

*Ющенко Н.Л.**кандидат економічних наук, доцент,**Yushchenko Nadiia**ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5213-8341>*

АСПЕКТИ КЛАСИФІКАЦІЇ СІТЬОВИХ МЕТОДІВ ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ ТА ВИТРАТ І УПРАВЛІННЯ НИМИ ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ КОМУНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

ASPECTS OF CLASSIFICATION OF NETWORK METHODS OF PLANNING OF RESOURCES AND EXPENSES AND THEIR MANAGEMENT DURING MODERNIZATION OF A MUNICIPAL INFRASTRUCTURE OF TERRITORIAL COMMUNITIES IN THE CONDITIONS OF DECENTRALIZATION

Анотація. Стаття присвячена систематизації, аналізу змісту та застосувань сітєвих методів планування та управління, за допомогою яких можна визначати резерви часу, раціонально й збалансовано розподіляти ресурси в межах комплексу взаємопов'язаних робіт, а також аспектам класифікації систем сітєвого планування й управління залежно від організаційної структури, характеру функціонування, характеру моделей, що в них використовуються, а також залежно від технічних засобів, що використовуються. Пропонується адаптувати методи теорії графів, детерміновані та ймовірнісні сітєві моделі з урахуванням часу, вартості й ресурсів до практики планування модернізації, реконструкції та заміни технологічного обладнання теплових пунктів і теплових мереж підприємств теплоенергетики, а також управління ними. У статті запропоновано способи управління на базі застосування інформаційних, інноваційних, програмних технологій. Пропоновані методи можуть застосовуватися в процесі розроблення заходів, націлених на підвищення рівня енергоефективності, що передбачають активізацію інноваційних процесів, більш повну реалізацію соціального й економічного потенціалу суб'єктів господарської діяльності та органів місцевого самоврядування.

Ключові слова: децентралізація, енергоефективність, класифікація, методи й моделі управління проектами, теплопостачання.

Постановка проблеми. Енергетична безпека, що є невід'ємною складовою частиною національної безпеки України, передбачає досягнення стану технічно надійного, стабільного, економічно ефективного та екологічно безпечного забезпечення енергетичними ресурсами економіки й соціальної сфери держави. Енергетична безпека – це спроможність держави забезпечити ефективне використання власної паливно-енергетичної бази, здійснити диверсифікацію джерел і шляхів постачання в країну енергоносіїв для населення та функціонування національної економіки в режимі звичайного, надзвичай-

ного та воєнного стану, попередити стрімкі цінові коливання на паливно-енергетичні ресурси або створити умови для безболісної адаптації національної економіки до нових цін на ці ресурси на світових ринках [1].

Недостатні обсяги робіт із запровадження нетрадиційних видів енергетики на основі відновлюваних джерел [2] та з реконструкції, технічного переоснащення енергетичного комплексу України, зношеність наявного технологічного обладнання, зростання аварійності об'єктів приводять до порушення стабільності теплопостачання населення й підприємств від централізованих джерел, перевитрат енергосировинних ресурсів і збільшення техногенного навантаження на довкілля, втрат енергії в теплових мережах, а також обумовлює потребу у раціональних рішеннях із залученням значних інвестицій у модернізацію та розвиток паливно-енергетичної системи, вжиття заходів з ефективного виробництва, транспортування й споживання енергоносіїв для підтримки та збільшення конкурентоспроможності за рахунок скорочення енергоемності ВВП до рівня провідних країн Європи, для забезпечення безперервного та стабільного функціонування галузі.

Застосування сітєвих методів планування й управління, коли йдеться про велику кількість взаємопов'язаних робіт, що мають виконуватись у суворій технологічній послідовності, потребує встановлення термінів і контролю для досягнення певної мети, дасть змогу підвищити ефективність регулювання виконання істотних за обсягами, вартістю й часом робіт, управління проектами із заміни та/або модернізації пунктів генерування й мереж транспортування пару, гарячої води та кондиціюваного повітря.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковий доробок Я. Сибаль, І. Іваницького, З. Кадюка [3], В. Сохань [4], П. Лазановського [5] та інших дослідників присвячений застосуванню методу планування мереж та управління ними в різних видах економічної діяльності. Проте є практично значущим і потребує розроблення завдання моделювання на базі теорії графів та аналізу мереж системи технічної модернізації та технологічного оновлення об'єктів теплоенергетики задля

підвищення енергетичної ефективності енергоспоживачого обладнання, зниження рівня втрат енергоресурсів у мережах постачання, зниження питомих витрат на одиницю виробленої продукції (генерованої одиниці енергії) та підвищення ефективності кінцевого енергоспоживання.

Мета статті. Головною метою роботи є систематизація та аналіз сітьових методів планування й управління, актуальних у регулюванні ресурсів і витрат під час модернізації комунальної інфраструктури, зокрема, міських тепломереж територіальних громад в умовах децентралізації.

Виклад основного матеріалу. Опалення житлового сектору, де втрачається близько 60% енергії, на макроекономічному рівні є однією з головних проблем у сфері енергозбереження в Україні. Зниження витрат під час виробництва, передачі та розподілу теплової енергії, що має позначитися на розмірі тарифів на теплову енергію, є одним з основних напрямів розвитку теплової енергетики, передбачених оновленою Енергетичною стратегією України [6].

Сприяння розвитку місцевих енергетичних ініціатив, малого та середнього підприємництва в енергетичній сфері та енергетичних кооперативів, генерації та постачання, зокрема, теплової енергії з урахуванням регіональних особливостей, розвитку розподіленої генерації передбачено Енергетичною стратегією України [7]. Формування місцевих систем тепlopостачання на основі економічно обґрунтованого врахування потенціалу місцевих видів палива, логістики постачання, регіональної та загальнодержавної енергетичної інфраструктури, а також підвищення ефективності діючих систем централізованого тепlopостачання (табл. 1) має відбутися на другому етапі стратегії «Оптимізація та інноваційний розвиток енергетичної інфраструктури (до 2025 року)» щодо впровадження енергетичної стратегії [7], орієнтованому на роботу в умовах нового ринкового середовища та фактичної інтеграції об'єднаної енергетичної системи України з енергосистемою Європи, що суттєво вплине на обґрунтування вибору об'єктів для реконструкції або нового будівництва в енергетичній сфері та на підвищення енергоефективності.

Завданнями цього етапу є запровадження механізмів залучення інвестицій для реалізації програми заміщення потужностей, що мають бути виведені з експлуатації, новою енергетичною інфраструктурою; підвищення рівня корпоративного управління суб'єктів господарювання та їх спроможності використовувати доступні інструменти внутрішнього та зовнішнього ринків капіталу й ресурсів енергетичного ринку України.

Методи сітьового планування й управління (СПУ) застосовуються для розв'язування задач упорядкування й координації, змістом яких є планування складних комплексів робіт та управління ними. Комплексом робіт називають певну сукупність послідовно й паралельно виконуваних робіт, спрямованих на досягнення намічених цілей. Комплекси робіт, які є об'єктами СПУ, мають такі властивості:

1) роботи, що входять у комплекс, взаємно обумовлюють одна одну, тобто одні роботи не можуть бути розпочаті раніше, ніж завершаться деякі інші роботи;

2) в певних інтервалах часу окремі роботи можна починати й завершувати незалежно одна від одної (за наявності відповідних ресурсів);

3) існують одна або декілька цілей функціонування комплексу робіт.

Прикладами таких комплексів робіт і, відповідно, сфер застосування СПУ можуть бути будівництво або реконструкція великих промислових і цивільних об'єктів, капітальний ремонт складного обладнання й машин, підготовка та освоєння виробництва нових видів продукції, організація науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, матеріально-технічне постачання великих підприємств, розроблення техпромфінплану підприємства.

Методи СПУ складають систему, що поєднує розрахункові методи, організаційні заходи й прийоми контролю, спрямовані на розроблення та оптимізацію плану виконання комплексу робіт, оперативне управління ним та систематичний контроль за його ходом. Відмінною рисою СПУ є представлення планів робіт у вигляді сітьових графіків (схем). Сітьовий графік – це графічна модель виконання комплексу робіт, що відображає взаємозв'язок між окремими роботами, їх параметри та послідовність виконання.

Повна характеристика комплексу робіт міститься в сітьовій моделі. В такій моделі має бути відображена вся інформація про комплекс, зокрема мета його функціонування, склад і порядок виконання робіт, умови, за яких воно є можливим.

Завдяки системному підходу СПУ забезпечує істотне підвищення якості планування й, зокрема, встановлення найбільш доцільної послідовності та термінів виконання робіт, раціональний розподіл та використання матеріальних і трудових ресурсів, можливість гнучкого оперативного управління процесом.

Сітьові методи використовують для вирішення не тільки часткових завдань, але й систем СПУ. Система СПУ – це система організаційного управління, що реалізовує функції планування комплексу робіт і управління ним на основі побудови, аналізу та оптимізації сітьових моделей. Основним методом розв'язування задач планування й управління в межах системи СПУ є метод СПУ, що не виключає застосування для вирішення окремих завдань інших економіко-математичних методів.

Системи СПУ дають змогу використовувати для збирання та зберігання інформації, її опрацювання й отримання розв'язків технічні засоби та ЕОМ. Автоматизовані системи СПУ є складовими елементами АСУ.

Системи СПУ класифікують за кількома ознаками [8]. Залежно від організаційної структури розрізняють міжвідомчі та внутрішньовідомчі системи. За характером функціонування їх поділяють на системи одиничної дії, що розробляються для

Таблиця 1

Динаміка ключових показників підвищення ефективності та надійності роботи енергетичної системи України

Опис ключового показника ефективності	Значення показника в році				
	2015	2020	2025	2030	2035
Питомі витрати під час виробництва тепла котельнями, кг у. п./Гкал	165	160	155	150	145
Частка втрат у тепломережах, %	>20	<17	<13	<11	<10
Тепломережі в аварійному стані, %	>20	<18,6	<4,4	<3	<1

Джерело: витяг з додатку 1 до Енергетичної стратегії України на період до 2035 року [7]

унікальних (одноразових) комплексів робіт, і системи постійної дії, призначені для постійно діючого управління комплексом робіт. Системи СПУ класифікуються також за характером моделей, що використовуються (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація систем СПУ за характером моделей
Ознака Моделі системи СПУ

Склад і характер інформації, яка міститься в моделі	Детерміновані та ймовірнісні
Кількість технологічно незалежних комплексів робіт	Односітьові та багатосітьові
Кількість самостійних результатів	Одноцільові та багатосітьові
Склад параметрів управління	З урахуванням часу, вартості, ресурсів

Залежно від технічних засобів, що використовуються, розрізняють системи малого масштабу, що не потребують застосування ЕОМ та технічних засобів для збирання та передавання інформації (ТЗП); середнього масштабу, в яких використовуються ЕОМ, але немає необхідності в ТЗП; великого масштабу, що потребують ЕОМ і ТЗП (автоматизовані системи СПУ).

Структура систем СПУ та методика її розроблення наведені, наприклад, у джерелі [9]. Зокрема, метод сітьового планування й управління включає чотири етапи, такі як побудова сітьового графіка й моделі системи, що розробляється; розрахунок параметрів сітьового графіка; аналіз та оптимізація сітьової моделі; управління об'єктом за допомогою сітьового графіка [10; 11].

Висновки і пропозиції. Поширення європейських енергетичних стандартів на українське законодавство здатне істотно підвищити опірність України спробам політизувати міждержавні відносини у сфері енергетики, а долучення до загальноєвропейського ринку – лібералізувати та демонополізувати внутрішні енергетичні ринки, зробити їх більш прозорими та конкурентоспроможними. Трансформація та інтеграція ринків є можливими тільки за умови, коли одним із головних гравців стає споживач, як того вимагає ціль 7 програмної всеохоплюючої резолюції Організації Об'єднаних Націй 2015 року «Перетворення нашого світу: Порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030 року». Стратегічним завданням є виведення держави на рівень максимальної енергетичної незалежності. При цьому до 2025 року одним з головних фокусів має бути енергозбереження.

Під час формування управлінського інструментарію необхідно враховувати використання економіко-математичних методів, апарат інформаційних технологій, методи планування, нормативно-правову базу, що сприятиме прискоренню інноваційного процесу загалом.

Література:

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 1071-р. *База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.* URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13> (дата звернення: 19.02.2020).
2. Гнедіна К., Петраков Я., Ющенко Н. Тенденції розвитку альтернативної енергетики в Україні в контексті модернізації енергетичних ринків. *Управління розвитком.* 2017. № 3–4 (189–190). С. 35–47.
3. Сибаль Я., Іваницький І., Кадок З. Сіткові методи планування та управління в оптимізації виробництва продукції. *Вісник*

Львівського національного аграрного університету. Серія «Економіка АПК». 2014. № 21(1). С. 322–326.

4. Сохань В. Сітьові моделі оперативного управління проектами в дорожньому будівництві. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки».* 2015. Вип. 1(31). С. 499–507. URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31_1_tech_2015/499-507.pdf (дата звернення: 05.04.2019).
5. Лазановський П. Використання методу мережевого планування в операційному управлінні виробництвом книжково-журнальної продукції. *Наукові записки. Економічні науки.* 2016. № 2(53). С. 205–212.
6. Про схвалення концепції Енергетичної стратегія України на період до 2035 року : Проект Розпорядження Кабінету Міністрів України. URL: mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article.jsessionid=AD08EE061406F1E3F3605ABE4B949A3A.app1?art_id=245068707 (дата звернення: 19.02.2020).
7. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 року № 605-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p> (дата звернення: 19.02.2020).
8. Филипп Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей / пер. с англ. Е. Коваленко, М. Фуруяна ; под ред. Б. Сушкова. Москва : Мир, 1984. 496 с.
9. Основные положения по разработке и применению систем СПУ. Москва : Экономика, 1974.
10. Ющенко Н. Математичні моделі визначення резерву часу для збалансованого розподілу трудових, матеріальних і фінансових ресурсів при модернізації комунальної теплоенергетики України. *Науковий вісник Полісся.* 2016. № 2. С. 16–25. URL: <http://nvp.stu.cn.ua/ru/component/k2/item/489-yuschenko-n-l-matematichni-modeli-viznachennya-rezervu-chasu-dlya-zbalansovanogo-rozpodilu-trudovih-materialnih-i-finansovih-resursiv-pri-modernizatsiyi-komunalnoyi-teploenergetiki-ukrayini.html> (дата звернення: 19.02.2020).
11. Ющенко Н. Економіко-математичний інструментарій вирішення завдань розподілу і використання ресурсів, необхідних для модернізації теплоенергетики України. *Приазовський економічний вісник.* 2019. Вип. 2(13). С. 404–407. URL: <http://pev.kpu.zp.ua/vypusk-13> (дата звернення: 19.02.2020).
12. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> (дата звернення: 31.05.2020).

References:

1. Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2030. [Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2030] : Rozporядzhenya Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 24.07.2013 № 1071-r. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 24.07.2013 № 1071-r. Retrieved from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>
2. Gnedina, K., Petrakov, Ya. & Yushchenko, N. (2017). Tendenciyy rozvytku al'ternatyvnoyi enerhetyky v Ukraini v konteksti modernizatsiyi enerhetychnykh rynkiv [Trends in the development of alternative energy in Ukraine in the context of modernization of energy markets]. *Upravlinnya rozvytkom.* Development management, no. 3–4 (189–190), pp. 35–47. (in Ukrainian)
3. Sybal', Ya., Ivanyts'kyi, I. & Kadyuk, Z. (2014). Sitkovi metody planuvannya ta upravlinnya v optymizatsiyi vyrobnytstva produkt-siyi [Network methods of planning and management in production optimization]. *Visnyk L'vivs'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu.* Seriya: Ekonomika APK. *Visnyk of Lviv National Agrarian University. Series: Economy of agroindustrial complex,* no. 21(1), pp. 322–326. (in Ukrainian)
4. Sokhan', V. (2015). Sit'ovi modeli operativnoho upravlinnya proektamy v dorozhn'omu budivnytstvi [Network models of operational management of projects in road construction]. *Visnik Nacional'nogo transportnogo universitetu.* Seriya "Tekhnichni nauki". *Bulletin of the National Transport University. Series "Technical Sciences",* no. 1(31), pp. 499–507. Retrieved from: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31_1_tech_2015/499-507.pdf

5. Lazanov'sky, P. (2016). Vykorystannya metodu merezhevoho planuvannya v operatsiynomu upravlinni vyrobnyctvom knyzhkovo-zhurnal'noyi produktsiyi [The use of network planning in the operational management of the production of book-magazine products]. *Naukovi zapysky. Ekonomichni nauky. Scientific notes. Economic Sciences*, no. 2(53), pp. 205–212. (in Ukrainian)
6. Pro shkvalennya kontseptsiyi Enerhetychnoyi stratehiyi Ukrainy na period do 2035 roku : Proekt Rozporyadzhennya Kabinetu ministriv Ukrainy [On approval of the concept of the Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2035 : Draft Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine]. Retrieved from: mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article;jsessionid=AD08EE061406F1E-3F3605ABE4B949A3A.app?art_id=245068707
7. Enerhetychna stratehiya Ukrainy' na period do 2035 roku "Bezpeka, energoefektyvnist', konkurentospromozhnist'" [Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2035 "Security, Energy Efficiency, Competitiveness"] : Rozporyadzhennya Kabinetu Ministriv Ukrainy' vid 18.08.2017 roku № 605-r. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 605-r dated 18.08.2017. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p>
8. Fyllyps, D. & Harsya-Dyas, A. (1984). *Metody' analiza setey* [Network Analysis Methods] (Kovalenko, E. & Furuhyana, M., trans; B. Sushkova, ed). Moscow: Peace. (in Russian)
9. Osnovny'e polozheny'a po razrobotke y' pry'meneny'yu sy'stem SPU [The main provisions for the development and application of SPU systems]. Moscow: Economics, 1974. (in Russian)
10. Yushchenko, N. (2016). Matematychni modeli vyznachennya rezervu chasu dlya zbalansovanoho rozpodilu trudovykh, material'nykh i finansovykh resursiv pry modernizatsiyi komunal'noyi teploenerhetyky Ukrainy [Mathematical models to determine the reserve time a balanced distribution of manpower, material and financial resources for modernization of municipal power system of Ukraine]. *Naukovyy visnyk Polissya. Scientific Bulletin of Polissia*, no. 2(6), pp. 16–25. Retrieved from: <http://nvp.stu.cn.ua/ru/component/k2/item/489-yuschenko-n-l-matematichni-modeli-viznachennya-rezervu-chasu-dlya-zbalansovanogo-rozpodilu-trudovih-materialnih-i-finansovih-resursiv-pri-modernizatsiyi-komunalnoyi-teploenergetiki-ukrainy.html>
11. Yushchenko, N. (2017). Informatsiyni tekhnolohiyi, shcho realizovuyut' modeli ta metody analizu v protsesi pryynyattya rishen' shchodo resursiv i vytrat pry modernizatsiyi teploenerhetyky v Ukraini [Information technologies implementing models and methods of analysis in the decision making process concerning resources and costs during the modernization of heat and power engineering in Ukraine]. *Matematychni ta imitatsiyni modelyuvannya system. MODS '2017 : tezy dopovidey Dvanadtsyatoi mizhnarodnoyi nauk.-prakt. konf. Mathematical and simulation modeling of systems. MODIS '2017: theses of the reports of the Twelfth International Science Pract. Conf.* (in Ukrainian)
12. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Retrieved from: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>

Аннотация. Стаття посвящена систематизації, аналізу содержания і применений сетевих методів планування і управління, при допомозі яких можна визначати резерви часу, раціонально і сбалансовано розподіляти ресурси в межах комплексу взаємопов'язаних робіт, а також аспектам класифікації систем мережевого планування і управління в залежності від організаційної структури, характеру функціонування, характеру моделей, які в них використовуються, а також в залежності від застосовуваних технічних засобів. Пропонується адаптувати методи теорії графів, детерміновані і ймовірнісні мережеві моделі з урахуванням часу, вартості і ресурсів до практики планування, модернізації, реконструкції і заміни технологічного обладнання теплових пунктів і теплових мереж підприємств теплоенергетики, а також управління ними. В статті запропоновані способи управління на базі застосування інформаційних, інноваційних, програмних технологій. Пропонувані методи можуть застосовуватися в процесі розробки заходів, націлених на підвищення рівня енергоефективності, передбачаючих активізацію інноваційних процесів, більш повну реалізацію соціального і економічного потенціалу суб'єктів господарської діяльності і органів місцевого самоуправління.

Ключевые слова: децентралізація, енергоефективність, класифікація, методи і моделі управління проектами, теплоснабження.

Summary. The insufficient volume of work on the introduction of non-traditional types of energy based on renewable sources, as well as reconstruction, technical re-equipment of the energy complex of Ukraine, the deterioration of existing technological equipment, an increase in the accident rate of facilities lead to a violation of the stability of the heat supply to the population and enterprises from centralized sources, an excessive consumption of raw materials and an increase in technological environmental pressure, energy losses in heating networks and necessitates rational solutions involving significant investments in the modernization and development of the fuel and energy system, the implementation of measures for the efficient production, transportation and consumption of energy to maintain and increase competitiveness by reducing the energy intensity of GDP to the level of leading European countries, as well as to ensure continuous and stable functioning of the industry. Despite the scientific publications of I. Ivanitsky, Z. Kadyuk, P. Lazanovsky, Y. Sibal, V. Sokhan and other researchers on the application of the method of planning and managing networks in various types of economic activity, from a practical point of view, the modeling problem is significant and requires development based on graph theory and analysis of networks of the system of technical modernization and technological updating of heat power facilities in order to increase the energy efficiency of energy-consuming equipment, reduce energy losses in the supply networks, reduce unit costs for a unit of output (generated energy unit) and increase the efficiency of final energy consumption. The article is devoted to the systematization, analysis of the essence and applications of network planning and management methods, with which you can determine the time reserves, rationally and balanced distribute resources within a complex of interrelated work. As well as aspects of the classification of network planning and management systems, depending on the organizational structure, on the nature of functioning, the models used and depending on the technical means used. It is proposed to adapt graph theory methods, deterministic and probabilistic network models taking into account time, cost and resources to the practice of planning and managing the modernization, reconstruction and replacement of technological equipment of heating units and heating networks of enterprises in the heat power industry. The article suggests management methods based on the use of information, innovative, software technologies. The proposed methods can be used in the process of developing measures aimed at improving energy efficiency, providing for the activation of innovative processes, a more complete realization of the social and economic potential of business entities and local governments.

Keywords: decentralization, energy efficiency, classification, project management methods and models, heat supply.