в найближчому майбутньому має сенс проводити прогноз з використанням системно-динамічних моделей з оновленими програмними модулями, які відображають нові технології, причому завдяки зростаючій інтенсивності темпів розвитку цих технологій навряд чи є сенс прогнозування на період більше 50 років.

5. Завдяки активізації процесів глобалізації світової економіки необхідно приділяти більшу увагу аспекту координованого управління економічними процесами і техногенним впливом людини на біосферу і навколишнє середовище з метою вибору оптимальних стратегій еволюції еколого-економічних систем.

## НАЦІОНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

Складність та багатофакторність задач скорочення викидів парникових газів в національній економіці вимагає розгляду виробництва в розрізі існуючих галузей (видів економічної діяльності) та виділення в першу чергу групи екологічно брудних серед них. Особлива роль в розв'язанні принципів проблем пер-

спективного планування з врахуванням природокористування, а саме обґрунтування величини затрат на охорону навколишнього середовища з врахуванням соціально-економічного ефекту та розподілу їх у територіально-галузевому розрізі, належить міжгалузевій балансовій еколого-економічній моделі [8]. Методологічною основою побудови міжгалузевого балансу з врахуванням процесів природокористування слугує теорія розширеного виробництва. Отже, за основу моделювання візьмемо динамічну балансову еколого-економічну модель.

Основа динамічного міжгалузевого еколого-економічного балансу складають: вектори валового випуску продукції, абсолютних приростів виробництва продукції, обсягів знищених забруднювачів, абсолютних приростів виробництва зі знищення забруднень, кінцевої продукції, об'ємів незнищених забруднень; матриці коефіцієнтів прямих матеріальних витрат на виробництво продукції, коефіцієнтів прямих матеріальних витрат на знищення забруднювачів, коефіцієнтів випуску забруднювачів основним виробництвом, коефіцієнтів випуску допоміжним виробництвом, коефіцієнтів капіталомісткості приростів основного виробництва, коефіцієнтів капіталомісткості приростів допоміжного виробництва.

Зрозумілим є те, що в контексті поставленої задачі знають дещо іншої інтерпретації ряд основних змінних та сама структура моделі. Також на відміну від моделі Леонтьєва-Форда не доцільно проводити розподіл галузей економіки на дві групи галузей: матеріального виробництва та допоміжного зі знищення забруднень. В той же час, враховуючи особливе значення контролю обсягів емісій парникових газів, як нового екологічного ресурсу, варто залишити два рівняння, які складають модель: баланс матеріального виробництва та баланс об'ємів викидів  $CO_2$ . Для цього можна ввести в склад моделі наступні змінні-вектори: обсягу валового випуску продукції, об'ємів зменшення емісій парникових газів, абсолютних приростів виробництва, абсолютних приростів заходів зі зменшення викидів  $CO_2$ , об'ємів незнищених емісій; а також матриці: коефіцієнтів прямих матеріальних витрат, коефіцієнтів прямих матеріальних витрат на зменшення викидів парникових газів, коефіцієнтів емісій, коефіцієнтів капіталоемності приростів виробництва. Основою для побудови динамічної еколого-економічної балансової моделі є розширений баланс виробництва продукції та використання основних виробничих фондів. В динамічній моделі можна усунути один з недоліків відповідної статичної моделі: ув'язати обсяги виробництва продукції та зменшення

емісії парникових газів з необхідними об'ємами основних виробничих фондів. Останнє досягається за рахунок введення в модель процесів створення основних виробничих фондів. Це дозволяє проводити перспективні розрахунки, в ході яких необхідно враховувати, що баланс виробництва продукції даного періоду обмежений балансом фондів поточного періоду, встановленими обсягами емісії парникових газів, а також в свою чергу обмежує баланс фондів наступних періодів. При цьому однією з відмінностей від моделі Леонтьєва-Форда в новій балансовій еколого-економічній моделі необхідно врахувати той факт, що приріст основних виробничих фондів матеріального виробництва можливий не лише за рахунок виділення для цього частини валового продукту, а також за рахунок залучення екологічних інвестицій, спрямованих на модернізацію застарілого обладнання, згідно механізмів гнучкості, що відображається в матриці коефіцієнтів капіталомісткості приростів виробництва за рахунок зменшення обсягів емісії CO<sub>2</sub>.

Балансовий метод і створювані на його основі моделі слугують основним інструментом підтримки пропорцій в економіці. Балансові моделі на базі звітних балансів характеризують існуючі пропорції, в них ресурсна частина завжди дорівнює витратній. Для виявлення диспропорцій використовуються балансові моделі, в яких фактичні ресурси співставлялись би не з їх фактичним споживанням, а з потребою в них. У зв'язку з цим необхідно відзначити, що балансові моделі не містять будь-якого механізму порівняння окремих варіантів економічних рішень і не передбачають взаємозамінюваності різних ресурсів, що не дозволяє зробити вибір оптимального варіанту розвитку економічної системи. Цим визначається обмеженість балансових моделей і балансового методу в цілому.

## МІКРОРІВЕНЬ

У контексті поставлених задач доцільно звернутися до застосування оптимізаційних задач, теорії варіаційного числення та оптимального керування. Надаючи переваги тому або іншому критерію в рамках тієї чи іншої еколого-економічної проблеми, можна запропонувати низку оптимізаційних моделей [8]. Спробуємо окреслити їх можливу загальну структуру: цільову функцію, вид обмежень, керуючі та фазові змінні, ін.

Прикладом найпростішої оптимізаційної моделі може бути задача оптимізації виробництва за умов виконання встановлених обмежень з норм емісії парникових газів (побудова еколого-економічної виробничої функції). Цільовою функцією такої задачі можна розглядати еколого-економіч-

ний показник, що характеризує виробництво та використовує економічний та екологічний (встановлені норми емісії CO<sub>2</sub>) ресурси. Будемо вважати, що є заданим вектор інтенсивностей викидів парникових газів. Кожен елемент такого вектору відображає обсяг емісії при використанні одиниці економічного ресурсу. Відповідно, загальний вектор забруднень буде визначатись як скалярний добуток вектора коефіцієнтів емісії та вектора матеріальних ресурсів. Разом з цим будемо розглядати класичні для оптимізаційних задач матрицю коефіцієнтів обмежень на ресурси та вектор обмежень, який визначається можливостями виробництва. В розгляд також необхідно ввести вектор нормативів з викидів. Тоді задача оптимізації випуску продукції формулюється наступним чином: знайти максимум еколого-економічного показника на допустимій множині, яка задається умовами невід'ємності векторів ресурсів та норм емісії CO<sub>2</sub>, технологічними співвідношеннями витрат наявних ресурсів та нормативами допустимих викидів парникових газів. Остання умова визначає необхідним або робити вибір в напрямі більш досконаліх, з точки зору Кіотського протоколу, технологій, або замінювати "брудні" ресурси на більш чисті. В протилежному випадку через існуючі обмеження допустимі обсяги залучених у виробництво ресурсів можуть бути недостатніми для забезпечення необхідного об'єму випуску продукції. Додаткові нормативи з обсягів емісії скорочують допустиму множину розв'язків, на якій визначають оптимальний розв'язок. Деякі економічні видання, досліджуючи подібну задачу з використанням загальних екологічних, ресурсних обмежень та неокласичної виробничої функції, зауважують, що подібні моделі відносяться скоріш до області макроекономіки, коли випуск можна ототожнювати з ВВП країни або валовою продукцією регіону. Умова, що встановлює екологічні обмеження, є управлінням технологічною або законодавчою політики. Для мікроекономіки така модель не буде працювати, оскільки виробник зацікавлений передусім в досягненні максимального випуску, а питання дотримання екологічних норм залишається для нього другорядним хоча б з точки зору того, що ця вимога ніяк не відображена в цільовій функції. Щоб уникнути цього недоліку, в запропонованому підході як цільову функцію взято еколого-економічну виробничу функцію, здатну поєднати економічні та екологічні ресурси.

## ВИСНОВКИ

Наведений вище матеріал — це лише спроба здійснити перший етап еколого-економічного моделювання, формалізувати комплексну проблему реалізації положень Кіотського про-

токолу та участі в ньому України як повноправного гравця на концептуальному рівні. Зроблена спроба сконцентрувати увагу на описанні сукупності економічних механізмів, закладених в Кіотській угоді, їх складності та взаємозв'язку. Іншою мовою створити теорію функціонування аналізованої системи за можливістю простою та доступною для сприйняття. В даному випадку проведено структурування або послідовне розбиття проблеми на підпорядковані одна одній частини: міждержавний, національний та макrorівень. В дослідженнях складних еколого-економічних систем структурування властиво багатьом етапам аналізу. Цей підхід "зверху — вниз" при математичному моделюванні дозволяє виділити всі співвідношення в структурі з окремих частин моделі. При цьому важливим завданням залишається задача описати взаємозв'язок між ними та подальший перехід до наступних етапів моделювання: формалізації сформульованих припущень, що виражається записом в математичних термінах якісних уявлень про зв'язки між об'єктами концептуальної моделі; аналіз математичних задач, до яких зводяться побудовані моделі з метою одержання розв'язків, їх еколого-економічна інтерпретація та порівняння з практикою (якщо це можливо). Важливим етапом дослідження є розгляд питання модернізації моделі з метою отримання більш адекватного її аналога.

## Література:

1. [http://www.climate.org.ua/int\\_agr/kyoto](http://www.climate.org.ua/int_agr/kyoto)
2. Экономическая теория: Учебник / С.В. Мочерный, В.К. Симоненко, В.В. Секретарюк, А.А. Устенко; Под ред. С.В. Мочерного. — 2-е изд. испр. и доп. — К.: И-во "Знання", КОО, 2003. — 662 с.
3. Парниковые газы — глобальный экологический ресурс: Справочное пособие / В.Х. Бердин, И.Г. Грицевич, А.О. Кокорин, Ю.Н. Федоров, Под ред. А.О. Кокорина. — М.: Изво WWF России, 2004. — 136 с.
4. Ляшенко І.М. До методології еколого-економічного моделювання // Економіка України. — 1999. — № 6. — С. 69—78.
5. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: Учебное пособие. — СПб.: Питер, 2006. — 496 с.
6. Онищенко А.М. Галузеві еколого-економічні виробничі функції максимального випуску // Економічна кібернетика. — 2001. — № 3—4. — С. 72—78.
7. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. — К.: Борисфен-М, 1996. — 336 с.
8. Ляшенко І.М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. — К.: Вища школа, 1999. — 236 с.