

**Давиденко Н. В., к.т.н., Куницький С. О., к.т.н., Давиденко В. А., к.т.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Давиденко Л. В., д.т.н., доцент** (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)

### **ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВКЛАДУ ГОДИННИХ ВИТРАТ ВОДИ З МЕРЕЖІ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД У КОНФІГУРАЦІЮ ДОБОВОГО ГРАФІКА ВОДОПОДАЧІ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ДРУГОГО ПІДЙОМУ**

Запропоновано принципи формалізованого опису графіка добової водоподачі насосної станції другого підйому. Обґрунтовано доцільність застосування методу головних компонент для дослідження тенденцій циклічної зміни добової витрати води з мережі водопостачання та виявлення домінуючих складових її добового графіка. У результаті аналізу добових графіків витрати води побудовано рівняння складових добової витрати води для різних періодів доби. Побудовані рівняння є основою формування інформаційного ознакового простору опису добової витрати води для оптимізації режиму роботи насосної станції водоподачі з урахуванням добового циклу водоспоживання населеного пункту.

**Ключові слова:** добовий графік витрати води; метод головних компонент; складові добової витрати води.

**Вступ.** Енергоефективність та енергозбереження є одними із сучасних пріоритетів в глобальному, національному та регіональному вимірах. Забезпечення енергоефективності як способу зменшення попиту на енергію є одним з напрямків стимулювання економічного зростання та зниження енергоємності продукції. Особливо актуальною проблема підвищення енергоефективності є для водопровідного господарства, що є підсистемою кінцевого енергоспоживання, де частка електроспоживання згідно [1] складає близько 4% від загального електроспоживання в Україні. Витрати енергоресурсів на одиницю виготовленої продукції та наданих комунальних послуг у 1,5÷2 рази перевищують зарубіжні показники [1]. Дослідження енергоефективності об'єктів системи централізованого водопостачання та виявлення шляхів зниження об'ємів енергоспоживання у поєд-

нанні із забезпеченням ефективного режиму водоподачі відповідно до потреби споживачів у питній воді сприяє не лише зниженню попиту на енергію, а й досягненню інших цілей сталого розвитку.

**Аналіз останніх досліджень.** Важливою складовою підвищення ефективності кінцевого енергоспоживання в системах централізованого водопостачання (СЦВ) міст є завдання оперативного управління підсистемами за фактом підтримки ефективних і оптимальних режимів, що дозволяють забезпечити економію електроенергії та води, а також задачі розпізнавання позаштатних режимів і аварійних ситуацій [2]. Важливим елементом управління водопостачанням є встановлення оптимальних експлуатаційних режимів по кожному об'єкту СЦВ. В процесі експлуатації СЦВ, що має складну територіальну структуру, піддається впливу багатьох факторів.

Для систем міського водопостачання домінуючу роль відіграє господарсько-питне водоспоживання, яке характеризується нерівномірністю і формується під впливом багатьох, часто некерованих, чинників. На характер водоспоживання впливає низка факторів – сезони, погодні явища, державні та релігійні свята тощо [3]. Коефіцієнти нерівномірності водоспоживання визначаються шляхом осереднення, виходячи з досвіду роботи різних міських водопроводів. Цей досвід узагальнюється і створюються нормативні коефіцієнти нерівномірності водоспоживання. В реальних умовах водоспоживання населених пунктів по сезонах і місяцях відхиляється від середнього. Протягом доби споживання води також нерівномірне. У нічний час споживання води менше ніж у денний; у передсвяткові та передвихідні дні витрата більша ніж у інші дні тижня. Отже, існує нерівномірність добового і годинного водоспоживання. Споживання води населенням протягом року також нерівномірне. Це пов'язано зі зміною укладу життя населення; сезонним відключенням опалення, гарячого водопостачання, а також зміною температури зовнішнього повітря. Таким чином, водоспоживання – випадковий процес, що формується під впливом кліматичних (зміни температури повітря, виникнення атмосферних явищ і опадів) та соціальних чинників (відображають вплив укладу життєдіяльності населення залежно від типу дня (робочі, вихідні), часу доби) [4]. Отже, для забезпечення ефективно організації виробничого процесу водопостачання графік водоподачі повинен максимально відповідати графіку водоспоживання. Це вимагає урахування змін водоспоживання, зумовленого впливом сезонних та соціальних чинників.

За типом виникнення чинники, що визначають формування добового водоспоживання діляться на кліматичні та соціальні [5]. Зазначені фактори умовно можна розділити на три групи: циклічні, природні і випадкові (табл. 1). Зазначені чинники потребують їх врахування під час планування водоподачі. Вони визначають ефективність організації технологічного процесу водопостачання та мають безпосередній вплив на ефективність режиму електроспоживання [4]. Тому, необхідна розробка принципів урахування змін характеру водоспоживання як складової системи моніторингу ефективності електроспоживання в СЦВ.

Таблица 1

Чинники зовнішнього середовища, що мають вплив на формування добового водоспоживання

| Чинники   | Соціальні  | Кліматичні   |
|-----------|--|--|
| Циклічні  | час доби; день тижня; тип дня тижня (робочий, вихідний, святковий, передсвятковий) | температура повітря;   |
| Природні  | вимкнення гарячого водопостачання  | вологість; кількість опадів;<br>тривалість опадів                |
| Випадкові | аварії на об'єктах водопостачання  | різкі зміни погодних умов (аномально висока температура повітря) |

Актуальним напрямком підвищення ефективності та економічності роботи міських СЦВ є розвиток інформаційних систем моніторингу та управління водопостачанням міст [6]. Сучасні системи моніторингу є складовою системи підприємств, що забезпечують водопостачання міст і населених пунктів, які дозволяють вивести роботу підприємств на якісно новий технологічний рівень [7]. Впровадження системи моніторингу забезпечує можливість створення великих баз даних, що містять інформацію про режими роботи об'єктів СЦВ, використання методів інтелектуального аналізу даних для вивчення постійно зростаючих обсягів інформації та виявлення прихованих закономірностей, що визначають формування технологічних режимів об'єктів водопостачання [8].

**Постановка завдання.** Метою роботи є формування принципів формалізованого опису режиму добової водоподачі насосної станції

(НС) другого підйому на основі аналізу добових ГВВ, отриманих з системи моніторингу режиму роботи об'єктів водопостачання.

**Виклад основного матеріалу.** У сучасних міських СЦВ основна витрата електроенергії пов'язана з перекачуванням води водопровідними НС. Цільовою функцією оптимізації технологічних режимів НС є мінімізація її енергетичних витрат при забезпеченні безперебійної подачі води споживачу і при дотриманні заданого напору в контрольних точках водопровідної мережі відповідно до реального режиму водоспоживання [2]. Режим подачі води в мережу водопостачання визначається поточним водорозбором, тобто витратою води (ВВ) з мережі водопостачання. Таким чином, водоспоживання можна охарактеризувати за допомогою ВВ. Тоді основним режимним показником процесу водопостачання є добовий графік витрати води (ГВВ) з мережі водопостачання. Нехай кожен добовий ГВВ є реалізацією  $q_i(t)$  випадкового процесу водоспоживання  $Q(t)$ ,  $t \in T$  на річному інтервалі спостереження  $T$ , де,  $T$  – період спостереження випадкового процесу  $T \in [1; 8760]$ ,  $i$  – номер доби,  $i \in [1; 365]$ ,  $t$  – номер години доби  $t \in [0; 24]$ .

Аналіз добових ГВВ насосної станції II підйому показав, що ВВ властивою є сезонність, а форма добових графіків має циклічний характер. Дослідження об'ємів добової ВВ [4] вказує, що однією з циклічних складових є добовий цикл. Зміни ВВ в часі відображають циклічність щоденного способу життя: робочий час, час відпочинку.

Добову ВВ з мережі водопостачання описують сумарними ступінчастими графіками. Вони мають декілька багатогодинних рівнів, навколо яких відбувається коливання годинних ВВ. Для ефективного регулювання режимів роботи на кожній НС розробляються режимні карти і типові графіки, які регламентують умови різних способів регулювання залежно від реальних режимів водоспоживання [2]. Один із способів отримання графіка характерних режимів водоподачі полягає у сортуванні значень ГВВ та його усереднення на кількох характерних інтервалах. Оптимальним значенням подачі води НС на заданому відрізьку є усереднене на цьому відрізьку значення ВВ. Отриманий графік з меншою кількістю ступенів є основою для багаторежимної оптимізації систем подачі та розподілу води, а процес оптимізації зводиться до вибору моментів часу переключення [9].

Створення бази даних добової ВВ в межах системи моніторингу режимів роботи СЦВ є одним із підходів до оптимізації режиму роботи об'єктів водопостачання. Підвищення інформативності результатів

моніторингу змін фактичної ВВ потребує формування інформаційного ознакового простору опису добової ВВ.

Для дослідження тенденцій зміни ВВ з мережі водопостачання необхідно виділити домінуючі складові добового ГВВ. Як математичний апарат аналізу добового ГВВ обрано метод головних компонент (МГК), який здатний виявити достатню кількість латентних факторів під час факторного аналізу даних [10] і при цьому не вимагає попереднього вибору груп вхідних значень. МГК виявляє  $s$  компонент, що пояснюють усю дисперсію й кореляції вихідних  $m$  випадкових величин; при цьому компоненти будуються в порядку спадання поясненої ними частки сумарної дисперсії вихідних величин.

Вихідна інформація представляється у вигляді матриці, яка інтерпретується як реалізація  $m$  – мірного випадкового вектору при  $n$  спостереженнях [11]:

$$X = [q_{ij}]_n^m, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість спостережень, що визначається об'ємом вибірки;  $q_{ij}$  – значення витрати води в  $j$ -й момент часу показника для  $i$ -го спостереження ( $i = 1, \dots, n; n = \overline{1, 365} \quad j = 1, \dots, m, m = \overline{1, t}$ ).

Рядок – це значення ВВ з мережі водопостачання за 24 години. Стовець – погодинні значення ВВ з мережі водопостачання для  $n$  спостережень.

Результати спостережень, представлені у стандартизованій формі:

$$Z = [z_{ij}]_n^m; \quad (2)$$

$$z_{ij} = \frac{q_{ij} - \bar{q}_j}{\sigma_j}, \quad (3)$$

де  $\bar{q}_j$  – середнє спостережених значень  $q_{ij}$  для  $j$ -го моменту часу:

$$\bar{q}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{ij}, \quad (4)$$

$\sigma_j$  – середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (q_{ij} - \bar{q}_j)^2}. \quad (5)$$

Властивості даного випадкового вектору з достатньою точністю описуються вектором математичних сподівань [12]:

$$\bar{Z} = (\bar{z}_1, \dots, \bar{z}_k) \quad (6)$$

та кореляційною матрицею:

$$K = [k_{ij}]_m^m, \quad (7)$$

або матрицею коефіцієнтів кореляцій (матрицею парних кореляцій):

$$R = [r_{ij}]_m^m = \left[ \frac{k_{ij}}{\sigma_i \cdot \sigma_j} \right]_m^m. \quad (8)$$

Доцільність виконання факторного аналізу визначається наявністю кореляцій між значеннями добової ВВ в генеральній сукупності. Слід очікувати, що значення добової ВВ, що тісно корелюють між собою, повинні також тісно корелювати з одним і тим же фактором. Коректний розв'язок задачі передбачає підтвердження значимості вихідної матриці парних кореляцій та адекватності вибірки.

Необхідно виявити такі лінійні комбінації  $s$  головних компонент  $f_1, f_2, \dots, f_s$  значень добової витрати води  $q_1, q_2, \dots, q_m$ , які пояснюють всю дисперсію і кореляції вихідних показників та при цьому є некорельованими. Аналіз головних компонент зводиться до знаходження лінійного ортогонального перетворення  $m$  ознак для отримання сукупності  $s$  некорельованих нормованих змінних  $f_i$ , дисперсії, яких би володіли властивістю [12]:

$$\sigma^2(\bar{f}_1) \geq \sigma^2(\bar{f}_2) \geq \dots \geq \sigma^2(\bar{f}_s), \quad (9)$$

тобто були вибудовані в порядку зменшення частки сумарної дисперсії вихідних ознак, яку вони пояснюють.

Головні компоненти  $f_g$  є некорельованими між собою безрозмірними змінними, що є лінійною комбінацією  $m$ -змінних [12]:

$$\bar{f}_g = a_{g1}\bar{z}_1 + a_{g2}\bar{z}_2 + \dots + a_{gm}\bar{z}_m, \quad g = 1, \dots, s, \quad (10)$$

де  $a_{gj}$  – вага  $g$ -ої головної компоненти в  $j$ -ій змінній.

Результатом застосування факторного аналізу стосовно добових ГВВ отриманих з бази даних моніторингу режимів роботи насосної станції II-го підйому є побудова рівнянь головних компонент (табл. 2) та рівнянь складових добової ВВ.

Таблиця 2

## Головні компоненти та складові добової витрати води

| Інтерпретація головних компонент     | Рівняння головних компонент  | Рівняння складових добової витрати води |
|--------------------------------------|--|---|
| Витрата води у нічний період доби    | $F_1 = -0,874 \cdot Q_1 - 0,903 \cdot Q_2 - 0,922 \cdot Q_3 - 0,942 \cdot Q_4 - 0,908 \cdot Q_5 + 0,801 \cdot Q_6 - 0,594 \cdot Q_7 - 0,115 \cdot Q_8 - 0,151 \cdot Q_9 + 0,221 \cdot Q_{10} + 0,173 \cdot Q_{11} + 0,175 \cdot Q_{12} + 0,201 \cdot Q_{13} + 0,271 \cdot Q_{14} + 0,255 \cdot Q_{15} + 0,153 \cdot Q_{16} + 0,091 \cdot Q_{17} + 0,126 \cdot Q_{18} + 0,036 \cdot Q_{19} - 0,343 \cdot Q_{20} + 0,014 \cdot Q_{21} - 0,124 \cdot Q_{22} + 0,472 \cdot Q_{23} - 0,407 \cdot Q_{24}$  | $Q_1 = \sum_{j=1}^6 Q(t_j)$             |
| Витрата води у денний період доби    | $F_2 = -0,224 \cdot Q_1 + 0,148 \cdot Q_2 + 0,217 \cdot Q_3 + 0,243 \cdot Q_4 - 0,006 \cdot Q_5 - 0,335 \cdot Q_6 - 0,262 \cdot Q_7 - 0,947 \cdot Q_8 - 0,958 \cdot Q_9 - 0,954 \cdot Q_{10} - 0,963 \cdot Q_{11} - 0,965 \cdot Q_{12} - 0,961 \cdot Q_{13} - 0,925 \cdot Q_{14} - 0,908 \cdot Q_{15} - 0,902 \cdot Q_{16} - 0,913 \cdot Q_{17} - 0,949 \cdot Q_{18} - 0,906 \cdot Q_{19} - 0,902 \cdot Q_{20} - 0,871 \cdot Q_{21} - 0,879 \cdot Q_{22} - 0,504 \cdot Q_{23} + 0,373 \cdot Q_{24}$  | $Q_2 = \sum_{j=8}^{22} Q(t_j)$          |
| Витрата води у проміжний період доби | $F_3 = -0,341 \cdot Q_1 - 0,261 \cdot Q_2 - 0,233 \cdot Q_3 - 0,178 \cdot Q_4 - 0,181 \cdot Q_5 + 0,457 \cdot Q_6 - 0,706 \cdot Q_7 - 0,235 \cdot Q_8 - 0,177 \cdot Q_9 - 0,139 \cdot Q_{10} - 0,117 \cdot Q_{11} - 0,092 \cdot Q_{12} - 0,102 \cdot Q_{13} - 0,199 \cdot Q_{14} - 0,164 \cdot Q_{15} - 0,137 \cdot Q_{16} - 0,057 \cdot Q_{17} + 0,221 \cdot Q_{18} + 0,334 \cdot Q_{19} - 0,158 \cdot Q_{20} + 0,429 \cdot Q_{21} + 0,423 \cdot Q_{22} - 0,689 \cdot Q_{23} - 0,6179 \cdot Q_{24}$ | $Q_3 = \sum_{j=(7,23,24)} Q(t_j)$       |

Компонента  $F_1$  відповідає ВВ у нічний період доби; компонента  $F_2$  – ВВ протягом денних годин доби; компонента  $F_3$  – характеризує проміжні значення ВВ в ранковий та вечірній період. При цьому, значення годинної ВВ, які є домінуючими у визначенні кожної з компонент, слід вважати такими, що утворюють відповідні складові добової ВВ з мережі водопостачання впродовж дня.

**Висновок.** Водорозбір з мережі водопостачання має чітко виражений добовий цикл, що відображає циклічність щоденного способу життя населення та має вплив на технологічні параметри процесу водоподачі та режим роботи НС. Застосування методу головних компонент забезпечило виявлення вкладу годинних витрат води з

мережі водопостачання у конфігурацію добового графіка водоподачі та формування рівнянь домінуючих складових добової витрати води з мережі водопостачання для різних періодів доби. Побудовані рівняння є основою формування інформаційного ознакового простору опису добової витрати води для оптимізації режиму роботи НС водоподачі та корегування моментів часу ввімкнення/вимкнення насосних агрегатів з урахуванням добового циклу водоспоживання населеного пункту.

**1.** Галузева програма енергоефективності та енергозбереження у житлово-комунальному господарстві на 2010–2014 рр. : Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства № 352 від 10.11.2009. Київ, 2009. URL: <http://text.normativ.ua/doc17772.php>. (дата звернення: 15.08.2021). **2.** Романчук С. М. Алгоритмы управления технологическими режимами водоснабжения городов. *Проблеми екології*. 2013. № 1(31). С. 98–108. **3.** Шушкевич Е. В. Эффективное управление системой подачи и распределения воды Московского мегаполиса. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2011. № 1. С. 24–30. **4.** Розен В. П., Давиденко Л. В., Давиденко Н. В. Урахування циклічних змін процесу водоподачі під час контролю ефективності електроспоживання насосних станцій. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2018. Вип. 2. С. 68–74. **5.** Соловьева И. А., Дзюба А. П. Прогнозирование электропотребления с учетом факторов технологической и рыночной среды. *Научный диалог*. 2013. № 7(19). С. 97–113. **6.** Романчук С. М. Направления развития городских АСУ ТП водоснабжения и водоотведения. *Наукові праці ДонНТУ. Сер. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка*. 2014. № 1(19). С. 131–138. **7.** Романчук С. М. Мониторинг и анализ данных в процессе управления водоснабжением города Донецка. *Системний аналіз у науках про природу та суспільство*. 2011. Вип. 1. С. 133–143. **8.** Розен В. П., Давиденко Н. В. Формування множини характеристик фактичного режиму водоспоживання в системах комунального водопостачання. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2015. № 3(41). С. 85–92. **9.** Карамбиров С. Н. Много-режимная оптимизация систем подачи и распределения воды. *Проблеми наукового забезпечення розвитку еколого-економічного потенціала Росії* : сб. научн. трудов Всероссийской научно-технической конференции, г. Москва, 15–19 марта 2004. С. 70–73. URL: <http://ieek.timacad.ru/science/ht/10/2004/sb-04.html> (дата звернення: 15.08.2021). **10.** Янковой А. Г. Многомерный анализ в системе STATISTICA. Одесса : Оптимум, 2001. 216 с. **11.** Дубров А. М., Мхитарян В. С., Трошин Л. И. Многомерные статистические методы и основы эконометрики. Москва : МЭСИ, 2002. 79 с. **12.** Сошникова Л. А., Тамашевич В. Н., Уэбе Г., Шефер М. Многомерный статистический анализ в экономике. Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 598 с.



## REFERENCES:

1. Haluzeva prohrama enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia u zhyt-lovo-komunalnomu hospodarstvi na 2010–2014 rr. : Nakaz Ministerstva z pytan zhytlovo-komunalnoho hospodarstva № 352 vid 10.11.2009. Kyiv. 2009. URL: <http://text.normativ.ua/doc17772.php>. (data zvernennia: 15.08.2021).
  2. Romanchuk S. M. Algoritmy upravleniya tehnologicheskimi rejimami vodosnabjeniya gorodov. *Problemi ekologii*. 2013. № 1(31). S. 98–108.
  3. Shushkevich E. V. Effektivnoe upravlenie sistemoy podachi i raspredeleniya vodyi Moskovskogo megapolisa. *Vodosnabjenie i sanitarnaya tehnika*. 2011. № 1. S. 24–30.
  4. Rozen V. P., Davydenko L. V., Davydenko N. V. Urakhuvannia tsyklichnykh zmin protsesu vodopodachi pid chas kontroliu efektyvnosti elektrospozhyvannia nasosnykh stantsii. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnologii, ekolohiia*. 2018. Vyp. 2. S. 68–74.
  5. Soloveva I. A., Dzyuba A. P. Prognozirovanie elektropotrebleniya s uchetom faktorov tehnologicheskoy i ryinochnoy sredyi. *Nauchnyy dialog*. 2013. № 7(19). С. 97–113.
  6. Romanchuk S. M. Napravleniya razvitiya gorodskih ASU TP vodosnabjeniya i vodootvedeniya. *Naukovi pratsi DonNTU. Ser. Informatyka, kibernetyka ta obchysliuvalna tekhnika*. 2014. № 1(19). S. 131–138.
  7. Romanchuk S. M. Monitoring i analiz dannykh v protsesse upravleniya vodosnabjeniem goroda Donetska. *Systemnyi analiz u naukakh pro pryrodu ta suspilstvo*. 2011. Vyp. 1. S. 133–143.
  8. Rozen V. P., Davydenko N. V. Formuvannia mnozhyny kharakterystyk faktychnoho rezhymu vodospozhyvannia v systemakh komunalnoho vodopostachannia. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnologii, ekolohiia*. 2015. № 3(41). S. 85–92.
  9. Karambirov S. N. Mnogorejimnaya optimizatsiya sistem podachi i raspredeleniya vodyi. *Problemy nauchnogo obespecheniya razvitiya ekologo-ekonomicheskogo potentsiala Rossii* : sb. nauchn. trudov Vserossiyskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii, g. Moskva, 15–19 marta 2004. S. 70–73. URL: <http://ieek.timacad.ru/science/ht/10/2004/sb-04.html> (data zvernennia: 15.08.2021).
  10. Yankovoy A. G. Mnogomernyy analiz v sisteme STATISTICA. Odessa : Optimum, 2001. 216 s.
  11. Dubrov A. M., Mhitaryan V. S., Troshin L. I. Mnogomernyye statisticheskie metody i osnovyi ekonometriki. Moskva : MESI, 2002. 79 s.
  12. Soshnikova L. A., Tamashevich V. N., Uebe G., Shefer M. Mnogomernyy statisticheskiy analiz v ekonomike. Moskva : YUNITI-DANA, 1999. 598 s.
-

**Davydenko N. V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Kunytskyi S. O., Candidate of Engineering (Ph.D.), Davydenko V. A., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Davydenko L. V., Doctor of Engineering, Associate Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

**FORMALIZATION OF THE CONTRIBUTION OF HOURLY WATER CONSUMPTION FROM THE WATER SUPPLY NETWORK OF THE SETTLEMENTS OF THE UNITED TERRITORIAL COMMUNITIES TO THE CONFIGURATION OF THE DAILY CHART OF WATER SUPPLY OF THE PUMPING STATION OF THE SECOND RISE**

The principles of the formalized description of daily water supply chart of the pumping station of the second rise were proposed. It is established that water consumption from the water supply network has a clear expressed daily cycle. Several multi-hour levels, around which there are fluctuations in hourly water consumption, correspond to daily cycle of water consumption from the water supply network. The expediency of application of the principal component analysis for research of tendencies of cyclic change of daily water consumption from a water supply network and revealing of dominating components of its daily chart was substantiated. As a result of the analysis of daily charts of water consumption, three dominant components of daily water consumption for different periods of the day were revealed. The first component corresponds to the water consumption at night; the second component corresponds to the water consumption during the day; the third component characterizes the intermediate values of water consumption in the morning and evening. The equations of components were constructed based on the results of the analysis. These equations are the basis for the formation of information feature space to describe the irregularity of daily water consumption. The result of their application provides the formation of values of water consumption at different times of the day. The obtained results are the basis for water supply planning and optimization of operation mode of the water supply pumping station taking into consideration the daily water consumption cycle of the settlement.

**Keywords:** daily chart of water consumption; principal component analysis; components of daily water consumption.

---

**Давыденко Н. В., к.т.н., Куницкий С. О., к.т.н., Давыденко В. А., к.т.н., доцент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Давыденко Л. В., д.т.н., доцент** (Луцкий национальный технический университет, г. Луцк)

**ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВКЛАДА ЧАСОВОГО РАСХОДА ВОДЫ ИЗ СЕТИ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ  
ОБЪЕДИНЕННЫХ ТЕРИТОРИАЛЬНЫХ ОБЩИН В  
КОНФИГУРАЦИЮ СУТОЧНОГО ГРАФИКА ВОДОПОДАЧИ  
НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВТОРОГО ПОДЪЕМА**

Предложены принципы формализованного описания графика суточной водоподачи насосной станции второго подъема. Обоснована целесообразность применения метода главных компонент для исследования тенденций циклического изменения суточного расхода воды из сети водоснабжения и выявления доминирующих составляющих ее суточного графика. В результате анализа суточных графиков расхода воды построены уравнения составляющих суточного расхода воды для различных периодов суток. Построенные уравнения является основой формирования информационного признакового пространства описания суточного расхода воды для оптимизации режима работы насосной станции водоподачи с учетом суточного цикла водопотребления населенного пункта.

**Ключевые слова:** суточный график расхода воды; метод главных компонент; составляющие суточного расхода воды.

---