
ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

УДК 519.876.3:658.264

Н. Л. Ющенко, к. е. н., доцент

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВУ ЧАСУ ДЛЯ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗПОДІЛУ ТРУДОВИХ, МАТЕРІАЛЬНИХ І ФІНАНСОВИХ РЕСУРСІВ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Анотація. У зв'язку з необхідністю вирішення завдань енергозабезпечення (де головним є безперервність енергопостачання та надання якісної енергії й послуг), енергодоступності (за ціною та енергоощадністю) та енергоприйнятності (за мінімальним впливом на навколишнє середовище і пом'якшення змін клімату) у світлі проголошення світовою спільнотою енергетичної стратегії XXI століття, у статті ставиться мета адаптації ефективних методів аналізу для прийняття рішень щодо модернізації комунальної теплоенергетики в Україні і виконується систематизація та порівняльний аналіз існуючих у теорії планування та управління мережами математичних моделей визначення резерву часу, за допомогою яких можна раціонально і збалансовано розподіляти трудові, матеріальні і фінансові ресурси по кожному виду взаємопов'язаних робіт, виконання яких вимагає дотримання певної технологічної послідовності.

Ключові слова: мережеві моделі; метод критичного шляху; метод оцінки і перегляду планів; резерв часу; управління проектами.

Н. Л. Ющенко, к. э. н., доцент

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗЕРВА ВРЕМЕНИ С ЦЕЛЬЮ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ, МАТЕРИАЛЬНЫХ И ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ В ПРОЦЕССЕ МОДЕРНИЗАЦИИ КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В УКРАИНЕ

Аннотация. В связи с необходимостью решения задач энергообеспечения (когда главным является бесперебойность энергоснабжения и предоставление качественной энергии и услуг), энергодоступности (по цене и энергосбережению) и энергоприемлемости (по минимизации влияния на окружающую среду и изменения климата) в свете провозглашения мировым сообществом энергетической стратегии XXI века, в статье поставлена цель адаптировать эффективные методы анализа в процессе принятия решений относительно модернизации коммунальной теплоэнергетики в Украине и выполняется систематизация и сравнительный анализ существующих в теории планирования и управления сетями математических моделей расчета резерва времени, позволяющих рационально и сбалансировано распределять трудовые, материальные и финансовые ресурсы по каждому из видов взаимосвязанных работ, которые должны выполняться в определенной технологической последовательности.

Ключевые слова: сетевые модели; метод критического пути; метод оценки и просмотра планов; резерв времени; управление проектами.

N. L. Yushchenko, Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor**MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE RESERVES OF TIME TO BALANCE THE DISTRIBUTION OF LABOR, MATERIAL AND FINANCIAL RESOURCES IN THE MODERNIZATION OF MUNICIPAL POWER SYSTEM IN UKRAINE**

Abstract. Due to the need of managing the energy supply issues (when the main thing is the continuity of energy supply and the provision of high-quality energy and services), energy availability (in

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

price and energy saving) and the acceptability of energy (to minimize the impact on the environment and climate change) in the light of the energy strategy of the XXI century proclaimed by the world community, the objective of the paper is to adapt effective methods of analysis in the decision-making process concerning the modernization of municipal power system in Ukraine. Moreover a systematization and comparative analysis is made regarding the existing theories of planning and management of networks of mathematical models for calculating the reserve time to allow rational and balanced way to distribute labour, material and financial resources of each type of interrelated activities that must be performed in a certain technological sequence.

Keywords: *network models; critical path method; plans; evaluation and revision of the method; the time allowance; project management.*

Актуальність теми дослідження. Виробництво теплової енергії у безпосередній близькості до об'єктів її реалізації та неможливість її накопичення роблять теплоенергетику як галузь житлово-комунального господарства, у якій навіть короткострокове припинення енергопостачання з будь-яких причин може призвести до соціальної напруги чи непередбачуваних наслідків і яка має величезний потенціал енергозбереження, однією з визначальних у системі національної енергетичної безпеки України.

Забезпечення енергетичної безпеки і перехід до енергоефективного та енергоощадного використання та споживання енергоресурсів із впровадженням інноваційних технологій, модернізація інфраструктури паливно-енергетичного комплексу і провадження сучасного енергоефективного та екологічно ефективного обладнання та технологій для зменшення втрат паливно-енергетичних ресурсів Стратегією сталого розвитку „Україна – 2020” [1] за пріоритетністю визначені першочерговими у рамках реалізації реформи енергетики й програми енергоефективності за вектором розвитку та програм енергонезалежності й збереження навколишнього природного середовища за вектором безпеки.

Постановка проблеми. У зв'язку з цим важливим завданням сучасного менеджменту є розробка ефективних методів аналізу із застосуванням сучасних інформаційних технологій при прийнятті рішень щодо модернізації комунальної теплоенергетики в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Характерні для енергетики України монопольне становище централізованого теплопостачання, високий рівень зносу енергетичного устаткування та розподільчих мереж, низька надійність тепломереж і їх незадовільна теплоізоляція, що призводить до великих втрат тепла, суттєвих економічних збитків внаслідок частих аварій та значних обсягів ремонтних робіт, що приводить до значних перевитрат енергоносіїв, обумовили затвердження Кабінетом міністрів України Порядку розроблення регіональних програм модернізації систем теплопостачання [2], Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2016 роки [3], Програми модернізації систем теплопостачання на 2014-2015 роки [4], а також регіональних як, наприклад, [5; 6; 7] та міських [8; 9] програм проектування, будівництва і реконструкції у сфері теплопостачання з урахуванням запровадження енергозберігаючих технологій і принципу оптимального поєднання централізованих, помірно-централізованих, децентралізованих та автономних систем теплопостачання (відповідно до Закону [10]).

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. З метою оцінки капітальних вкладень потрібних, зокрема, для заміни теплових мереж, на практиці використовуються дані щодо протяжності трубопроводів, осередненої вартості труб різного діаметра і фасонних частин до них, встановлені за прайс-листами фірм-виробників, даними, наведеними в схемах розвитку окремих населених пунктів, науково-технічних публікаціях тощо. Кінцева вартість робіт з перекладання теплових мереж вдвічі перевищує сумарну вартість самих труб і їх укомплектування. Крім того, при встановленні економічного ефекту приймається до уваги вартість ремонтних робіт, що підприємство мало б виконувати протягом строку дії інвестиційного проекту в разі коли були б залишені старі трубопроводи без заміни (яка тісно пов'язана із середньою кількістю ремонтів на 1 км трас і з роками постійно зростає): за оцінками фахівців, витрати на проведення

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

ремонтних робіт старих труб протягом строку життя нового трубопроводу практично дорівнюють вартості будівельно-монтажних робіт з прокладання нового трубопроводу. Оцінюється також вплив зменшення викидів в системах теплопостачання за рахунок зниження споживання електроенергії та ін. нюанси, передбачені відповідними методиками.

Проте досі не розроблено науково обґрунтованої системи економіко-математичних моделей і методів підтримки прийняття рішень щодо модернізації комунальної теплоенергетики.

Постановка завдання. Головною метою цієї роботи є систематизація та порівняльний аналіз існуючих у теорії планування та управління мережами математичних моделей визначення резерву часу, за допомогою яких можна раціонально і збалансовано розподіляти як трудові й матеріальні, так і фінансові ресурси для кожного виду взаємопов'язаних робіт.

Виклад основного матеріалу. Регіональними програмами модернізації комунальної теплоенергетики, метою яких є суттєве зменшення обсягів споживання природного газу й інших традиційних видів палива та заміщення їх альтернативними видами, зниження енергоємності виробництва, впровадження енергоефективних технологій та обладнання; впровадження заходів з енергозбереження, сучасних енергозберігаючих та екологічно ефективних технологій, їх обліку, управління, контролю безпосередньо у споживачів; створення механізму економічного стимулювання споживачів до участі в процесі регулювання режимів мереж через впровадження ефективної системи тарифів на електричну та теплову енергію і воду, оптимізація енергоспоживання; підвищення ефективності і надійності функціонування комунальної енергетики шляхом реконструкції та модернізації як існуючого теплогенеруючого обладнання, так і магістральних та розподільчих мереж; реконструкція діючого та встановлення нового (на базі сучасних технологій) обладнання та приладів, індивідуальних теплових пунктів; зменшення обсягу шкідливих викидів і парникових газів у атмосферу та зниження екологічного навантаження на навколишнє природне середовище; впровадження широкої програми термосанації житлового фонду міст та перетворення житла на сучасне „розумне” житло [11] наряду з заміною та реконструкцією малоефективних котлів; встановленням нових ефективних пальників та утилізацією тепла викидів; реконструкцією центральних теплових пунктів та будівництвом індивідуальних теплових пунктів для кожного будинку; впровадженням когенераційних установок; встановленням утилізаторів тепла за котлами середньої потужності; впровадженням теплових насосів; впровадженням частотно-регулюючих електроприводів, а також іншими заходами по збільшенню ефективності систем теплопостачання міст України та зменшенню втрат палива передбачена і заміна зношених теплотрас.

Низька надійність теплотрас обумовлює великі втрати тепла, а через незадовільну якість теплоізоляції трубопроводів та розриви труб з витокami теплоносія маємо не тільки значні втрати теплоенергії, а й в умовах надзвичайно високого рівня централізації її генерації та транспортування зниження надійності теплопостачання споживачів.

Більшість теплотрас прокладено в непрохідних залізобетонних каналах з ізоляцією з мінеральної вати, яка часто пошкоджується з різних причин. Теплотраси не всюди захищені від проникнення ґрунтових й інших вод, які замочують теплоізоляцію, призводять до її пошкодження і, як наслідок, до корозії металу труб і появи свищів і розривів труб з витокami теплоносія. Теплопровідність пошкодженої та змоченої ізоляції надзвичайно висока.

За різними даними понад 80% замортизовано, а понад 40% теплових мереж перебувають у зношеному і аварійному стані. Втрати тепла через неякісну ізоляцію трубопроводів із витокami теплоносія при пошкодженні труб становлять до 20% від відпущеної теплової енергії проти 13%, які передбачені нормами.

Для підвищення ефективності планування зведення будівель і споруд, виконання істотних за обсягами, вартістю і часом ремонтних робіт, виготовлення великої одиниці продукції та управління іншими проектами, що складаються з великої кількості взаємопов'язаних робіт, які мають виконуватись у певній технологічній послідовності, потребують встановлення термінів і контролю з метою досягнення певної цілі, можуть використовуватись мережеві моделі і такі методи управління проектами як метод критичного шляху (МКП) або метод оцінки і перегляду планів (ПЕРТ) [12], що мають багато спільного, але розроблені незалежно один від одного,

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

хоч і майже одночасно – наприкінці 50-х років ХХ ст. (табл. 1). При застосуванні сітьових 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 їх тривалості чи затримка виконання спричинюють збільшення часу реалізації проекту у цілому.

Таблиця 1

Характеристика мережевих методів аналізу при управлінні ресурсами і витратами

Найменування методу	Розроблений	Застосування	Особливості методу	Можливості
МКП	Фірмою „Дюпон де Немур”	Переважно у будівельних проектах, коли існує досвід виконання аналогічних робіт	Побудований на припущенні, що час виконання роботи точно відомий, не враховує випадкові коливання тривалості робіт. Натомість передбачається, що тривалість роботи пропорційна кількості ресурсів, що виділяються, і що змінюючи обсяги ресурсів можна впливати на тривалість виконання робіт і строки завершення проекту	При використанні МКП на основі наявного досвіду реалізації аналогічних проектів встановлюються співвідношення між наявними ресурсами і тривалістю робіт, після чого оцінюються компромісні співвідношення між витратами і тривалістю проекту
ПЕРТ	У військово-морських силах США з метою прискорення створення човнової балістичної ракети „Поларис”, що вимагало координування робіт кількох тисяч приватних підрядників та урядових організацій, і дозволило з успіхом завершити проект на два роки раніше запланованого терміну	В науково-дослідних і випробувально-конструкторських проектах, у програмах розробки зброї в ВМС, ВПС і сухопутних військах США, в промисловості, в обслуговуючих організаціях	Враховується невизначеність часу, необхідного для виконання робіт	Метод дозволяє оцінити ймовірність завершення різних етапів проекту у встановлений термін, вирахувати очікувану тривалість проекту, визначити „вузькі” місця проекту, т.б. роботи, що з високою ймовірністю можуть викликати затримку часу завершення проекту, що дозволяє своєчасно вжити необхідних запобіжних заходів.

У багатьох випадках гроші, обладнання або персонал певної кваліфікації, необхідні для виконання певної роботи, повинні призначатися з урахуванням потреби інших видів робіт у цих ресурсах. Існуючі в теорії планування та управління мережами різноманітні показники резерву часу (рис. 1) дозволяють збалансовано розподіляти наявні (можливі) трудові, матеріальні та фінансові ресурси для кожної роботи.

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

		Строки завершення наступних робіт	
		Найбільш ранні	Найбільш пізні
Строки завершення попередніх робіт	Найбільш ранні можливі	Вільний резерв часу (FF_{ij}) – вимірює наявний час, що не впливатиме на виконання наступних робіт	Загальний (сумарний) резерв часу (TF_{ij})
	Найбільш пізні допустимі	Незалежний резерв часу (IF_{ij}) – показник можливого ступеня порушення зв'язку між роботами проекту та наявного часу за умови, що при виконанні попередніх робіт виникнуть найгірші з можливих обставин	Гарантований резерв часу (SF_{ij}) – допускає затримку тільки наступних робіт, але не всього проекту

Рис. 1. Систематизація чотирьох показників резерву часу при плануванні методом критичного шляху (модель „вузол-подія”) [13, с. 297-309].

$$TF_{ij} = LS_{ij} - ES_{ij}$$

або

$$TF_{ij} = LF_{ij} - EF_{ij},$$

де TF_{ij} – сумарний резерв часу для роботи (i, j) – максимальна тривалість затримки роботи (i, j) , що не викликає затримки реалізації усього проекту;

ES_{ij} – найбільш ранній можливий час початку роботи (i, j) за припущення, що всі попередні роботи будуть завершені якомога раніше (так як робота не може початися раніше за настання попередньої події, $ES_{ij} = T_i(E)$, де індекс i означає подію, що передує роботі (i, j));

EF_{ij} – найбільш ранній можливий час завершення роботи (i, j) :

$$EF_{ij} = T_i(E) + d_{ij} = ES_{ij} + d_{ij};$$

d_{ij} – тривалість роботи, що поєднує два вузли – i -тий та j -тий;

LF_{ij} – найбільш пізній допустимий час закінчення роботи (i, j) без затримки терміну виконання усього проекту (оскільки робота може бути завершена не пізніше найбільшого припустимого часу настання наступної події j , $LF_{ij} = T_j(L)$);

LS_{ij} – найбільш пізній допустимий термін початку роботи (i, j) :

$$LS_{ij} = LF_{ij} - d_{ij}.$$

$$S_i = T_i(L) - T_i(E),$$

S_i – резерв часу для i -тої події – максимальний час, на який можна затримати настання певної події без відповідної затримки строку завершення всього проекту. Якщо найбільш пізній допустимий і найбільш ранній можливий час настання події однакові ($S_i = 0$), затримка настання події неприпустима. Події (вузли) з нульовим резервом часу знаходяться на критичному шляху,

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

що являє собою взаємопов'язану послідовність робіт і подій – від початкової до заключної. Роботи, що з'єднують події, розміщені на критичному шляху, називаються критичними.

$$FF_{ij} = T_j(E) - EF_{ij},$$

тут FF_{ij} – вільний резерв часу – показник максимальної затримки роботи (i, j) , що не впливає на початок наступних робіт (припускається, що всі попередні роботи завершуються як можна швидше);

$T_j(E)$ – найбільш ранній можливий термін завершення усіх робіт, що підходять до j -го вузла (події), т. б. моменту початку однієї або більшої кількості робіт, $j = \overline{1; n}$ (n – число вузлів у мережі):

$$T_j(E) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } j = 1 \text{ (початковий вузол)}, \\ \max_{i < j} [T_i(E) + d_{ij}] & 2 \leq j \leq n, \end{cases}$$

де максимум береться по всіх роботах, що завершуються в j -му вузлі і виходять з будь-якого попереднього i -го вузла. Для мережі з n подіями, $j = \overline{1; n}$, розрахунок здійснюється доки не буде визначений найбільш ранній можливий строк настання завершальної n -ї події.

$$IF_{ij} = \max \begin{cases} 0, \\ T_j(E) - [T_i(L) + d_{ij}] \end{cases}$$

де IF_{ij} – незалежний резерв роботи (i, j) – максимальна тривалість затримки роботи (i, j) без затримки наступних робіт, коли всі попередні роботи закінчуються якомога із запізненням;

$T_i(L)$ – найбільш пізній термін завершення усіх робіт, що йдуть до i -го вузла:

$$T_i(L) = \begin{cases} T_n(E), & i = n, \\ \min_{j > i} [T_j(L) - d_{ij}] & 1 \leq i \leq n - 1, \end{cases}$$

мінімум береться по всіх j -х подіях, поєднаних з i -тою подією роботою (i, j) . Обчислення виконуються доки не буде встановлений найбільш пізній термін настання початкової події (подія 1).

$$SF_{ij} = LF_{ij} - [T_i(L) - d_{ij}]$$

або

$$SF_{ij} = T_j(L) - [T_i(L) + d_{ij}],$$

SF_{ij} – гарантований резерв часу – максимально можлива затримка роботи (i, j) , що не вплине на кінцевий термін завершення проекту, якщо попередні роботи виконуються із затримками.

При плануванні проектів з використанням комп'ютерної техніки більш актуальною є постановка завдання у вигляді моделі „вузол-робота”, що дає тотожний результат, але 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 спрощується за рахунок введення лише двох умов-

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

них робіт, кожна з яких має нульову тривалість: перша з них означає „початок”, передує усім іншим роботам, а друга – „закінчення” – слідує після усіх робіт. У математичній моделі немає необхідності використовувати позначення з подвійними підрядковими індексами, як у випадку позначення роботи дугою, бо всі роботи однозначно пов’язані з одним певним вузлом, достатньо одного індексу [13, с. 309-313]:

d_i – витрати часу на виконання i -тої роботи, $i = \overline{1; n}$;

$P_i = \{a \mid a \ll i\}$ – множина робіт, які виконуються безпосередньо до i -тої роботи (попередня множина робіт); символ „ \ll ” означає відношення безпосереднього передування (першочерговості), для прикладу, $i \ll j$ – i -та робота виконується безпосередньо перед j -тою роботою або j -та робота виконується безпосередньо за i -тою;

$S_i = \{a \mid i \ll a\}$ – множина робіт, що виконуються безпосередньо за i -тою роботою (наступна множина робіт);

ES_i – найбільш ранній можливий термін початку виконання i -тої роботи;

EF_i – найбільш ранній можливий термін завершення i -тої роботи;

LS_i – найбільш пізній допустимий строк початку i -тої роботи;

LF_i – найбільш пізній допустимий строк закінчення i -тої роботи;

T – плановий строк завершення проекту; потрібно $T \geq EF_{\text{закінчення}}$, зазвичай приймається $T = EF_{\text{закінчення}}$;

$ES_{\text{початок}} = EF_{\text{початок}} = 0$ – для умовної роботи „початок”;

$ES_i = \max_{X \in P_i} [EF_X]$ і $EF_i = ES_i + d_i$ – для всіх наступних робіт, причому обчислення виконуються від більш ранніх до більш пізніх робіт таким чином, щоб кожна робота була розглянута до її появи у безпосередньо передуючій множині іншої роботи;

$LF_{\text{закінчення}} = LS_{\text{закінчення}} = T$ – для умовної роботи „закінчення”;

$LF_i = \min_{X \in S_i} [LS_X]$ і $LS_i = LF_i - d_i$ – для всієї решти робіт, причому, як і в попередньому методі, рухаємось у зворотному напрямку, кожна робота розглядається до її появи у безпосередньо наступній множині іншої роботи.

Чотири показники резерву часу для кожної роботи розраховуються за допомогою наступних співвідношень:

$TF_i = LS_i - ES_i$ або $TF_i = LF_i - EF_i$ – сумарний резерв часу. Роботи з нульовим резервом часу знаходяться на критичному шляху;

$FF_i = \min_{X \in S_i} [ES_X - EF_i]$ – вільний резерв часу;

$IF_i = \max_{X \in S_i} \left\{ \begin{array}{l} 0, \\ \min_{X \in S_i} ES_X - \left[\max_{Z \in P_i} LF_Z + d_i \right] \end{array} \right.$ – незалежний резерв часу;

$SF_i = LF_i - \max_{Z \in P_i} [LF_Z + d_i]$ – гарантований резерв часу.

При використанні методу оцінки і перегляду планів (ПЕРТ) вводиться невизначеність у тривалість роботи. Для кожної роботи мережевої моделі проекту приймаються три оцінки тривалості виконання:

- 1) найбільш імовірний час виконання m – час виконання роботи за нормальних умов,
- 2) оптимістична оцінка часу a – мінімально необхідний час, коли все відбувається за планом,

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

3) песимістична оцінка часу b – максимальна тривалість виконання роботи за несприятливого перебігу подій (перебої у постачанні, нехватка матеріалів, робочої сили, механічні поломки тощо) за винятком незвичних тривалих затримок або катастроф.

Тривалість проекту T дорівнює сумарному часу виконання всіх робіт, що знаходяться на критичному шляху і є випадковими величинами. В системі ПЕРТ припускається, що тривалості усіх робіт незалежні і розподілені за одним законом. Переважно у системі ПЕРТ приймається бета-розподіл тривалості робіт [13, с. 313-317], де μ залежне від того, як близько знаходяться значення a і b до m , означає – середня тривалість (математичне очікування) кожної роботи:

$$\mu = \frac{a + 4 \cdot m + b}{6}.$$

Оскільки фактична тривалість може відрізнятись від середнього значення, необхідна оцінка відхилення (варіації):

$R = 6 \cdot \sigma$ – варіаційний розмах в унімодальних розподілах (з одним максимумом),

$\sigma = \frac{b-a}{6}$ – середнє квадратичне (стандартне) відхилення,

$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$ – дисперсія (середній квадрат відхилень) тривалості роботи.

Може бути також обчислена ймовірність завершення проекту до певного строку.

Завдання розподілу і використання ресурсів, скорочення термінів виконання окремих робіт для зменшення загальної тривалості проекту та визначення допустимих затримок – резерву часу для подальшої координації здійснення проекту, тісно пов'язані з принципами, покладеними в основу мережевих методів [14, с. 153-224], [15, с. 172-202], [16, с. 254-318], і це дозволяє менеджерам проекту встановлювати послідовність і терміни використання обмежених ресурсів протягом усього періоду реалізації проекту; проводити динамічне регулювання строків початку кожної роботи; здійснювати оптимальний розподіл засобів, відведених на проект, за критерієм скорочення тривалості усього проекту; виконувати аналіз компромісних співвідношень між витратами і термінами виконання різноманітних робіт з урахуванням наявного резерву часу.

Висновки. Управління проектами за допомогою економіко-математичного інструментарію методів оцінки і перегляду планів та критичного шляху надає можливості [13, с. 290-291]:

1) наперед планувати роботу над проектом и передбачати можливі джерела труднощів та затримки виконання його у строк;

2) планувати завершення робіт у потрібні терміни у відповідності з необхідною послідовністю виконання завдань з метою якнайшвидшої реалізації проекту;

3) координувати і контролювати виконання робіт для дотримання календарного графіку і завершення проекту в строк.

Застосування сучасних інформаційних технологій та мережевих моделей і методів, що дозволяють одночасно врахувати усі економічні та фізичні умови і знаходити найкращий варіант під час модернізації комунальної теплоенергетики, забезпечуватиме прийняття рішень на користь систем енергопостачання, які є найвигіднішими для забезпечення енергоспоживання з позицій безпеки, надійності (безперебійності), якості постачання енергії і надання енергетичних послуг, доступних за ціною та привабливих за екологічними наслідками.

Література

1. Стратегія сталого розвитку „Україна – 2020” : Указ Президента України № 5/2015 від 12.01.2015 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>.

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

2. Про затвердження Порядку розроблення регіональних програм модернізації систем теплопостачання : постанова Кабінету Міністрів України № 401 від 02.04.2009 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/401-2009-%D0%BF>.
3. Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2016 роки : постанова Кабінету Міністрів України № 243 від 01.03.2010 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/243-2010-%D0%BF>.
4. Про затвердження Програми модернізації систем теплопостачання на 2014-2015 роки : постанова Кабінету Міністрів України № 948 від 17.10.2013 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/948-2013-%D0%BF>.
5. Програма модернізації комунальної теплоенергетики Хмельницької області на 2010-2014 роки : Рішення Хмельницької обласної Ради №13-28/2010 від 26.05.2010 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : oblrada.km.ua/doc/rih28_13.rtf.
6. Регіональна програма модернізації систем теплопостачання Луганської області на 2012-2016 роки : Рішення обласної ради №14/28 від 17.08.2013 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://loga.gov.ua/oda/about/depart/zkh/zkh-ddp/zkh-modern/>.
7. Проект регіональної програми модернізації систем теплопостачання Тернопільської області на 2013-2015 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.oda.te.gov.ua/data/.../proekt_gkqos2015.doc.
8. Інвестиційна програма модернізації системи теплопостачання міста Моршина на 2011-2015 роки : Рішення Моршинської міської Ради Львівської області № 237 від 15.12.2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://morshyn-rada.gov.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=852.
9. Регіональна програма модернізації комунальної теплоенергетики та системи теплопостачання м. Києва на 2011-2015 роки : Рішення Київської міської Ради №1007/7243 від 29.12.2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://kmr.liqazakon.ua/SITE2/I_docki2.nsf/alldocWWW/76C87BCAF0FDAECC22579D000686ABB?OpenDocument.
10. Про теплопостачання : Закон України № 2633-IV від 02.06.2005 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2633-15>.
11. Ющенко, Н. Л. Досягнення нормативів якості життя, прийнятих у розвинених країнах, та досягнення орієнтирів раціонального споживання для всіх верств населення як один з пріоритетів трансформації політики у соціальній сфері з метою забезпечення сталого розвитку України / Н. Л. Ющенко, В. В. Кулик // Статистичне забезпечення управління сталим розвитком економіки та соціальної сфери : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернівці, 5 грудня 2015 року). – Чернівці : Черніг. нац. технол. ун-т, 2015. – С. 192-194.
12. Ющенко, Н. Л. Можливості застосування моделей і методів аналізу та оптимізації мережевих графіків при модернізації комунальної теплоенергетики в Україні / Ющенко Н. Л. // International Scientific-Practical Conference Modern Transformation of Economics and Management in the Era of Globalization : Conference Proceedings. January 29, 2016. - Klaipeda : Baltija Publishing. - P. 331-334.
13. Филлипс, Д. Методы анализа сетей / Д. Филлипс, А. Гарсиа-Диас ; пер. с англ. – М. : Мир, 1984. – 496 с.
14. Исследование операций : [в 2 т.] : пер. с англ. / под ред. Дж. Муудера, С. Элмраби. – М. : Мир, 1981. – Т. 1. – 712 с.
15. Сакович, В. А. Исследование операций (детерминированные методы и модели) : справочное пособие / В. А. Сакович. – Мн. : Выш. шк., 1984. – 256 с.
16. Фомин, Г. П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности : учебник / Г. П. Фомин. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 544 с.

References

1. Stratehiiia staloho rozvytku «Ukraine – 2020». Ukaz Prezidenta Ukrainy vid 12.01.2015 roku za № 5/2015 [Decree of the President of Ukraine (2015), "Sustainable Development Strategy: Ukraine - 2020"]. Retrieved from <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5/2015> [in Ukrainian].
2. Pro zatverdzhennia Poriadku rozroblennia rehionalnykh prohramm modernizatsii system teplopostachannia : Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy #401 vid 02.04.2009 r. ["On Approval of the Procedure for Development of Regional Programs on Heating Systems' Modernization" . Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine, from April 17 2009, № 401] Retrieved from: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/401-2009-%D0%BF> [in Ukrainian].
3. Pro zatverdzhennia Derzhavnoi tsilovoi ekonomichnoi prohramy enerhoefektyvnosti i rozvytku sfery vyrobnytstva enerhonosiiv z vidnovliuvanykh dzherel enerhii ta alternatyvnykh vydiv palyva na 2010-2016 roky : Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy # 243 vid 01.03.2010 r. [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the State target economic program of the energy efficiency and development of the sphere of production of energy carriers from renewable economic resources and alternative types of fuel for the years of 2010-2016" No 243, from the 1st of October, 2013.] Retrieved from: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/243-2010-%D0%BF> [in Ukrainian].
4. Pro zatverdzhennia Prohramy modernizatsii system teplopostachannia na 2014-2015 roky: Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy #948 vid 17.10.2013 r [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the modernization of heating systems for the years of 2014-2015: from the 17th of October, 2013, № 948] Retrieved from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/948-2013-%D0%BF> [in Ukrainian].
5. Prohrama modernizatsii komunalnoi teploenerhetyky Khmelnytskoi oblasti na 2010-2014 roky :Rishennia Khmelnytskoi oblasnoi rady #13-28/2010 vid 26.05.2010 r. [Khmelnytsky Regional Council resolution on the modernization program of municipal power of Khmelnytsky region for the years of 2010-2014: from May 26, 2010, № 13-28]. Retrieved from : oblrada.km.ua/doc/rih28_13.rtf [in Ukrainian].

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

6. Rehionalna prohramma modernizatsii system teplopostachannia Luhanskoi oblasti na 2012-2016 roky : Rishennia oblasnoi rady #14/28 vid 17.08.2013 r. [Regional Council resolution on the regional program of modernization of heating in Luhansk district for the years of 2012-2016: from August 17, 2013, № 14 / 28]. Retrieved from: <http://loga.gov.ua/oda/about/depart/zkh/zkh-ddp/zkh-modern/> [in Ukrainian].
7. Proekt rehionalnoi prohramy modernizatsii system teplopostachannia Ternopilskoi oblasti na 2013-2015 roky [The draft regional program of modernization of heating in Ternopil oblast for the years of 2013-2015]. Retrieved from: www.oda.te.gov.ua/data/.../proekt_gkgos2015.doc [in Ukrainian].
8. Investytsiina prohramma modernizatsii systemy teplopostachannia mista Morshyna na 2011-2015 roky : Rishennia Morshynskoi miskoi Rady Lvivskoi oblasti # 237 vid 15.12.2011 r. [The resolution of Morshynska city of Lviv region on the investment program of modernization of the heating system in Morshyn for the years of 2011-2015 : from December 15, 2011, № 237]. Retrieved from : http://morshyn-rada.gov.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=852 [in Ukrainian].
9. Rehionalna prohramma modernizatsii komunalnoi teploenerhetyky ta systemy teplopostachannia m. Kyieva na 2011-2015 roky : Rishennia Kyivskoi miskoi Rady #1007/7243 vid 29.12.2011 r. [Resolution of the Kyiv City Council on the regional program of modernization of municipal power and heat supply systems in Kyiv for years of 2011-2015: from December 29, 2011, № 1007/7243]. Retrieved from: http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/76C87BCAF0FDAECC22579D000686ABB?OpenDocument [in Ukrainian].
10. Pro teplopostachannia : Zakon Ukrainy # 2633-IV vid 02.06.2005 r. [The Law of Ukraine "On heat supply" from June 2, 2005, №2633-IV]. Retrieved from : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2633-15> [in Ukrainian].
11. Yushchenko, N. L., Kulyk, V. V. Dosiahnennia normatyviv yakosti zhyttia, pryiniatykh u rozvynenykh krainakh, ta dosiahnennia oriientyriv ratsionalnoho spozhyvannia dlia vsikh verstv naselennia yak odyn z prioritytetiv transformatsii polityky u sotsialnii sferi z metoiu zabezpechennia staloho rozvytku Ukrainy (2015). [Achieving the standards of quality of life, adopted in developed countries, and obtaining sustainable consumption targets for all segments of the population as one of the priorities of the transformation of social policy in order to ensure the sustainable development of Ukraine]. *Statystychnе zabezpechennia upravlinnia stalym rozvytkom ekonomiky ta sotsialnoi sfery : zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii – Statistical Support for sustainable management of economic and social spheres: Proceedings of the International Scientific Conference*. Chernihiv : Chernihiv National University of Technology (pp. 192-194) [in Ukrainian].
12. Yushchenko, N. L. (2016). Mozhyvosti zastosuvannia modelei i metodiv analizu ta optymizatsii merezhevykh hrafikov pry modernizatsii komunalnoi teploenerhetyky v Ukraini [Possibilities of implementing the models and methods of analysis and optimization of network schedules for modernization of municipal power system in Ukraine]. *International Scientific-Practical Conference Modern Transformation of Economics and Management in the Era of Globalization: Conference Proceedings*. Klai-peda : Baltia Publishing. (pp. 331-334.) [in Ukrainian].
13. Filips, D., Garsiia-Diias, A. (1984). (Russian edition). Metody analiza setei [Ways of network analysis]. Moscow : Mir. [in Russian].
14. Moudar, Dzh., Elmagrab, S. (1981). Issledovaniie operatsii [Operations research]. (Russian edition). Moscow : Mir. [in Russian].
15. Sakovich, V. A. (1984). Issledovaniie operatsii: determinirovannyye metody i modeli [Operations research: deterministic methods and models]. Minsk [in Russian].
16. Fomin, G. P. (2001). Matematicheskie metody i modeli v komercheskoi deiatelnosti [Mathematical methods and models in commercial activities]. Moscow : Finance and Statistics [in Russian].

Надійшла 25.04.2016