



ФОРМУВАННЯ ВИТРАТНОЇ ТА ПРИБУТКОВОЇ СКЛАДОВИХ НА ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ В АСУ «ТАРИФ»

П.І.Анпілогов^а, Л.В.Науменко^б

^аКиївський національний університет будівництва і архітектури

^бВАТ «Акціонерна компанія «Київводоканал»

E-mail: panpi@rambler.ru

Отримана 30 серпня 2007, прийнята 17 вересня 2007

Анотація. Розглянуто принципи побудови економіко-математичної моделі управління системою водопостачання та водовідведення міста, які базуються на моделюванні відповідних технологічних процесів. Застосовано об'єктно-орієнтовану інформаційно-графічну модель інженерних мереж водопостачання, водовідведення та їх енергозабезпечення. Комплексне моделювання інженерних мереж відбувається шляхом побудови відображення моделі відповідної інженерної мережі на модель її енергозабезпечення. Загальним критерієм ефективності управління матеріальними та фінансовими ресурсами використовується мінімізація змінних витрат на організацію технологічних процесів, які є складовою тарифу на послуги з водопостачання та водовідведення. Така модель формує мінімальні змінні витрати на кожний момент часу і дає можливість динамічно змінювати тариф майже в режимі реального часу. Розроблена математична модель дилеми регулювання природної монополії. Ця модель узагальнює як модель із застосуванням суспільно-оптимальної ціни, так і модель на основі справедливого прибутку. Цю модель запропоновано використовувати в АСУ «ТАРИФ».

Ключові слова: тариф, дилема регулювання, водопостачання, природна монополія.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАТРАТНОЙ И ПРИБЫЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ НА ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ОТВОД ВОДЫ В АСУ «ТАРИФ».

П.И.Анпилогов^а, Л.В.Науменко^б

^аКиевский национальный университет строительства и архитектуры

^бОАО «Акционерная компания «Киевводоканал»

E-mail: panpi@rambler.ru

Получена 30 августа 2007, принята 17 сентября 2007

Аннотация. Рассмотрены принципы построения экономико-математических моделей управления системой водопровода и канализации города, которые базируются на моделировании соответствующих технологических процессов. Применяется объектно – ориентированная информационно-графическая модель инженерных сетей обеспечения водой, водоотвода и их энергообеспечения. Комплексное моделирование инженерных сетей осуществляется путем построения отображения модели соответствующей инженерной сети на модель ее энергообеспечения. Общим критерием эффективности управления материальными и финансовыми ресурсами используется минимизация переменных издержек на обеспечение технологических процессов, которые являются составной частью тарифа на услуги по обеспечению водой и канализацией. Такая модель формирует минимальные переменные затраты в каждый момент времени и предоставляет возможность динамически изменять тариф практически в режиме реального времени. Разработана математическая модель дилеммы регулирования естественной монополии. Эта модель обобщает как модель с использованием общественно-оптимальной цены, так и модель на основе справедливой прибыли. Ее предложено использовать в АСУ «ТАРИФ».

Ключевые слова: тариф, дилемма регулирования, водоснабжение, естественная монополия.

SPENDING AND PROFITABLE COMPONENTS OF WATER SUPPLY AND WATER DRAINAGE IN THE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM "TARIFF"

P.I.Anpilogov^a, L.V.Naumenko^b

^a Kiev National University of Construction and Architecture

^bPublic Corporation «Joint-Stock Company «Kyivvodokanal»

E-mail: panpi@rambler.ru

Received 30 August 2007, accepted 17 September 2007

Abstract. There are considered the construction principles of economic–mathematical models of controlling a city water–supply system and sewerage based on designing the corresponding technological processes. An object–oriented information–graphic model of the networks of water supply, sewerage system, and their power supply is applied. A complex designing of the networks is done by mapping a model of a corresponding network on the model of its power supply. A common criterion of the efficient material and financial resources management is a minimization of variable costs predetermined to support technological processes which are an integral part of the services rate on water supply and sewerage. Such a model makes minimal variable costs at every moment of time and gives an opportunity to dynamically change the rate on a real-time basis. There has been developed a dilemma mathematical model of controlling a natural monopoly. This model generalizes both the model with the use of the public–optimum price and the model based on a fair profit. It is offered for using in the management information system «TARIFF».

Keywords: rate, dilemma of controlling, water supply, natural monopoly.

Вступ

Одним із принципів загальнодержавної програми реформування і розвитку житлово–комунального господарства на 2004–2010 роки є забезпечення ефективності використання грошових, людських та матеріальних ресурсів виробниками/виконавцями та споживачами житлово–комунальних послуг. Впровадження цього принципу повинно базуватися на пріоритетності інноваційного розвитку в життєзабезпеченні населених пунктів, сприянні науково – технічному прогресу у сфері житлово – комунального господарства. Першочерговим напрямком здійснення цієї програми є організація ефективного управління у сфері виробництва і надання житлово–комунальних послуг [1].

Невід’ємною складовою таких систем, як енергозабезпечення, водопостачання та водовідведення міста є система управління відповідними інженерними мережами. Саме від ефективності функціонування інженерної мережі залежить якість послуг і відповідність тарифів.

На цей час існує тенденція щодо створення Автоматизованої системи управління структурою тарифів (АСУ «ТАРИФ»), яка призначена для забезпечення інформаційно–аналітичної підтримки управлінської діяльності керівників та фахівців апарату, виробничої діяльності

спеціалістів, з метою впливу на виробництво для упорядкування тарифів [2–4,6]. З одного боку, АСУ «ТАРИФ» надає можливість вирішувати задачі збору, накопичення, обробки, зберігання та передачі достовірної інформації про технологічні процеси, а з іншого, підвищує ефективність роботи з контрагентами і споживачами. Ведення об’єктно–орієнтованої бази даних інформаційно–графічних моделей (ІГМ), яка фіксує стан технологічного процесу в інженерних мережах, надає можливість здійснювати контроль за використанням (відпуску) продукції та послуг та їх якості, що є предметом діяльності підприємства.

База даних ІГМ забезпечує організацію єдиного обліку сил та засобів виробничих процесів, облік фізичних та юридичних осіб (підприємств, установ та організацій), яким надаються послуги із водопостачання та водовідведення.

Критерієм ефективності управління матеріальними та фінансовими ресурсами має бути мінімізація змінних витрат на організацію технологічних процесів водопостачання і водовідведення.

Мета і постановка задачі

Метою цієї статті є побудова економіко–математичної моделі управління системою водопостачання та водовідведення населеного пункту,

для використання в АСУ «ТАРИФ». Побудова такої моделі базується на моделюванні відповідних технологічних процесів засобами ІГМ, шляхом припису їм фінансово-економічних властивостей і їх обчислення у відповідності з вибраним критерієм.

1. Формування оптимальної витратної складової тарифу на базі комплексного моделювання технологічних процесів водопостачання і водовідведення.

Модель елементів інженерної мережі можливо представляти як сукупність однотипних елементів (ієрархічно структурованих), поліморфних, інкапсульованих об'єктів, що відповідає основним принципам об'єктно-орієнтованого програмування [2,3,5]. Формально кожний об'єкт ϖ є замкнута модель:

$$\varpi = \{P, E, M\}, \text{ де} \quad (1.1)$$

P – множина функціонально визначених властивостей, E – множина внутрішніх та зовнішніх реакцій (подій), M – функціональних методів, які застосовуються до P при реакціях з множини E .

Розглянемо застосування моделей вигляду 1.1. для обчислення витратної складової тарифу на водопостачання і водовідведення.

Вочевидь, що якісне та надійне функціонування інженерних мереж водопостачання та водовідведення залежить від відповідного рівня енергозабезпечення, тому значну частину експлуатаційних витрат складає споживання електричної енергії. Процеси водопостачання та водовідведення у загальному розумінні є процесами трансформації електричної енергії електромеханічними засобами відповідних мереж.

З формальної точки зору, комплексне моделювання інженерних мереж – це побудова наступних відображень:

$$\Omega_B \xrightarrow{\Psi_{BE}} \Omega_E, \quad (1.2)$$

$$\Omega_K \xrightarrow{\Psi_{KE}} \Omega_E, \quad (1.3)$$

де $\Omega_B, \Omega_K, \Omega_E$ – множини об'єктів моделі водопровідної, каналізаційної мереж та мережі енергозабезпечення, Ψ_{AA}, Ψ_{KE} – функціональні відображення відповідних моделей.

Побудова відображень моделей Ψ_{AA} і Ψ_{KE} є основою для комплексного моделювання мереж водопостачання, водовідведення та енергозабезпечення міста.

Згідно з економічною теорією [7] у короткотерміновий період часу загальні витрати складаються з постійних та змінних витрат за надання послуг з водопостачання та водовідведення.

Позначимо через $R(\Omega)$ змінні витрати матеріальних та фінансових ресурсів, які пов'язані з експлуатацією мережі Ω , $B(\Omega)$ – постійні витрати на управління мережею. Тоді з урахуванням 1.3 загальні витрати на експлуатацію мережі водопостачання можливо представити функцією:

$$C_{\hat{A}}(\Omega_{\hat{A}}, \Omega_A, \Psi_{\hat{A}\hat{A}}) = R(\Omega_{\hat{A}}) + C(\Psi_{\hat{A}\hat{A}}) + B(\Omega_{\hat{A}}), \quad (1.4)$$

де $C(\Psi_{\hat{A}\hat{A}})$ – функція змінних витрат від деякого варіанту відображення моделі водопостачання на модель енергозабезпечення $\Psi_{\hat{A}\hat{A}}$.

Значення $\tilde{N}_{\hat{A}}$ є сумою загальних витрат за надання послуг з водопостачання і, відповідно, затратною складовою тарифу на водопостачання у короткотерміновий період часу.

Аналогічно для водовідведення:

$$C_{\hat{E}}(\Omega_{\hat{E}}, \Omega_A, \Psi_{\hat{E}\hat{A}}) = R(\Omega_{\hat{E}}) + C(\Psi_{\hat{E}\hat{A}}) + B(\Omega_{\hat{E}}). \quad (1.5)$$

Загальна складова тарифу на водопостачання та водовідведення з урахуванням витрат на експлуатацію мережі енергозабезпечення:

$$C(\Omega_{\hat{A}}, \Omega_{\hat{E}}, \Omega_A, \Psi_{\hat{A}\hat{A}}, \Psi_{\hat{E}\hat{A}}) = C_{\hat{A}}(\Omega_{\hat{A}}, \Omega_A, \Psi_{\hat{A}\hat{A}}) + C_{\hat{E}}(\Omega_{\hat{E}}, \Omega_A, \Psi_{\hat{E}\hat{A}}) + R(\Omega_{\hat{A}}) + B(\Omega_{\hat{A}}), \quad (1.6)$$

де $R(\Omega_{\hat{A}})$ – змінні витрати матеріальних та фінансових ресурсів, а $B(\Omega_{\hat{A}})$ – постійні витрати на управління для енергетичної мережі $\Omega_{\hat{A}}$.

Метою функціонування системи водопостачання та водовідведення є вибір таких структур моделей мереж водопостачання, водовідведення та побудова таких їх відображень на енергетичну модель, що вираз 1.5 досягає мінімуму:

$$C(\Omega_{\hat{A}}, \Omega_{\hat{E}}, \Omega_A, \Psi_{\hat{A}\hat{A}}, \Psi_{\hat{E}\hat{A}}) \rightarrow \min \quad (1.7)$$

Досягнення мети 1.6 створює необхідні умови для формування оптимальної структури тарифів на водопостачання та водовідведення.

Враховуючи, що у кожного об'єкта ϖ з множини об'єктів ІГМ функціональні властивості якого змінюються у часі, можливо записати:

$$\varpi(t_0) \in \Omega(t_0), \quad (1.8)$$

де $\omega(t_0)$ – об'єкт з властивостями на момент часу t_0 .

Тоді 1.6 доповнюється ще одним суттєвим параметром, який відображає стан моделі у часі:

$$C(t) = C\left(\Omega_A(t), \Omega(t)_{\dot{E}}, \Psi_{AA}(t), \Psi_{EA}(t)\right) \rightarrow \min, \quad (1.9)$$

Таким чином, модель 1.8 формує мінімальні змінні витрати на кожний момент часу t і дає можливість **динамічно змінювати тариф** майже в режимі реального часу. Це відповідає принципам побудови T-factory моделей [8]. Практично зміну тарифу можливо здійснювати за деякий відрізок часу Δt (місяць, квартал тощо) шляхом знаходження інтегрального середнього значення загальних витрат $C(t)$ за інтервал часу Δt :

$$C_{cp} = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_0}^{t_0+\Delta t} C(t) dt \quad (1.10)$$

2. Облік прибуткової складової тарифу. Розрахунок із споживачами.

Комунальні підприємства, які надають послуги із водопостачання та водовідведення міста, є природними монополістами. Тому для таких підприємств існує дилема регулювання, яка полягає у порівнянні суспільно-оптимальної ціни та ціни, яка забезпечує справедливий прибуток [7]. Суспільно – оптимальна ціна відповідає граничним витратам. Впровадження її в якості тарифу (вираз 1.10) призводить до оптимального розподілу ресурсів, але при цьому можна нанести такі збитки підприємству, які можуть привести до його банкрутства. У випадку застосування в якості тарифу суспільно – оптимальної ціни необхідно вдосконалення організації роботи із споживачами послуг.

Включення засобів обліку спожитого продукту в модель інженерної мережі в якості об'єктів ІГМ надає можливість на рівні АСУ ТП організувати збір первинної інформації для системи роботи із споживачами [2,3].

Така організація роботи зі споживачами систем водопостачання та водовідведення надає можливість у напівавтоматичному режимі здійснювати:

- облік послуг, наданих абонентам;
- виставлення рахунків до оплати за надані послуги;

- облік оплати рахунків;
- облік розрахунків з дебіторами;
- моніторинг стану дебіторської та кредиторської заборгованості;
- контроль за станом водомірного господарства;
- економічний аналіз тарифних доходів та заборгованостей.

Тариф, який запроваджується на основі справедливого прибутку, дозволяє підприємству беззбитково надавати послуги з водопостачання та водовідведення, але при цьому складається ситуація, в якій розподілення ресурсів є неефективним [7].

Припустимо, що формується дохід на об'єкті $\varpi - d(\varpi(t))$ в кожний момент часу t . Загальний дохід від наданих послуг складає у момент часу t :

$$D(t) = \sum_{\varpi \in \Omega_{i\ddot{a}\ddot{e}}} d(\varpi(t)), \quad (2.1)$$

де $\Omega_{i\ddot{a}\ddot{e}}$ – множина об'єктів ІГМ-приладів обліку.

Тоді з урахуванням 1.9 загальний прибуток у момент t :

$$P(t) = D(t) - C(t), \quad (2.2)$$

або у середньому за деякий час Δt :

$$P_{\ddot{n}\ddot{o}} = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_0}^{t_0+\Delta t} (D(t) - C(t)) dt \quad (2.3)$$

Розглянемо математичну модель дилеми регулювання тарифу. Так, якщо задати норму прибутку на одиницю витрат N , то тариф буде:

$$T_{\ddot{n}\ddot{o}} = C_{\ddot{n}\ddot{o}}(1 + N) \quad (2.4)$$

У випадку, коли $N = 0$ ми отримуємо модель із застосуванням суспільно – оптимальної ціни. При $N \geq 0$ впроваджується модель на основі справедливого прибутку.

Таким чином, вираз 2.4 узагальнює обидві моделі і є математичною моделлю дилеми регулювання тарифу. На цей час вибір значення N є політичною проблемою і розглядається в теорії регулювання в інтересах суспільства, яка передбачає можливість забезпечити споживачів якісним обслуговуванням за доступними тарифами.

Висновки

Побудова економіко–математичної моделі управління системою водопостачання та водовідведення населеного пункту, яка базується

на моделюванні технологічних процесів, надає можливість точно визначати змінні витрати і, відповідно, загальні витрати. Це призводить до розробки математичної моделі дилеми регулювання для природних монополістів, яка може бути використана в АСУ «ТАРИФ».

Література

1. Загальнодержавна програма реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004 – 2010 роки. Затверджено Законом України від 24 червня 2004 року N 1869-IV.
2. Антілогов П.І., Михайленко В.М., Кириченко С.Д. Принципи створення автоматизованих систем управління тарифом для територіально-розподілених комунальних підприємств міста (на прикладі систем водопостачання та водовідведення)/Проблеми інформаційних технологій. – 1. – Херсон: ХНТУ. – 2007. – С.150-155.
3. Антілогов П.І., Михайленко В.М., Кириченко С.Д., Антілогов А.П. Принципы создания автоматизированных систем управления тарифом для сетей водоснабжения и отвода воды// Восточно-европейский журнал передовых технологий.–2. – Харьков: Технологический центр. – 2007. – С. 7-11.
4. Антілогов П.І., Антілогов А.П., Кириченко С.Д., Калужний А.Н. Про деякі особливості застосування інформаційних технологій для обліку забезпечення гарячою водою в АСУ «Тариф» // Том 3: Матеріали УШ міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2007». -Т.3. -К.:НАУ, 2007. – с. 44.20-44.23.
5. Антілогов П.І., Антілогов А.П., Цюцюра С.В., Цяток С.Є. Об'єктно-орієнтований підхід до моделювання організаційно-технологічних схем проведення планових ремонтних робіт на інженерних мережах міста // Всеукраїнський збірник наукових праць; Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини.– №68. – Київ: КНУСА. – 2006. – С. 77-80.
6. Литвиненко Л. Створення експериментальної мережі обліку параметрів водопостачання та водовідведення // Громадсько-політичний щомісячник: Столичний вісник. – №12. – Київ: ПП «Д.О.П.– 97». – С. 13-15.
7. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономические принципы, проблемы и политика. Пер. с англ. 11-го изд. – К., Хагар-Демос: «Бунчук» и ООО «Харгар». - 1993. – 785с.
8. Анзимиров Л. В., Медведев С. Р., Айзин В.С. Структура и основные функции Trace Mode 6 и T-Factory 6// Промышленные АСУ и контроллеры.- НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ, 2003. – №8.

Антілогов Павло Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проблеми автоматизації технологічних процесів в інженерних мережах, ГІС–технології, теорія мов програмування.

Науменко Людмила Вячеславівна – начальник відділу ВАТ«Акціонерна компанія «Київводоканал», Здобувач вченого ступеню кандидата економічних наук. Наукові інтереси: економіка житлово-комунального господарства, теорія регулювання в інтересах суспільства.

Антилогов Павел Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: проблемы автоматизации технологических процессов в инженерных сетях, ГИС–технологии, теория языков программирования

Науменко Людмила Вячеславовна – начальник отдела ОАО «Акционерная компания «Киевводоканал», соискатель ученого звания кандидата экономических наук. Научные интересы: экономика жилищно-коммунального хозяйства, теория регулирования в интересах общества.

Antilogov Paul – Ph.D. (Eng.), an Associated Professor of the department of applied mathematics of Kiev National University of Civil Engineering and Architecture, the faculty of automation of information technologies. Scientific interests: problems of automation of technological processes in engineering networks, GIS-technologies, the programming languages theory.

Naumenko Lyudmyla – chief of the department of the public corporation «Joint-Stock Company «Kyivvodokanal», an applicant for the academic degree of the economic sciences candidate. Scientific interests: housing and communal economy, the control theory in the society interests.

