

УДК 519.866:658.264

Ющенко Н.Л.*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри бухгалтерського обліку,
оподаткування та аудиту**Чернігівського національного технологічного університету***Yushchenko Nadiia***PhD in Economics, Associate Professor,
Senior Lecturer at Department of Accounting,
Taxation and Audit,
Chernihiv National University of Technology***ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ
ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ РОЗПОДІЛУ І ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ,
НЕОБХІДНИХ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ****ECONOMIC AND MATHEMATICAL TOOLS FOR SOLVING THE TASKS
OF THE DISTRIBUTION AND USE OF THE RESOURCES NECESSARY
TO MODERNIZE THE HEAT AND ENERGY OF UKRAINE****АНОТАЦІЯ**

Стаття присвячена систематизації економіко-математичного інструментарію, за допомогою якого можна визначати резерви часу, раціонально і збалансовано розподіляти ресурси в межах комплексу взаємопов'язаних робіт. Новизна підходу полягає в адаптації методів теорії графів та детермінованих і ймовірнісних мережевих моделей з урахуванням часу, вартості й ресурсів до практики планування й управління модернізацією, реконструкцією та заміною технологічного обладнання теплових пунктів і теплових мереж підприємств теплоенергетики України. Пропонований підхід може 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: енергоефективність, мережева модель, методи і моделі управління проектами, резерв часу, теплопостачання.

АННОТАЦІЯ

Статья посвящена систематизации экономико-математического инструментария, позволяющего определять резервы времени, рационально и сбалансировано распределять ресурсы в пределах комплекса взаимосвязанных работ. Новизна подхода состоит в адаптации методов теории графов, детерминированных и вероятностных сетевых моделей с учетом времени, стоимости и ресурсов к практике планирования и управления модернизацией, реконструкцией и заменой технологического оборудования тепловых пунктов и тепловых сетей предприятий отрасли теплоэнергетики в Украине. Предлагаемый подход может применяться в процессе разработки мероприятий, направленных на повышение уровня энергоэффективности, предусматривающих активизацию инновационных процессов, более полную реализацию социального и экономического потенциала субъектов хозяйственной деятельности и органов местного самоуправления.

Ключевые слова: энергоэффективность, сетевая модель, методы и модели управления проектами, резерв времени, теплоснабжение.

ANNOTATION

Ukrainians are forced to pay for the heating energy, 45% of which they do not actually receive because of its loss during the transportation. Adaptation of economical and mathematical models and methods of critical path, Program Evaluation and Review Technique, and making decisions on stochastic GERT-networks,

which are existing in the theory of network planning and management, will increase effectiveness of scheduling the implementation of works that can be substantial by their volumes, cost and time, the project management as for replacement and/or upgrade of generative points and networks for the transportation of steam, hot water and conditioned air. Scientific works by Lazanovskiy P., Sybal Ya., Ivanytskyi I., Kadyuk Z., Sokhan V., Timinskyi O. and other researchers are devoted to the application of a method of network planning and management in various types of economic activities. However, the task of modeling on the basis of the theory of graphs and analysis of networks in the system of technical improvement and technological upgrade of heat-power engineering objects, in order to increase the energy efficiency of energy consuming equipment, to reduce the rate of energy losses in supply networks, to minimize specific costs per one unit of generated energy and to raise the efficiency of final energy consumption is significant on a practical level and requires amplification. The article is devoted to the systematization of the economic and mathematical tools that allow to determine the reserves of time, rationally and balancedly allocate resources within a complex of interrelated works. In today's realities of development of new information and communication technologies, which form the informational society and, in particular, the informational economy, with modeling as their intellectual core, during the planning of projects with the use of computer technologies, together with the network models and methods, the most relevant way is the statement of a problem in the form of a „node-work” model. Management of the process of upgrading boiler stations and heating networks through the application of network methods, in particular, determination of admissible delays as a time reserve for further coordination of project implementation, will help managers to establish the sequence and timing as for the use of limited resources throughout the entire period of project implementation, to conduct dynamic regulation of timing for the beginning of each work, to optimize rational allocation of project funds and materials due to the criterion of reducing duration of the whole project, to perform an analysis of trade-off relationships between the costs and timing of various works, with regard to the available time reserve. The proposed approach can be used by state authorities, business entities and investment companies in the process of development of measures to increase the energy efficiency rate at the macro-, meso- and microeconomic levels, which will involve intensification of innovation activities, more complete implementation of social and economic potential of business entities and local communities.

Key words: energy efficiency, network model, methods and models of project management, time reserve, heat supply.

Постановка проблеми. Реалізація плану дій з енергоефективності, стимулювання зменшення споживання енергії, створення прозорих та конкурентних умов для залучення інвестицій у галузь, у підвищення енергоефективності об'єктів державної та комунальної власності є одним із завдань діяльності Кабінету Міністрів України, визначених Програмою [1]. Проте чинний порядок призначення регулятором тарифів на теплову енергію за принципом «від витрат» істотно знижує зацікавленість у реальному підвищенні ефективності системи центрального тепlopостачання [2]. Чинна практика обчислення тарифів на теплову енергію на стадії її відпуску в мережу приводить до відсутності фінансових стимулів до реконструкції тепломереж, що зумовлює низькі темпи їх відновлення. Українці вимушені платити за теплову енергію, 45% якої реально не отримують через її втрату під час транспортування. Фактично нікого не цікавить, якої якості (температури) теплоносій отримують споживачі – все вже оплачено.

Адаптація наявних у теорії планування та управління мережами економіко-математичних моделей та методів критичного шляху (critical path method, CPM), оцінки і перегляду планів (Program Evaluation and Review Technique, PERT) та прийняття рішень щодо стохастичних GERT-мереж (Graphical Evaluation and Review Technique) дасть змогу підвищити ефективність планування виконання істотних за обсягами, вартістю і часом робіт, управління проектами із заміни та/або модернізації пунктів генерування і мереж транспортування пару, гарячої води та кондиційованого повітря. Йдеться про велику кількість взаємопов'язаних робіт, що повинні виконуватись у суворій технологічній послідовності, потребують встановлення термінів і контролю з метою досягнення певної цілі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосуванню методу планування та управління мережами в різних видах економічної діяльності присвячені наукові праці П.П. Лазановсько-го [3], Я. Сибаль, І. Іваницького, З. Кадюка [4], В.В. Сохань [5], О.Г. Тімінського [6] та інших дослідників.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значну кількість наукових праць та поширення інтересу до означеної проблематики, завдання моделювання на базі теорії графів і аналізу мереж системи технічної модернізації і технологічного оновлення об'єктів теплоенергетики з метою підвищення енергетичної ефективності енергоспоживаючого обладнання, зниження рівня витрат енергоресурсів у мережах постачання, зниження питомих витрат на одиницю виробленої продукції (генерованої одиниці енергії) та підвищення ефективності кінцевого енергоспоживання є практично значущим і потребує розроблення.

Постановка завдання. Головною метою цієї роботи є систематизація економіко-

математичного інструментарію, за допомогою якого можна визначити резерви часу, раціонально і збалансовано розподіляти як трудові й матеріальні, так і фінансові ресурси між комплексом взаємопов'язаних робіт.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час застосування мережових методів мінімальна тривалість проекту визначається послідовністю робіт, що утворюють найдовший (так званий критичний) шлях через мережу, а роботи, які його утворюють, називаються критичними роботами, і будь-яке збільшення їхньої тривалості чи затримка виконання спричинюють збільшення часу реалізації проекту загалом. Наявність резерву часу надаватиме певну свободу розподілу ресурсів.

У сучасних реаліях стрімкого розвитку нових інформаційно-комунікаційних технологій, які формують інформаційне суспільство та, зокрема, інформаційну економіку, інтелектуальним ядром яких є моделювання [7], під час планування проектів із використанням комп'ютерної техніки та мережових моделей і методів більш актуальною є постановка завдання у вигляді моделі «вузол-робота», головною відмінністю якої від моделі «вузол-подія» є те, що поняття події не вводиться, у мережі роботи позначаються вузлами, а дуги тільки відображають відношення першочерговості, тобто час витрачається у вузлах, а не в дугах. Побудова мережі не є складною за рахунок введення лише двох умовних робіт, кожна з яких має нульову тривалість: перша з них означає «початок», передує усім іншим роботам, а друга – «закінчення» – слідує після завершення всіх робіт. У математичній моделі немає необхідності використовувати позначення з подвійними підрядковими індексами, як у разі позначення роботи дугою, бо всі роботи однозначно пов'язані з одним певним вузлом, досить одного індексу [8, с. 309–313].

Реалізація наявних у теорії планування та управління мережами економіко-математичних моделей резервів часу, систематизованих у [9], може здійснюватися з використанням програмних продуктів, порівняльна характеристика функціональних можливостей яких здійснена в табл. 1, а також у MS Excel.

Пропонований підхід може використовуватися в процесі розроблення органами державної влади та господарськими структурами, інвестиційними компаніями заходів щодо підвищення рівня енергоефективності на макро-, мезо- та мікроекономічному рівнях, які передбачатимуть активізацію інноваційних процесів, більш повну реалізацію соціального та економічного потенціалу суб'єктів господарської діяльності та місцевих громад.

Висновки. Управління процесом модернізації котелень і тепломереж за допомогою мережових методів, зокрема визначення допустимих затримок – резерву часу для подальшої координації здійснення проекту, допомагатиме менеджерам

Таблиця 1

Системи управління проектами і завданнями

Назва	Розробник	Офіційний сайт	Загальна характеристика
Microsoft Project	Microsoft Corp. (США)	http://www.microsoft.com/project	Є найпоширенішою в світі системою управління проектами, яку можна рекомендувати як для початкового рівня користувачів, так і для професіоналів. У багатьох західних компаніях MS Project розглядається як стандартний компонент Microsoft Office, і навіть рядові співробітники здатні використовувати його для планування робіт. Традиційно зрозумілий інтерфейс продуктів Microsoft і легкість у користуванні підкріплюється широкими властивостями побудови та розрахунку сітєвих графіків, діаграм Ганта, засобами планування часу та ресурсів тощо
Open Plan	Welcom Corp. (США); дистриб'ютор в Україні – компанія ЛАНІТ	http://www.projectmanagement.ru	Є системою планування і контролю великих проектів і програм. Основні відмінності системи – потужні засоби ресурсного і вартісного планування, ефективна організація багатокористувацької роботи та можливість створення відкритого, масштабованого рішення для всього підприємства. Open Plan постачається в двох варіантах: Professional і Desktop, кожен з яких відповідає різним потребам виконавців, менеджерів та інших учасників проекту. Є локалізована версія продукту
Primavera Project Planner	Primavera Systems, Inc. (США); дистриб'ютор в Росії – компанія ПМСОФТ (http://www.pmssoft.ru)	http://www.primavera.com	Застосовується для календарно-мережевого планування та управління з урахуванням потреб у матеріальних, трудових і фінансових ресурсах середніми та великими проектами у різноманітних галузях, хоча найбільшого поширення цей продукт набув у сфері керування будівельними та інженерними проектами
SureTrak Project Manager	Primavera Systems, Inc. (США); дистриб'ютор в Україні – компанія ПМСОФТ (http://www.pmssoft.ru)	http://www.primavera.com	SureTrak – спрощена система для управління проектами компанії Primavera Systems. Цей повністю русифікований продукт орієнтований на контроль виконання невеликих проектів та/або частин великих проектів. Може працювати як самостійно, так і спільно з Primavera Project Planner в корпоративній системі управління проектами
Spider Project	Spider Technologies Group (Росія)	project.ru	Система спроектована з урахуванням потреб, особливостей і пріоритетів російського ринку. Відрізняється потужними алгоритмами розподілу обмежених ресурсів і великою кількістю додаткових функцій. Spider Project постачається в двох варіантах: Professional і Desktop. Пакет Spider Project можна використовувати як безкоштовну ліцензійну версію, розраховану на 40 операцій
Project Expert	Про-Інвест Консалтинг (Росія)	http://www.pro-invest.com	Забезпечує побудову фінансової моделі підприємства, аналіз фінансової ефективності бізнес-проектів, розроблення стратегічного плану розвитку і підготовку бізнес-плану. Система рекомендована до використання держструктурами федерального і регіонального рівня як стандартний інструмент для розроблення планів розвитку підприємства
1С-Рарус: Управління проектами	1С-Рарус (Росія)		Російська розробка на платформі бухгалтерської системи «1С: Підприємство» версії 8.0. Призначена для планування, організації, координації і контролю проектних робіт і ресурсів. Типове рішення розроблене тільки засобами та методами програми «1С: Підприємство» і є додатком до компоненти «Бухгалтерський облік» програми «1С: Підприємство» версії 8.0. Управління проектами інтегрується з будь-якими конфігураціями, які використовують компоненту 1С «Бухгалтерський облік»

Джерело: складено на основі [10]

встановлювати послідовність і терміни використання обмежених ресурсів протягом усього періоду реалізації проекту, проводити динамічне регулювання термінів початку кожної роботи, здійснювати оптимальний розподіл засобів, від-

ведених на проект, за критерієм скорочення тривалості усього проекту, виконувати аналіз компромісних співвідношень між витратами і термінами виконання різноманітних робіт з урахуванням наявного резерву часу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. XII. Реформа енергетики та енергонезалежність // Програма діяльності Кабінету Міністрів України : Постанова Верховної Ради України від 14.04.2016 р. № 1099-VIII. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1099-19> (дата звернення: 05.04.2019).
2. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : Розпорядження Кабінету міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80> (дата звернення: 05.04.2019).
3. Лазановський П.П. Використання методу мережевого планування в операційному управлінні виробництвом книжково-журнальної продукції. Наукові записки. Економічні науки. 2016. № 2 (53). С. 205–212.
4. Сибаль Я., Іваницький І., Кадюк З. Сіткові методи планування та управління в оптимізації виробництва продукції. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія „Економіка АПК”. 2014. № 21 (1). С. 322–326.
5. Сохань В.В. Сіткові моделі оперативного управління проектами в дорожньому будівництві. Вісник Національного транспортного університету. Серія „Технічні науки”. Київ : НТУ, 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).
6. Тімінський О.Г. Алгоритм побудови календарно-сіткової моделі проекту з елементами проактивності. Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр. Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008. № 4 (28). С. 31–36.
7. Економіко-математичне моделювання : зб. мат. Першої нац. наук.-метод. конф., 30 вересня – 1 жовтня 2016 р. Київ : КНЕУ, 2016. 405 с.
8. Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей / пер. с англ. Е.Г. Коваленко, М.Г. Фуругяна ; под ред. Б.Г. Сушкова. Москва : Мир, 1984. 496 с.
9. Ющенко Н.Л. Математичні моделі визначення резерву часу для збалансованого розподілу трудових, матеріальних і фінансових ресурсів при модернізації комунальної теплоенергетики України. Науковий вісник Полісся. Чернігів : ЧНТУ, 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: 05.04.2019).
10. Ющенко Н.Л. Інформаційні технології, що реалізують моделі та методи аналізу в процесі прийняття рішень щодо ресурсів і витрат при модернізації теплоенергетики в Україні. Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС '2017 : тези доповідей Дванадцятої міжнародної наук.-практ. конф., м. Чернігів, 26-29 червня 2017 р.). Чернігів : ЧНТУ, 2017. С. 224–232.

REFERENCES:

1. XII. Reforma enerhetyky ta enerhonezalezhnist' [Energy reform and energy independence]. Prohrama diyal'nosti Kabinetu Ministriv Ukrayiny : Postanova Verkhovnoyi Rady Ukrayiny # 1099-VIII vid 14.04.2016 r. – Program of activity of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Resolution of the Verkhovna Rada of Ukraine № 1099-VIII dated 14.04.2016. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1099-19#n7>
2. Pro skhvalennya kontseptsiyi Enerhetychnoyi stratehiyi Ukrayiny na period do 2035 r. : Proekt Rozporyadzhennya Kabinetu minis-

- triv Ukrayiny [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/minu/gol/control/uk/publish/article.jsessionid=AD08EE061406F1E3F3605ABE4B949A3A.app1?art_id=245068707
3. Lazanovskyy P.P. (2016). Vykorystannya metodu merezhevoho planuvannya v operatsiynomu upravlinni vyrobnytstvom knyzhkovozhurnal'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).
4. Sybal' Ya., Ivanyts'kyy I. & Kadyuk Z. (2014). Sitkovi metody planuvannya ta upravlinnya v optymizatsiyi vyrobnytstva produktsiyi [Network methods of planning and management in production optimization]. Visnyk L'vivs'koho natsional'noho aharnoho universytetu. Seriya : Ekonomika APK – Visnyk of Lviv National Agrarian University. Series: Economy of agroindustrial complex, no. 21 (1), pp. 322–326 (in Ukrainian).
5. Sokhan' V.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
6. Timins'kyy O.H. (2008). Alhorytm pobudovy kalendarnosi'ovoyi modeli proektu z elementamy proaktyvnosti [Algorithm for constructing a calendar network model of the project with elements of proactivity]. Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnytstva: Zb. nauk. pr. – Project management and production development: Collection of scientific works, no. 4 (28), pp. 31–36 (in Ukrainian).
7. Ekonomiko-matematychne modelyuvannya: zb. mat. Pershoi nats. nauk.-metod. konf., 30 veresnya – 1 zhovtnya 2016 r. [Economic-mathematical modeling: a collection of materials of the First National Scientific and Methodological Conference, September 30 – October 1, 2016]. Kyiv : KNEU (in Ukrainian).
8. Fyllyps D. & Harsya-Dyas A. (1984). Metody` analiza setey [Network Analysis Methods] (Kovalenko E.H. & Furuhyana, M.H., trans; B. Sushkova, ed). Moscow : Peace (in Russian).
9. Yushchenko N.L. (2016). Matematychni modeli vyznachennya rezervu chasu dlya zbalansovanoho rozpodilu trudovykh, material'nykh i finansovykh resursiv pry modernizatsiyi komunal'noyi teploenerhetyky Ukrayiny [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 Polissya, 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-ukrayini.html>
10. Yushchenko, N.L. (2017). Informatsiyi tekhnolohiyi, shcho realizovuyut' modeli ta metody analizu v protsesi pryinyattya rishen' shchodo resursiv i vytrat pry modernizatsiyi teploenerhetyky v Ukrayini [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]. Matematychno ta imitatsiyne modelyuvannya system. MODS '2017: tezy dopovidey Dvanadtsyatoyi mizhnarodnoyi nauk.-prakt. konf. – Mathematical and simulation modeling of systems. MODS '2017: theses of the reports of the Twelfth International Science Pract. Conf. Chernihiv : ChNTU (in Ukrainian).