

МОДЕЛЮВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ ЧЕРЕЗ КЕРУВАННЯ ПРИРОСТАМИ ПОТУЖНОСТІ ТЕС

Дударенко С.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Розглянуто перенесення загальної концепції сталого розвитку на регіональний масштаб. Обраховано поточний вектор розвитку району на прикладі Іванківського району Київської області. Досліджено механізм впливу еко-ТЕС на біомасі на критерії сталого розвитку регіону. Змодельовано ситуацію розвитку району за наявності еко-ТЕС і порівняно отримані дані із ситуацією її відсутності. Визначено оптимальний рівень потужності ТЕС, який найкраще відзначається на критеріях сталого розвитку району, та надано рекомендації на основі проведених досліджень.

Ключові слова: сталий розвиток, район, відновлювана енергетика, теорія керування, модель.

Постановка проблеми. В українському сегменті світової економіки концепція сталого розвитку поступово опускається з державного рівня до регіонального. У нашій країні сталий розвиток є насамперед пріоритетом держави і це не дивно, адже окрім економічної складової (напр. максимізація прибутку) доводиться ще й враховувати екологічні та соціальні аспекти, що не завжди є бажаним для підприємців. Але якщо взяти світову практику, то можна прослідкувати існування цілої групи підприємств, які обрали для себе сталий розвиток саме як стратегію управління. Ця концепція полягає у необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу і в безпечному та здоровому довкіллі [3].

Сталий розвиток – це керований розвиток, який можна розділити на три основні складові: економічна, соціальна та екологічна. Основою його керованості є системний підхід та сучасні інформаційні технології, які дозволяють дуже швидко моделювати різні варіанти напрямків, з високою точністю прогнозувати їх результати та вибрати найбільш оптимальний.

Ця концепція є передумовою раціонального стратегічного планування розвитку підприємства, тобто допускаються такі ситуації, коли правильніше відмовитися від частини прибутку, щоб не заподіяти значної шкоди соціальній чи екологічній складовій. Такі проекти носять назву суспільно-орієнтованих. Питання полягає в тому, чи можливо, керуючись концепцією сталого розвитку, так побудувати стратегію для підприємства відновлюваної енергетики, щоб отримати максимальний постійно зростаючий ефект, для району, в якому воно розташоване, за вже відомими трьома головними критеріями, які згортаються у індекс сталого розвитку [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням сталого розвитку економічних систем та можливостям його досягнення присвячено багато наукових праць вітчизняних та іноземних учених Brundtland G. H., Clark G., Daly H. E., Hughes B., Meadows D. H., Андерсона В. М., Андреева Н. М., Бурик З. М., Данилишина Б. М., Квятковської Л. А., Хвесика М. А., Шубравської О.

Звідси маємо формулювання, що сталий розвиток (англ. Sustainable development) – за-

гальна концепція стосовно необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі. Як сформулювала визначення сталого розвитку у своїй доповіді Комісія Брундтланд, це «розвиток, який задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби» [6].

Особливу роль в дослідженні цього питання слід відвести роботі Світового центру даних з геоінформатики та сталого розвитку (СЦД-Україна), дослідження в якому проходять під егідою Згуровського М.З., Болдак А.О., Войтко С.В., Джигирей І.М., Єфремов К.В., Іщенко А.М., Касаткіна О.А., Креп Л.О., Мельниченко А.А., Мельниченко С.В., Пасічний О.М., Ільченко К.О. та інших вітчизняних вчених. Вони дослідили критерії сталого розвитку для всіх областей України та надали детальне роз'яснення методології обчислення у регіональному контексті.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Головною проблемою досліджень, які бралися для попереднього розгляду та збору теоретичного матеріалу, є сталий розвиток об'єктів різного масштабу, обрахунок його критеріїв та визначення поточної ситуації. У цій статті взято на розгляд підприємство як важіль впливу на сталий розвиток району. Воно розглядається як об'єкт керування, що своєю діяльністю безпосередньо впливає на кінцевий стан системи, що цікавить. Саме діяльність підприємства є причиною погіршення чи покращення вектору розвитку району, що дає змогу через цей економічний інститут керувати ситуацією.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є дослідження впливу підприємства відновлюваної енергетики на сталий розвиток району та побудова економіко-математичної моделі керування ним, а також опис теперішньої ситуації Іванківського району в критеріях сталого розвитку і надання практичних рекомендацій щодо впливу Іванківської еко-ТЕС на благополуччя регіону.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження та побудови моделі, яка зможе врахувати вплив конкретного проекту на розвиток регіону, за об'єкт аналізу було взято прогресивне для України підприємство, яке було профінансовано ЄБРР, – Іванківську ТЕС.

Дана ТЕС є одним із проектів компанії EIG Engineering, яка займається відновлюваною енергетикою. Особливістю цього підприємства є те, що сировиною для вироблення електроенергії є не газ, мазут чи вугілля, а деревина (біомаса) – відновлюваний ресурс, на який багатий даний регіон. Такий вибір палива дозволяє підприємству продавати державі електроенергію за «зеленим» тарифом, що є дуже вигідним для нього. Але також даний вибір сировини став негативним моментом та зумовив збурення у суспільстві, адже регіон є постраждалим внаслідок аварії на ЧАЕС.

Підприємство пройшло всі необхідні нормоконтролі та закупає біомасу у місцевих пилопрах з допустимим радіаційним фоном. Разом з тим керівники ТЕС будують велетенську теплицю, яка буде функціонувати за рахунок цієї ТЕС і призначення якої полягає в забезпеченні населення регіону безпечними та дешевими овочами, які як соціальний проект будуть продаватися нижче собівартості. Дана ТЕС є однією ланкою із цілої серії схожих проектів щодо відновлюваної енергетики, які започатковуються переважно у депресивних регіонах України з наявною необхідною сировинною базою.

Для моделювання впливу на певний регіон об'єкту відновлюваної енергетики, а саме ТЕС на біомасі, як середовище було взято Іванківський район Київської області. Вибір обумовлений тим, що побудова саме тут ТЕС дуже жорстко зачіпає всі головні напрямки аналізу сталого розвитку, адже даний район не тільки економічно-депресивний, але і є постраждалим внаслідок аварії на ЧАЕС. Але разом з тим із січня 2015 почали діяти поправки до закону, суть яких полягає в тому, що деякі частини району з цього часу перестають підлягати такому зонуванню, тобто тепер вони економічно-доступні.

Аналізуючи дану ситуацію, коли сам район фактично живе на дотаціях із центрального бюджету, адже власних підприємств, тобто вагомих платників податків, фактично немає, а вектор розвитку нашої країни все більше схиляється до децентралізації, керівництво Іванківського району повинно вже зараз корегувати власну стратегію розвитку для довгострокового періоду. Таким важелем впливу може стати Іванківська ТЕС на біомасі.

Але як розглянути район з точки зору сталого розвитку, до того ж такий специфічний район? Найперше потрібно почати із вибору даних, які в подальшому будуть підлягати аналізу та простежити чи ведеться їх облік державними статистичними службами, тобто чи взагалі такі дані існують.

Далі необхідно розмежувати дані по району на економічні, соціальні та екологічні і зробити з них багатокритеріальну згортку, надавши кожному вагові коефіцієнти, які показують вплив кожного з наборів на кінцевий показник [7]. В кінцевому результаті відбору та групування статистичної інформації було отримано такі набори (табл. 1).

Для подальшої обробки даних, як зазначено вище, необхідно було надати кожному з набору даних свій ваговий коефіцієнт. Це було зроблено після розгляду сили та сфери впливу кожного зі статистичних показників на кінцевий критерій системи.

Таблиця 1

Структуризація наборів даних по Іванківському району

	Позначення	Ваговий коефіцієнт
Економічний:		
- Кількість суб'єктів ЄД-РПОУ	e_1	0,25
- Середня заробітна плата	e_2	0,55
- Кількість пенсіонерів на 1000 жителів	e_3	0,2
Соціальний:		
- Виплачені субсидії (тис. грн)	s_1	0,55
- Населення (тис. осіб)	s_2	0,45
Екологічний:		
- Природний рух населення (осіб)	o_1	0,35
- Посівна площа (тис. га)	o_2	0,65

Джерело: розроблено авторами

На запит щодо статистичних даних за цими групами, який надійшов листом Держстату від 21.05.2015 № 15.2-20/766 ПІ, Головне управління статистики у Київській області надало в електронному вигляді наявну статистичну інформацію по Іванківському району за 2004-2015 роки.

Зрозуміло, що такі дані мають різну шкалу виміру, тому для їхнього узагальнення їх обов'язково нормалізувати. Після зведення даних до прийнятної форми їх можна перевести у індекс сталого розвитку. Процес сталого розвитку будемо характеризувати одним головним показником – якістю життя людей (C_{ql}). Грунтуючись на цій концепції, узагальнену міру (індекс) сталого розвитку можна подати таким чином [1]:

$$I_{eso} = C_{ql}(I_e, I_s, I_o) \rightarrow \max, \quad (1)$$

де I_e – економічний показник;

I_s – соціально-інституціональний показник;

I_o – екологічний показник.

Це буде першим критерієм якості наших об'єктів. Отже, компонента якості життя – це інтегрована оцінка, яка враховує сумісно усі три виміри сталого розвитку, і тим самим відображає взаємозв'язок між трьома нероздільними сферами розвитку суспільства: економічною, екологічною та соціальною.

Дійсна скалярна частина у вигляді проєкції норми радіуса вектора C_{ql} на ідеальний вектор з координатами (1,1,1), яка описує якість життя людей у просторі трьох вимірів: економічного (I_e), соціально-інституціонального (I_s) та екологічного (I_o).

Для кожного об'єкту дослідження евклідову норму радіуса вектора якості життя людей (C_{ql}) подамо у такому вигляді:

$$\|C_{ql}\| = \sqrt{I_e^2 + I_s^2 + I_o^2} \quad (2)$$

Тоді кількісну міру якості життя людей визначимо як проєкцію норми цього вектора на ідеальний вектор з координатами (1,1,1):

$$C_{ql} = \sqrt{I_e^2 + I_s^2 + I_o^2} \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

Кут відхилення α радіус вектора C_{ql} від реального вектора (1,1,1) визначимо через значення вимірів I_e, I_s, I_o у такий спосіб:

$$\alpha = \arccos \frac{I_e + I_s + I_o}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{I_e^2 + I_s^2 + I_o^2}} \quad (4)$$

Отже, компонента якості життя – це інтегрована оцінка, яка враховує сумісно усі три виміри сталого розвитку, і тим самим відображає взаємозв'язок між трьома нероздільними сферами розвитку суспільства: економічною, екологічною та соціальною.

Зазначимо, що за наближення кута α до 0, ступінь гармонізації сталого розвитку зростає. Тобто, рівновіддаленість вектора \vec{C}_{ql} від кожної з координат (I_e, I_s, I_o) буде відповідати найбільшій гармонійності сталого розвитку. Наближення цього вектора до однієї з координат буде вказувати на пріоритетний розвиток за відповідним виміром і нехтування двома іншими.

Назвемо величину $G = 1 - \alpha$ ступенем гармонізації сталого розвитку. Вона зростатиме у разі наближення G до 1 і зменшуватиметься у разі наближення G до 0. Власне ступінь гармонізації сталого розвитку відображає баланс між економічним, екологічним та соціально-інституціональним вимірами сталого розвитку району, що і необхідно дослідити та показати [1].

За умовою нам необхідно (другий критерій якості обрахунків), щоб

$$G \rightarrow 1 \quad (5)$$

Розглянемо динаміку зміни якості життя населення Іванківського району за наявними статистичними даними.

Отримаємо такі результати (рис. 1):

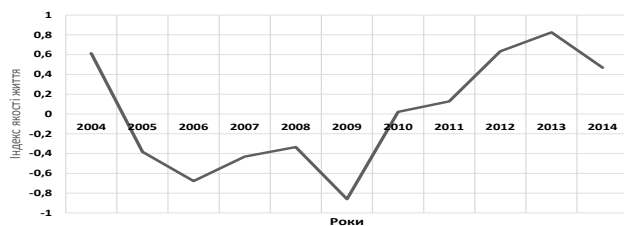


Рис. 1. Індекс якості життя населення Іванківського району за роками

Джерело: розроблено авторами

Окремо показник якості життя не несе в собі якісної характеристики системи, тобто відбувається якийсь рух, але не показано в якому напрямку. Про те, на скільки ця ситуація відхиляється від ідеальної за методологією обрахунку критеріїв сталого розвитку, каже показник гармонізації (рис. 2):

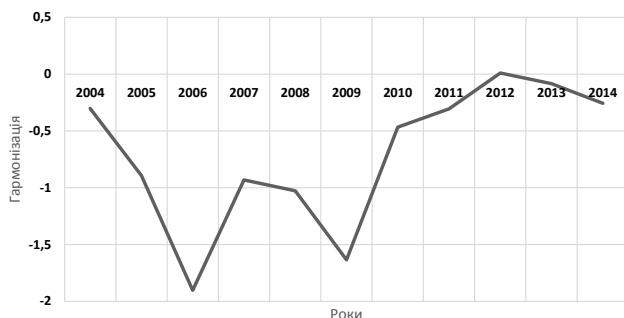


Рис. 2. Гармонізація показників сталого розвитку Іванківського району

Джерело: розроблено авторами

Аналізуючи отримані дані, можна стверджувати, що розвиток району проходить в протилеж-

ному від ідеї сталого розвитку напрямку, тобто регіон є депресивним. Про це свідчить від'ємний показник гармонізації, тобто розвиток відбувається в протилежному напрямку.

Необхідно формалізувати діяльність ТЕС для подальших обрахунків. Нехай $\varphi(t)$ – це деяка додатна функція, яка описує динаміку потужності блоку у МВт.

Відразу накладемо обмеження на неї, адже блок може функціонувати лише на максимальній можливій потужності (18 МВт), тобто $\varphi_{max}(t) = 18$.

Критеріями оцінки діяльності ТЕС будуть:

- TEC_e – економічний показник ТЕС;
- TEC_s – соціальний показник ТЕС;
- TEC_o – екологічний показник ТЕС.

Розглянемо їх детальніше для з'ясування суті показників.

Економічний:

$$TEC_e = 1.5175 \cdot 10^6 \cdot \varphi(t) - (TEC_s + \varphi(t) \cdot g \cdot P_o(t)), \quad (6)$$

де $1.5175 \cdot 10^6$ – ставка зеленого тарифу для ТЕС на біомасі (за 1МВт);

$\varphi(t) \cdot g \cdot P_o(t)$ – вартість деревини на 1МВт (детальніше у «екологічний»).

Соціальний:

$$TEC_s = \varphi(t) \cdot P_s(t) \cdot \mu(t) + \frac{1}{4} \cdot P_s(t) \cdot \mu(t), \quad (7)$$

де $P_s(t)$ – середня заробітна плата на ТЕС в рік (табл. 2);

$\mu(t)$ – функція, яка показує динаміку найму працівників під час побудови блоку:

$$\mu(t) = (\varphi(t))^2 + C, \quad (8)$$

де C – постійна кількість працівників на ТЕС, які забезпечують мінімальну життєдіяльність підприємства ($C = 30$).

Якщо аналізувати формулу по частинам, то вони носять такий зміст:

$\varphi(t) \cdot P_s(t) \cdot \mu(t)$ – оплата працівникам;

$\frac{1}{4} \cdot P_s(t) \cdot \mu(t)$ – витрати на найм та навчання персоналу.

Екологічний:

Нехай податок на прибуток, який сплачує ТЕС (складає 18%), після децентралізації надходить до місцевого бюджету та відповідно йде на компенсацію шкоди насадженням, які було вирубані для біопалива ТЕС, що повинно пом'якшувати шкідливу дію ТЕС на екологію Іванківського району.

$$TEC_o = 0.18 \cdot e - \varphi(t) \cdot g \cdot P_o(t), \quad (9)$$

де 0.18 – ставка податку на прибуток для ТЕС; g – кількість деревини для вироблення 1 МВт електроенергії

($g = 19,7508642$ т);

$P_o(t)$ – вартість 1 т деревини на кожен період роботи ТЕС (табл. 3).

Показники ТЕС будуть безпосередньо впливати на кінцеві показники району і утворювати кінцеві індекси сталого розвитку. Тобто керівництво району через ТЕС може впливати на розвиток даного регіону, впливаючи у об'єкт керування (ТЕС) кошти чи виводячи їх з неї, цим самим керуючи її потужністю.

Схематично це можна зобразити таким чином (рис. 3).

Тепер запишемо кінцеві сумарні рівняння розвитку Іванківського району при побудові ТЕС. Нехай функція керування – це кусково-неперервна функція $U(t)$ (керування проводиться

Таблиця 2

Середня номінальна заробітна плата на ТЕС в на кожен період моделювання

t	≤1	≤2	≤3	≤4	≤5	≤6	≤7	≤8	≤9	≤10
$P_s(t)$	1388	1509	1838	2222	2641	3163	3657	4148	4511	4418

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 3

Вартість 1 т деревини в на кожен період моделювання

t	≤1	≤2	≤3	≤4	≤5	≤6	≤7	≤8	≤9	≤10
$P_o(t)$	153	167	189	210	214	221	225	237	244	250

Джерело: розроблено авторами

щомісячно), яка позначає собою вкладені або виведені кошти (фінансування ТЕС), тоді функція потужності ТЕС матиме вигляд:

$$\varphi(t) = b \cdot U(t), \quad (10)$$

де b – коефіцієнт перетворення коштів в потужність ТЕС, який на основі наявної статистичної інформації рівний $b = 0,73$.

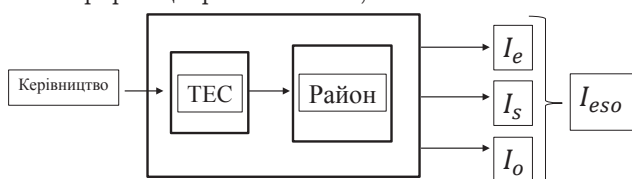


Рис. 3. Схема впливу ТЕС на сталий розвиток району

Джерело: розроблено авторами

Накладемо також умову, що

$$|U(t)| \leq \frac{\varphi(t-1)}{b}$$

Мається на увазі, що ТЕС можна вимкнути, тобто зробити її потужність рівною нулю, але розструктурувати її не можна.

Тепер формалізуємо загальні функції впливу ТЕС на район.

Економічний показник системи:

$$I_e = TEC_e + \sum_{i=1}^n \alpha_i e_i(t), \quad (11)$$

де TEC_e – нормалізовані економічні дані ТЕС; n – кількість наборів даних за економічним критерієм району;

α – ваговий коефіцієнт при кожному наборі економічних даних району.

Соціальний показник системи:

$$I_s = TEC_s + \sum_{i=1}^m \beta_i s_i(t), \quad (12)$$

де TEC_s – нормалізовані соціальні дані ТЕС; m – кількість наборів даних за соціальним критерієм району;

β – ваговий коефіцієнт при кожному наборі соціальних даних району.

Екологічний показник системи:

Нехай податок на прибуток, який сплачує ТЕС (складає 18%), після децентралізації надходить до місцевого бюджету та відповідно йде на компенсацію шкоди насадженням, які було вирубано для біопалива ТЕС.

$$I_o = TEC_o + \sum_{i=1}^k \gamma_i o_i(t), \quad (13)$$

де TEC_o – нормалізовані екологічні дані ТЕС; k – кількість наборів даних за соціальним критерієм району;

γ – ваговий коефіцієнт при кожному наборі соціальних даних району;

Припустимо також, що на момент початку моделювання ТЕС не працює, тобто $\varphi(0) = 0$, а повний період моделювання – 10 років (ситуація буде розглядатися помісячно). У перший місяць ТЕС було пробно запущено на потужність 1 МВт. В подальшому потужність ТЕС регулюється в рамках критеріїв сталого розвитку та забезпечення за ним максимально можливого рівня якості життя людей.

Найперше ставилося завдання зробити ці зміни позитивними та спрямувати розвиток регіону у максимально наближеному напрямку до ідеального вектору сталого розвитку. Розрахунки проводилися за допомогою програми Microsoft Excel, а саме пакету «Пошук рішення».

Моделювання ситуації терміном на 10 років з урахуванням наявних статистичних даних дало можливість побачити як би міг змінитися темп та якісна характеристика розвитку Іванківського району, якби ТЕС була важелем впливу на регіон. Обрахунки критеріїв та оптимізація потужності ТЕС для досягнення благополуччя району за методологією сталого розвитку визначили, що з можливих 18 МВт, які можуть бути задіяні для виробництва електроенергії на Іванківській ТЕС, доцільно використовувати за методологією сталого розвитку лише 6,1112 МВт. Це можна обґрунтувати тим, що діяльність такого підприємства в цьому регіоні носить досить негативний екологічний характер, що зумовлено специфічністю Іванківського району, тобто крім звичних викидів в атмосферу від спалення біомаси додається ще негативний вплив радіонуклідів, адже район є постраждалим внаслідок аварії на ЧАЕС (за умови невідповідності якості деревини).

Для забезпечення такої стратегії управління потужністю ТЕС в середньому за рік необхідно додаткових вливань від керівництва на суму 93,21332 тис. грн, решту витрат підприємство може покрити самостійно за рахунок прибутку за рахунок продажу електроенергії державі за зеленим тарифом.

Для кращого розуміння ситуації розглянемо отримані результати за роками та порівняємо їх зі статистичними даними розвитку району без впливу ТЕС. Такий порівняльний аналіз дасть змогу побачити якісні зміни при керуванні.

Для початку проаналізуємо зміну індексу якості життя людей (рис. 4).

Як легко побачити, на кінцевому етапі моделювання індекси збігаються, але при запропонованій стратегії керування потужністю ТЕС показник на всьому інтервалі є більшим, ніж за звичного розвитку району без ТЕС.

Для того, щоб якісно порівняти варіанти розвитку району розглянемо показники критерію гармонізації (рис. 5).

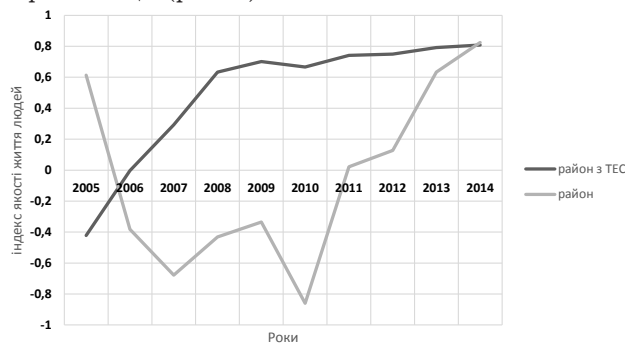


Рис. 4. Порівняльний аналіз якості життя людей

Джерело: розроблено авторами

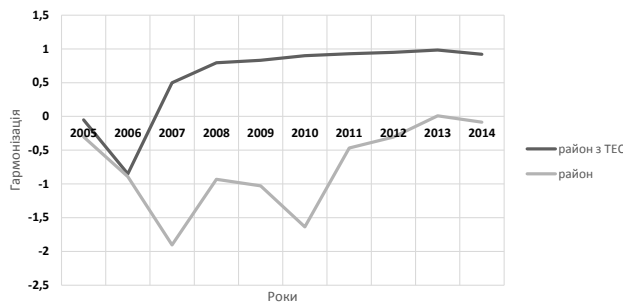


Рис. 5. Порівняльний аналіз індексу гармонізації критеріїв сталого розвитку

Джерело: розроблено авторами

Як видно з графіку, розвиток району став позитивного характеру.

Висновки і пропозиції. В результаті виконання роботи можна зробити висновок, що вдалося знайти стратегію покращення якості життя людей в Іванківському районі Київської області за методологією сталого розвитку, використовуючи як важіль впливу потужність побудованої в цьому регіоні ТЕС. Особливістю функціонування цієї ТЕС є робота за рахунок власного прибутку від продажу електроенергії державі за «зеленим» тарифом, а також дотацій від керуючої сторони, які збільшують або зменшують її потужність в залежності від необхідних умов та критеріїв якості.

Обрахунки показали, що Іванківську ТЕС на період моделювання не потрібно використовувати на повну потужність (18 МВт), а найкраще її вмикати лише на 6,112 МВт. Це зумовлено тим, що така максимальна потужність ТЕС є великою для Іванківського району, тобто вона повністю покриває його потреби і може забезпечити

ти електроенергією сусідні райони. Разом з тим така перспектива є негативним явищем за методологією сталого розвитку, адже виходить, що на район набагато збільшується екологічний тиск, а частка доходу, який надходить до місцевого бюджету задля нівелювання негативних екологічних наслідків не може вже виправити цю ситуацію, порівнюючи відносно низьку вартість деревини в районі та її об'єм необхідний для виробництва 1 МВт електроенергії.

Разом з тим вдалося за допомогою такої стратегії якісно покращити баланс між головними критеріями сталого розвитку. Це покращення видно зі зміни величини гармонізації показників, яка тепер стала додатною, тобто якісно змінився напрям розвитку Іванківського району із деградуючого на прогресуючий. Темп росту показника якості життя людей змінити не вдалося, але вдалося його покращити, тобто після прийняття такої стратегії він став постійно зростаючим за роками, що є дуже позитивним моментом для населення Іванківського району, адже тепер стали відсутні стрибки назад у темпі розвитку регіону за роками. Аналізуючи загальну картину, можна сказати, що керування потужністю ТЕС може якісно змінити напрям розвитку Іванківського району та спрямувати його у потрібному напрямку.

Отримана стратегія має форму помісячних рекомендацій зміни потужності ТЕС та необхідних вкладів у неї коштів, щоб максимізувати річні показники якості життя людей. Такий вибір часової формалізації керування зумовлений насамперед тим, що керувати потужністю об'єкту буде урядова установа, а саме мова йде про керівництво районом. Ці особливості пов'язані зі специфікою періоду звітності такого роду управлінців та бюрократичною тяганиною щодо документації наказів, суть яких полягає у виділенні коштів з місцевого бюджету на збільшення потужності ТЕС. Зміна керуючої сторони на більш гнучку могла б покращити якісні характеристики розвитку Іванківського району, але разом з тим важко знайти таку заміну, адже підприємці не будуть готові відмовитися від власного прибутку задля покращення показників сталого розвитку. Таким чином ми маємо ситуацію, коли відразу необхідно будувати в районі ТЕС потужністю 6 МВт, щоб решта потужностей марно не простояла. В такому випадку можна буде говорити про гнучкіше управління системою через підприємця, який буде зацікавлений у максимізації показника якості життя людей Іванківського району Київської області.

Список літератури:

1. Аналіз сталого розвитку – глобальний і регіональний контексти: монографія / Міжнар. рада з науки (ICSU) та ін.; наук. кер. проекту М. З. Згуровський. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. Ч. 1. Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей (2011–2012). – 328 с. – Бібліогр.: с. 145.
2. Соха Ю. І. Принципи сталого розвитку і проблема природно-техногенної безпеки / Ю. І. Соха // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – С. 103–111.
3. Сталый розвиток регіонів України: звіт Інституту прикладного системного аналізу НАН України і МОН України / наук. керівник М. Згуровський. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 197 с.
4. Сталый розвиток територій: проблеми та шляхи вирішення: матеріали II міжнар. наук. практ. конф., 1 жовт. 2011 р., Дніпропетровськ / за заг. ред. О. Ю. Бобровської. – Д.: ДРІДУ НАДУ, 2011. – 254 с.
5. Ivanenko V. I. Decision Systems and Nonstochastic randomness / V. I. Ivanenko. – N. Y.: Springer, 2010. – 272 p. – ISBN 978-1-4419-5547-0.

6. Світовий Центр Даних [Електронний ресурс]: Сталій розвиток – Режим доступу: <http://wdc.org.ua/uk/sustainable-development>
7. GAIA [Електронний ресурс]: Indicators of Sustainable Development– Режим доступу: <http://www.ess.co.at/GAIA/Reports/indics.html>

Дударенко С.В.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА
С ПОМОЩЬЮ УПРАВЛЕНИЯ ПРИБАВЛЕНИЕМ МОЩНОСТЕЙ ТЭС**

Аннотация

Рассмотрен перенос общей концепции устойчивого развития на региональный масштаб. Вычислен текущий вектор развития района на примере Иванковского района Киевской области. Исследован механизм влияния эко-ТЭС на биомассе на критерии устойчивого развития региона. Смоделирована ситуация развития района при наличии эко-ТЭС, которую сравнили с ситуацией ее отсутствия. Определен оптимальный уровень мощности ТЭС, который лучше всего отмечается на условиях устойчивого развития района, и даны рекомендации на основе проведенных исследований.

Ключевые слова: устойчивое развитие, район, возобновляемая энергетика, теория управления, модель.

Dudarenko S.V.

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**MODELING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION
BY CONTROL CAPACITY EXPANSION TPP**

Summary

The transfer of the general concept of sustainable development on a regional scale. Has been calculated current vector of the example Ivankiv district Kyiv region. The mechanism of influence on eco-biomass power station on the criteria of sustainable development. Simulated situation if the area of eco-TPP and compared the findings with the situation of absence. The optimum power level TPP is best observed on the criteria of sustainable development of the area, and recommendations based on the studies.

Keywords: sustainable development, area, renewable energy, control theory, model.