

СИСТЕМНО-СИТУАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ
«ДОСТУПНА ТА ЧИСТА ЕНЕРГІЯ»SYSTEM-SITUATION MODELING OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL
"AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY"

УДК 330

DOI: <https://doi.org/10.32782/infrastructure70-23>**Шіковець К.О.**

к.е.н., доцент,
доцент кафедри маркетингу
та комунікаційного дизайну,
Київський національний університет
технологій та дизайну

Квіта Г.М.

к.е.н., доцент,
доцент кафедри маркетингу
та комунікаційного дизайну,
Київський національний університет
технологій та дизайну

Соляр Б.В.

магістр,
Київський національний університет
технологій та дизайну

Shikovets Catherine

Kyiv National University
of Technologies and Design

Kvita Halyna

Kyiv National University
of Technologies and Design

Solyar Bohdan

Kyiv National University
of Technology and Design

В проведеному дослідженні було розглянуто концепцію сталого розвитку. Адаптовано «КУРСОР+» до сталого розвитку країни, регіону. Запропонована інтегрована системно-ситуаційна модель розвитку (ССМР) та складові сталого розвитку. Простір бізнес-діяльності об'єктів у ССМР запропоновано визначити за допомогою трьох складових сталого розвитку. Соціальна складова сталого розвитку, передбачає оптимальне використання обмежених ресурсів і використання екологічних – природо-, енерго- і матеріало-зберігаючих технологій, включаючи видобуток і переробку сировини, створення екологічно прийнятної продукції, мінімізацію, переробку і знищення відходів. Розглянуто динаміку значень показників доступна та чиста енергія та використано метод експоненціального згладжування для прогнозування їх майбутніх значень. Проведене діагностування показників цілі сталого розвитку «Доступна та чиста енергія» та встановлено, що для досягнення встановлених цільових орієнтирів в Україні необхідно приділити велику увагу впровадженню «зелених технологій».

Ключові слова: сталий розвиток, відновлювальна енергетика, системно-ситуаційне моделювання.

The study considered the concept of sustainable development. Sustainable development is the development of a country, a region, when economic growth, material production and consumption, as well as other types of social activities take place within the limits determined by the ability of ecosystems to recover, absorb pollution and support the livelihoods of current and future generations. "CURSOR+" has been adapted to the sustainable development of the country and region. The proposed integrated system-situational model of development (SSMR) and components of sustainable development. It is proposed to determine the space of business activities of objects in the SSR using three components of sustainable development. The limit of perfection – the ideal of sustainable development can be set by the limit values of the economic, ecological and social goals of sustainable development. The social component of sustainable development involves the optimal use of limited resources and the use of environmental – nature-, energy-, and material-saving technologies, including the extraction and processing of raw materials, the creation of environmentally acceptable products, the minimization, processing, and destruction of waste. The dynamics of available and clean energy indicators were considered, and the exponential smoothing method was used to forecast their future values. Diagnostics of indicators of the goal of sustainable development "Affordable and clean energy" were carried out. In particular, indicators: expansion of infrastructure and modernization of the network to ensure reliable and sustainable energy supply based on the implementation of innovative technologies; ensuring diversification of the supply of primary energy resources; increasing the share of energy from renewable sources in the national energy balance, in particular due to the introduction of additional capacities of facilities producing energy from renewable sources; increasing the energy efficiency of the economy. It was established that in order to achieve the established targets in Ukraine, it is necessary to pay great attention to the implementation of "green technologies".

Key words: sustainable development, renewable energy, system-situation modeling.

Постановка проблеми. Україна прагне енергетичної незалежності, цінність відновлюваних джерел енергії трансформувалась з екологічної на безпекову та економічну. Відновлювані джерела енергії вважались інструментом еко-боротьби з невідвратною зміною клімату та скорочення викидів вуглецю. Сьогодні, вітрова, сонячна, біо, мала гідро та воднева енергетики стали запорукою енергетичної безпеки та незалежності нашої держави, а їх собівартість є значно нижчою за викопне паливо.

Сьогодні частка відновлюваної енергії в загальному обсязі виробництва електроенергії в Україні становить лише 1,8%, а частка у вартості – 8,3%.

Значне місце відновлювальна енергія займає у створенні національних стратегічних рамок для України на період до 2030. Кожна глобальна ціль була переглянута, беручи до уваги специфіку національного розвитку. Результатом цієї роботи стала національна система Цілей сталого розвитку, яка

складається із завдань національного розвитку з відповідними індикаторами.

Концепція сталого розвитку постійно еволюціонує, механізми взаємодії складових ускладнюються, тому важливим питанням у її реалізації є вибір інструментів впливу на соціо-економіко-екологічну систему, суспільство та людину. Саме системно-ситуаційна модель розвитку є складовою частиною „Кібернетичної концепції управління граничними ресурсами і станами об'єкта розвитку (КУРСОР+)” і дозволяє дослідити простір бізнес-діяльності об'єктів, а саме визначити складові сталого розвитку: економічної, соціальної та екологічної. Однією з економічної складової сталого розвитку є ціль «Доступна та чиста енергія». Застосуємо системно-ситуаційна модель розвитку для діагностики її індикаторів та їх прогнозування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у розробку теоретико-методичних аспектів системно-ситуаційного підходу в

моделюванні досліджуваного об'єкту внесли низка відомих вчених, зокрема Рубан В. Я. запропонував Кібернетичну концепцію управління граничними ресурсами і станами об'єкта розвитку (КУРСОР+) [1].

Розробкою методико-теоретичних аспектів «зеленої енергетики» займалися Василенко І. А., Чупринов Є. В., Іванченко А. В., Скиба М. І., Воробйова В. І., Галиш В. В. [4].

Постановка завдання. Метою дослідження є застосувати концепцію КУРСОР+ до моделювання станів сталого розвитку. Запропонувати інтегровану модель концепції сталого розвитку та системно-ситуаційної моделі розвитку, що дозволить описати складові системно-ситуаційної моделі розвитку, визначити поточний, цільовий та прогнозний стани сталого розвитку та дослідити етапи досягнення однієї з цілей сталого розвитку, а саме: «Доступна та чиста енергія».

Виклад основного матеріалу дослідження. Сталий розвиток – це системно керований розвиток. Основою його керованості є системний підхід, та сучасні інформаційні технології, які дозволяють дуже швидко моделювати різні варіанти напрямків розвитку, з високою точністю прогнозувати їх результати та вибирати найбільш оптимальний.

Системно-ситуаційна модель розвитку є складовою частиною „Кібернетичної концепції управління граничними ресурсами і станами об'єкта розвитку (КУРСОР+)” і має вигляд чотирьохполюсної моделюючої оболонки [1].

„Кібернетична концепція управління граничними ресурсами і станами об'єкта розвитку (КУРСОР+)”, починаючи з 90-х років минулого століття набула поширення в численних функціональних і прикладних наукових дослідженнях та розробках, має такі складові: системно-ситуаційну модель розвитку (ССМР); проблемно-діагностичну модель об'єкта; модель універсуму станів об'єкта (МОДУС); модель універсуму знань про стани об'єкта (МОДУЗ). [2]

Простір бізнес-діяльності об'єктів у системно-ситуаційній моделі розвитку (ССМР) пропонується визначити за допомогою складових сталого розвитку: економічної, соціальної та екологічної [3].

До екологічної складової відносять: чиста вода, захист екосистеми суші, збереження морських ресурсів, відповідальне споживання і виробництво, пом'якшення наслідків зміни клімату.

Економічна складова визначаються: гідна праця та економічне зростання, промисловість, інновації та інфраструктура, розвиток сільського господарства, доступна та чиста енергія.

Соціальна складова це: партнерство заради стійкого розвитку, подолання бідності, міцне здоров'я, якісна освіта, гендерна рівність, скорочення нерівності, сталий розвиток міст та спільнот, мир, справедливість та сильні інститути.

Однією з економічної складової сталого розвитку є ціль 7: «Доступна та чиста енергія» до якої входять, актуальні на сьогодні, «зелені технології».

«Зелені технології» знайшли своє застосування у будь-яких напрямках людської діяльності і стрімко розвиваються. Вони охоплюють майже всі галузі господарства і затребувані як у домівках так і на великих промислових об'єктах (розумний будинок, електромобілі, біологічні батарейки, альтернативні джерела енергії, сорбенти, «зелений» менеджмент, вторинна сировина та багато іншого). Головною метою таких технологій є зниження негативного впливу на навколишнє середовище, що потребує нового погляду на господарську діяльність та спеціального підготування кадрів для успішного впровадження і розвитку цього напрямку [4].

За сферою впровадження розглядають такі класи «зелених технологій» [4].

- загальне екологічне управління (зменшення забруднення повітря та води, управління відходами, відновлення ґрунтів, екологічний моніторинг);

- виробництво енергії з відновлюваних і альтернативних негорючих джерел, тобто «зелена» енергетика;

- спалювання з потенціалом зменшення викидів парникових газів;

- пом'якшення змін клімату (уловлювання, зберігання парникових газів);

- з непрямим внеском у зменшення викидів (енергозбереження, виробництво водню, паливні комірки);

- зі зменшення викидів і підвищення ефективності використання палива на транспорті;

- підвищення енергоефективності в будівлях і системах освітлення. Часто сюди відносять зелену комп'ютеризацію.

Відповідно класифікації запропонованої організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) «зелені технології» охоплюють наступні сфери [4]:

1. Загальне екологічне управління (управління відходами, боротьба з забрудненням води і повітря, відновлення земель тощо).

2. Виробництво енергії з відновлюваних джерел (сонячна і вітрова енергія, біопаливо тощо), зменшення наслідків зміни клімату, зниження викидів до атмосфери, підвищення ефективності використання викопного палива, а також енергоефективності у спорудах, а також під час використання освітлюючих приладів.

«Зелені технології» охоплюють усі сфери економіки: енергетику, промисловість, транспорт, будівництво, сільське господарство та інші. Вони впроваджуються в увесь ланцюжок діяльності компаній, включаючи, окрім виробництва і споживання, менеджмент і методи організації виробництва.

Розвиток «зеленої» енергетики в Україні, а саме, будівництво нових електростанцій (вітрових,

сонячних), тобто проєктів з відновлювальної енергетики зіткнувся з низкою проблем. Серед найсерйозніших – затримки із виплатами "зеленого" тарифу та його суттєве зменшення, замороження проєктів, особливо сонячних.

В цьому секторі необхідні важливі зміни [5]:

1. *Запуск "зелених" аукціонів та контрактів на різницю, що є новою формою підтримки розвитку відновлювальної енергетики.* Розмір "зеленого" тарифу чітко зафіксований в законі, а у випадку аукціонів розмір підтримки для кожного проєкту визначатиметься на аукціоні, і це суттєво вплине на зменшення вартості такої енергії.

2. *Впровадження нової форми підтримки "зеленої" енергетики – контрактів на різницю.*

Міністерство енергетики України працює над розробкою контрактів на різницю, за якими виробники зможуть продавати електроенергію на різних сегментах ринку електроенергії та отримувати від держави різницю між "зеленим" тарифом та ринковими цінами електроенергії.

3. *Запровадження конкурсів на нові генеруючі потужності.*

Окрім будівництва нових сонячних, вітрових та біоелектростанцій необхідно інвестувати у розвиток мереж для стабільності їхньої роботи по всій країні.

4. *Впровадження проєктів "Зелений" водень та вітрові проєкти на морі.*

У 2020 році Європейський Союз прийняв дві стратегії в рамках реалізації Європейської зеленої угоди, а саме Водневу стратегію ЄС та Стратегію щодо офшорних вілновлювальних джерел енергії (ВДЕ) (морських ВДЕ проєктів).

Виконаємо аналіз динаміки та прогнозування показників, що визначають ціль «Доступна та чиста енергія».

Проведене дослідження показало, що для прогнозування кількісних показників Цілі «Доступна та чиста енергія» коректним є використання методу експоненціального згладжування. Він використовує зважені плинні усереднення всіх даних минулих спостережень. Метою такого підходу є оцінка поточного стану, результати якої і

визначають всі наступні прогнози. Прогнозні значення за даним методом визначаються за формулою $\widehat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\widehat{Y}_t$, де \widehat{Y}_{t+1} – прогнозне значення на наступний період; Y_t – спостережувана величина за поточний період t ; \widehat{Y}_t – прогноз за період t ; α – стала згладжування ($0 < \alpha < 1$). Еспериментальним шляхом встановлено, що $\alpha = 0,7$ [6].

Розглянемо *Завдання 1*. Розширення інфраструктуру та модернізація мережі для забезпечення надійного та сталого енергопостачання на основі впровадження інноваційних технологій. Для вирішення завдання виконаємо аналіз динаміки таких показників (табл. 1) [7].

– виробіток електроенергії, млрд квт год. (табл. 1);

– втрати тепла в електромережах, % (табл. 1);

– технологічні витрати електричної енергії в розподільчих електромережах, % (табл. 1).

Завдання 2. Забезпечити диверсифікацію постачання первинних енергетичних ресурсів. Для вирішення завдання виконаємо аналіз динаміки таких показників;

– максимальна частка імпорту первинних енергоресурсів (крім ядерного палива) з однієї країни (компанії) в загальному обсязі їхнього постачання (імпорту), %;

– частка одного постачальника на ринку ядерного палива, % (табл. 2).

Завдання 3. Збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, зокрема за рахунок уведення додаткових потужностей об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел. Для вирішення завдання виконаємо аналіз динаміки показника: Частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у загальному кінцевому споживанні енергії, % (табл. 3).

Завдання 4. Підвищити енергоефективність економіки. Для вирішення завдання виконаємо аналіз динаміки показника: Енергоємність ВВП (витрати первинної енергії на одиницю ВВП), кг н. е. на міжнародний долар за ПКС 2011 (табл. 4).

Таблиця 1

Динаміка та прогнозування показників *Завдання 1*

Показник	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*	2023*
Виробіток електроенергії, млрд квт·год	157,7	154,8	155,4	159,4	153,96	148,89	148,4	148,14	147,6
Втрати тепла в тепломережах, %	-	-	-	18,5	18,8	20,4	20,6	21,5	21,9
Відпуск електроенергії в мережу, млн. квт год	146642	141619	142523	146523	141329	136196	136757	136154	136125

Джерело: сформовано авторами на основі [8], данні розробляються з 2018 р., *прогнозні данні розроблено авторами

Таблиця 2

Динаміка та прогнозування показників Завдання 2

Показник	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*	2023*
Максимальна частка імпорту первинних енергоресурсів (крім ядерного палива) з однієї країни (компанії) в загальному обсязі їхнього постачання (імпорту), %, вугілля	54,3	66,7	67	70,2	68,6	70,2	66,7	65,9	64
Частка одного постачальника на ринку ядерного палива, %	91,6	60,9	58,6	61,4	55,4	53,8	54,7	53,6	53,2

Джерело: сформовано авторами на основі [8], *прогнозні данні розроблено авторами

Таблиця 3

Динаміка та прогнозування показників Завдання 3

Показник	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*	2023*
Частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у загальному кінцевому споживанні енергії, %	5	5,9	6,7	7	8,1	9,2	9,8	10,3	10,1

Джерело: сформовано авторами на основі [8], *прогнозні данні розроблено авторами

Таблиця 4

Динаміка та прогнозування показників Завдання 4

Показник	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*	2023*
Енергоємність ВВП (витрати первинної енергії на одиницю ВВП), кг н. е. на міжнародний долар за ПКС 2011	0,187	0,192	0,177	0,179	0,166	0,167	0,168	0,173	0,170

Джерело: сформовано авторами на основі [8], *прогнозні данні розроблено авторами

Виходячи із розрахунків представлених в табл. 1–4 та можемо зробити висновки що позитивна динаміка спостерігається у збільшенні частки енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, зокрема за рахунок уведення додаткових потужностей об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел.

Проведене діагностування показників цілі сталого розвитку «Доступна та чиста енергія» надало можливості прийти до висновку, що для досягнення встановлених цільових орієнтирів в Україні необхідно приділити велику увагу впровадженню «зелених технологій».

Висновки з проведеного дослідження. В проведеному дослідженні було розглянуто концепцію сталого розвитку та адаптовано «КУРСОР+» до сталого розвитку країни, регіону. Запропонована інтегрована системно-ситуаційна модель розвитку (ССМР) та складових сталого розвитку. Простір бізнес-діяльності об'єктів у ССМР запропоновано визначити за допомогою трьох складових сталого розвитку. Межа досконалості – ідеал сталого розвитку може бути задана граничними значеннями економічних, екологічних та соціальних цілей сталого розвитку.

Соціальна складова сталого розвитку, передбачає оптимальне використання обмежених ресурсів і використання екологічних – природо-, енерго- і матеріало-зберігаючих технологій, включаючи

видобуток і переробку сировини, створення екологічно прийнятної продукції, мінімізацію, переробку і знищення відходів. Розглянуто динаміку значень показників доступна та чиста енергія та використано метод експоненціального згладжування для прогнозування їх майбутніх значень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Рубан В.Я. Информатизация и новая информационная технология в управлении научно-техническим прогрессом. Київ : О-во «Знання», 1990. 24 с.
2. Economics, management and administration in the coordinates of sustainable development: Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2021. 716 p.
3. Transformation of economy, finance and management in modern conditions: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. 664 p.
4. Василенко І. А., Чупринов Є. В., Іванченко А. В., Скиба М. І., Воробйова В. І., Галиш В. В. Зелені технології у промисловості: Монографія. Дніпро : Акцент ПП, 2019. 366 с.
5. Петров Я. Перспективи розвитку "зеленої" енергетики України у 2021 році та потенційні проблеми галузі. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2021/01/14/669975/> (дата звернення: 02.11.2022).
6. Ханк Д.Э., Уичерн Д.У., Райте А.Д. Бизнес – прогнозирование Москва : Издательский дом „Вильямс”, 2003. 656 с.
7. Цілі сталого розвитку. Україна 2020. URL: <https://www.unicef.org/ukraine/media/11481/file/SD>

G%20Ukraine%20Monitoring%20Report%202020%20 ukr.pdf (дата звернення: 27.11.2022).

8. Статистична звітність України. URL: <https://sdg.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 14.12.2022).

REFERENCES:

1. Ruban V. Ya. (1990) Informatizatsiya i novaya informatsionnaya tekhnologiya v upravlenii nauchno-tekhnicheskim progressom [Informatization and new information technology in the management of scientific and technological progress]. Kyiv: izdatel'stvo «Znaniya». (in Ukrainian)

2. Economics, management and administration in the coordinates of sustainable development: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2021. 716 p.

3. Transformation of economy, finance and management in modern conditions: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. 664 p.

4. Vasylenko I. A., Chuprynov Ye. V., Ivanchenko A. V., Skyba M. I., Vorobiova V. I., Halysh V. V. (2019) Zeleni tekhnologii u promyslovosti [Green technologies in industry]. Aktsent PP/ (in Ukrainian)

5. Khank D. Ye., Uichern D. N., Raite A. D. (2003) Biznes – prohnozuvannia [Business – forecasting]. Vydavnychiy dim „Viliams”. (in Ukrainian)

6. Petrov Ya. Perspektyvy rozvytku "zelenoi" enerhytyky Ukrainy u 2021 rotsi ta potentsiini problemy haluzi [Prospects for the development of "green" energy in Ukraine in 2021 and potential problems of the industry]. (accessed 2 November 2022).

7. Tsili staloho rozvytku Ukraina 2020: monitorynhovyi zvit (2021) [Sustainable Development Goals Ukraine 2020: monitoring report]. Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/csr_prezent/ukr/st_rozv/publ/SDGs%20Ukraine%202020%20Monitoring_12.2020ukr.pdf (accessed 27 November 2022).

8. Statystychna zvitnist Ukrainy [Statistical reporting of Ukraine]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 14 December 2022).