

## ЗАВДАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА КОМУНАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА ЇЇ ДЕКОМПОЗИЦІЯ

*Обґрунтовано необхідність розгляду завдання підвищення ефективності функціонування водопостачального підприємства з позицій теорії ефективності та системного аналізу та запропоновано спосіб її декомпозиції з метою комплексного врахування аспектів функціонування підприємства як складної виробничої та економічної системи.*

**Ключові слова:** ефективність функціонування, декомпозиція, «дерево цілей».

**Постановка проблеми.** Проголошення незалежності та поступовий перехід економіки України до ринкових відносин диктує необхідність постійного підвищення ефективності функціонування суб'єктів господарської діяльності для забезпечення конкурентоспроможності продукції та конкурентоспроможних позицій підприємства.

**Аналіз результатів останніх досліджень та публікацій.** Підприємство комунального водопостачання та водовідведення (ПКВВ), як і будь-яке промислове підприємство, виробляє продукцію, що є результатом переробки сирової води, видобутої із джерел, в доступну для споживання людиною воду, подану по трубопроводах до споживачів, а також очищення стоків, отриманих від споживачів та перероблених в доступну для доочищення природним середовищем воду. Будучи результатом переробки, дана продукція є товаром, що реалізується на ринку. Ефективність функціонування водопостачальних систем визначається надійним, маловитратним і бездефіцитним водопостачанням споживачів і здатністю до забезпечення зростання попиту споживачів на воду. ПКВВ функціонує в конкурентному середовищі, отже повинно постійно розвиватися та підвищувати рівень ефективності функціонування з метою зниження собівартості продукції [5].

Термін «ефективність» використовується для оцінки різних сфер народного господарства. Найчастіше поняття ефективності вживається у фінансово-економічній галузі управління, що оперує числами, коефіцієнтами, формулами. Тому склався певний стереотип, і коли мова заходить про ефективність управління чи функціонування, то очікують отримати формулу з точними даними, в якій вони додаються, віднімаються, перемножуються. Проте для розуміння ефективності функціонування в її повному вираженні такий підхід неприйнятний [3].

Аналіз ефективності функціонування підприємства повинен базуватись на врахуванні всього різноманіття взаємозв'язків, що забезпечують його функціонування як складної економічної та виробничої системи. Ефективність системи – це, в загальному випадку, сукупність властивостей, що характеризують якість функціонування системи, оцінювану як відповідність результатів: необхідного та досягнутого [7], що, залежно від умов функціонування системи і способів їх досягнення, можуть розрізнятися. Ефективність – це скаляр, що враховує якість системи, витрату енергетичних ресурсів, час дії, що визначається для систем з декількома цілями [1].

Для підвищення ефективності функціонування ПКВВ необхідне комплексне вирішення питань раціонального використання енергоресурсів, зменшення витрат піднятої води на підготовку води для подачі в мережу (готової продукції) та втрат продукції при її транспортуванні до споживача. Для кожного міста характерними є свої особливості побудови системи водопостачання та водовідведення (СВВ) та її функціонування, що ускладнює можливості виявлення рівня ефективності функціонування водогосподарства та шляхів його підвищення на основі порівняння з певним аналогом [6].

Тому виникає потреба пошуку підходу, що б забезпечував можливість комплексного урахування всіх аспектів дослідження проблеми ефективного функціонування об'єктів комунального водопостачання та водовідведення з метою оцінювання їх вихідних позицій та виявлення резервів підвищення загальної ефективності функціонування підприємств.

**Метою дослідження** є обґрунтування наукового підходу до вирішення завдання підвищення ефективності функціонування ПКВВ, здатного забезпечити можливість комплексного

врахування всіх аспектів функціонування водопостачального підприємства як складної виробничої та економічної системи.

**Викладення основного матеріалу.** Теорія ефективності є математичним апаратом, що доцільно використовувати для розроблення далеко перспективних проблем, та одночасно, засобом вирішення поточних, оперативних задач практичної діяльності [1], що не можливо вирішити без оцінювання ефективності всіх можливих альтернатив та ситуацій. Теорія ефективності складних систем формується як розділ системного аналізу, пов'язаний з визначенням якості систем і процесів, що їх реалізують. Системний аналіз складних виробничих об'єктів передбачає комплексне урахування специфіки досліджуваних процесів.

СВВ є складною багаторівневою ієрархічною системою — це цілісний об'єкт, утворений з функціонально різнотипних систем водопостачання та водовідведення, структурно взаємозв'язаних з ієрархічною підлеглистю і функціонально з'єднаних на користь досягнення заданої мети – подачі води споживачам та відведення стоків за певних умов, що визначаються потребами населення, для якої істотною є наявність ієрархічної структури як у власній топології, так і в системі управління [5]. Системи водопостачання представляють собою складні комплекси, що складаються з великої кількості різних елементів. При чому, СВВ вирізняється різноманіттям типів елементів (водозабірні споруди, насосні станції водопостачання, водопроводи, каналізаційні насосні станції, очисні споруди) та різноманіттям типів відносин (від технологічного взаємозв'язку до інформаційного обміну і взаємодії). Будучи однією з ланок суспільного господарства, перебуваючи в системі різнорідних (економічних, соціальних, технічних, наукових) за своєю природою відносинах з іншими галузями суспільного господарства, водопостачальне підприємство як система має складні та неоднорідні цілі, що, як правило, не вдається виразити за допомогою одного критерію. Крім того, багаторівнева ієрархічна структура СВВ як складної системи характеризується такими властивостями [2]:

- 1) різна значущість і можливості функціональних елементів на різних рівнях ієрархії;
- 2) вільна поведінка функціональних елементів кожного рівня ієрархії в певних межах, що встановлюють наперед або в процесі функціонування об'єкта;
- 3) пріоритет дій або право на втручання функціональних елементів верхнього рівня у функціональні елементи нижнього рівня залежно від фактичного виконання ним функцій.

Складність проблеми підвищення ефективності функціонування ПКВВ полягає в тому, що вона повинна розглядатися як сукупність проблем підвищення ефективності функціонування окремих виробництв, процесів, обладнання з різними законами функціонування та використання енергії, тобто з позицій ефективності функціонування водопостачального підприємства як виробничої системи, а також як суб'єкта господарської діяльності, що має на меті реалізувати продукцію та отримати прибуток, тобто з позицій економічної системи.

Спроба аналізування тієї або іншої проблеми та подолання створюваних нею складностей вимагають усвідомлення мети, до якої необхідно прагнути. Цим визначається поняття системності підходів, що поєднує в собі такі системні характеристики: цілеспрямованість (підпорядкованість загальному задуму); конструктивність (чіткість побудови, здатність призводити до необхідного результату); цілісність (внутрішня єдність, можливість самостійного виявлення); функціональність (призначення, орієнтація на щось конкретно визначене); впорядкованість (структурованість, наявність стійких внутрішніх логічних зв'язків).

Під час формування основної мети необхідно виходити з того, що вона складається з декількох взаємопов'язаних підсистем, що утворюють єдину систему цілей. Декомпозицію – послідовне розбиття підцілей та перехід від збільшеного їх представлення до диференційованого – необхідно виконувати окремо за кожним напрямком мети. При цьому, спочатку необхідно виконати декомпозицію системи на складові (підсистеми) нижчого рівня ієрархії аж до найнижчого; визначити критерії, за якими можна оцінити ефективність функціонування за кожною із складових, а потім послідовно оцінювати загальну ефективність функціонування системи, починаючи з нижнього рівня до верхнього. Результатом декомпозиції є «деревовидна» ієрархічна структура цілей – так зване «дерево цілей» [4]. Формування структури послідовної декомпозиції зазвичай виконують методом розгалуження. Будь-яка підціль старшого рангу є агрегованою сукупністю її підцілей молодшого рангу.

Під час відображенні складних систем основна проблема полягає в тому, щоб знайти компроміс між простотою опису, що дозволяє скласти та зберегти цілісне уявлення про досліджуваний об'єкт, і деталізацією опису, що дозволяє відобразити численні особливості конкретного об'єкта. Тому, в склад «дерева цілей» системи варто вносити цілі, що безпосередньо визначають показники ефективності її функціонування, і бажано не вносити шляхи досягнення цих цілей, виявлення та систематизація яких має розглядатися як інформаційно зв'язана, але самостійна процедура. Побудова «дерева цілей» виконується для того, щоб повніше виявити та систематизувати ті фактори, що повинні бути враховані при побудові цільових функцій та обмежень.

Повнота «дерева цілей» забезпечується шляхом розбиття вихідної мети або проміжної підцілі  $n$ -го рангу на збільшені однорідні складові підцілі  $(n + 1)$ -го рангу. Якщо немає впевненості, що вони повністю вичерпують підціль старшого  $n$ -го рангу, яка розділяється, то, крім виділених, варто внести ще одну (резервну) підціль  $(n = 1)$ -го рангу, що буде містити «інші», тобто невраховані підцілі. При подальшому опрацюванні проблеми такі «інші» складові будуть або конкретизовані, або виключені зі складу «дерева цілей».

Типового «дерева цілей» ні для промислового підприємства, ні для будь-якого іншого об'єкта не існує. На побудову «дерева цілей» в основному впливають два фактори: специфіка об'єкта та особливості проблеми, для вирішення якої виконується аналізування цілей.

Побудуємо «дерево цілей» підвищення ефективності функціонування для ПКВВ. Вихідну мету можна представити у вигляді чотирьох основних підцілей (рис.1):

підціль 1 – економічної ефективності та досягнення кінцевих результатів;

підціль 2 – енергетичної ефективності;

підціль 3 – технічної та технологічної ефективності;

підціль 4 – ефективності організації та управління підприємством і його режимами роботи.

Очевидно, кожен з них можна розглядати як одну з основних підцілей (підцілей 1-го рангу). Серед кінцевих результатів виділимо результати основної діяльності підприємства (збільшення прибутку) та результати вирішення соціальних задач (надійне та безперебійне забезпечення споживачів питною водою необхідної якості та відведення стоків).

Кожну з подальших груп підцілей розглядаємо, як підціль 2-го рангу:

підціль 1.1 – збільшення прибутку;

підціль 1.2 – досягнення соціальних цілей.

Друга підціль 1-го рангу (підвищення енергоефективності) може бути розбита на підцілі:

підціль 2.1 – зменшення енергетичних витрат на здійснення технологічного процесу;

підціль 2.2 – зменшення енергетичних витрат за рахунок зниження нераціональних витрат та витрат при реалізації технологічного процесу.

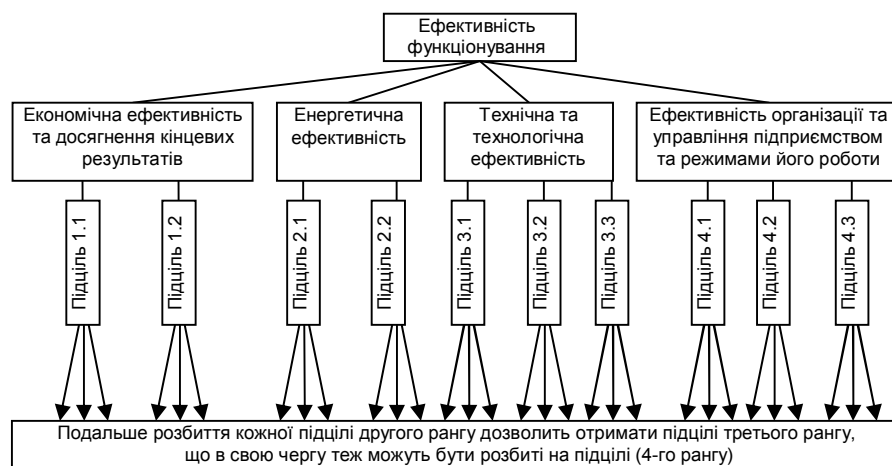


Рис. 1. «Дерево цілей» ефективності функціонування підприємства комунального водопостачання та водовідведення

Третя підціль 1-го рангу (підвищення технічної та технологічної ефективності) може бути представлена у вигляді підцілей:

підціль 3.1 – модернізація технологічного процесу;

підціль 3.2 – оптимізація режиму роботи основних структурних елементів;

підціль 3.3 – зменшення витрат води та витрат на власні потреби.

Четверту підціль 1-го рангу (підвищення ефективності організації та управління підприємством і його режимами роботи) розіб'ємо на такі підцілі:

підціль 4.1 – підвищення рівня підготовки кадрового складу;

підціль 4.2 – підвищення ефективності управління електроспоживанням;

підціль 4.3 – підвищення ефективності управління режимом роботи технологічних установок.

Подальше розбиття кожної підцілі другого рангу дозволить отримати підцілі третього рангу, які, в свою чергу, теж можуть бути розбиті на підцілі, що забезпечить формування набору 4-го рангу.

Нескладно бачити, що побудоване «дерево цілей» містить підцілі, які є взаємопов'язані між собою. Наприклад, реалізація підцілі «підвищення енергетичної ефективності» є засобом підвищення економічної ефективності, так як зниження енергетичних витрат забезпечує зниження енергоємності

продукції, зменшення витрат коштів за спожиті енергоресурси, забезпечує зниження частки енерговитрат в собівартості продукції, а отже і саму собівартість. Аналогічно, реалізація підцилі «підвищення технічної та технологічної ефективності» певним чином забезпечує підвищення енергетичної ефективності та досягнення соціальних цілей. Навіть складові однієї підцилі виявляються взаємопов'язаними: підвищення економічної ефективності за рахунок зниження собівартості продукції забезпечує покращення стану соціальних цілей, так як при цьому з'являється можливість зниження тарифів на надання послуг за водопостачання та водовідведення. Можна продовжувати більш детальне аналізування взаємозв'язків між підцилями та їх складовими, що лише підтверджує їх наявність. Наявність таких взаємозв'язків обумовлена основними принципами системного аналізу і не суперечить моделі СВВ, але ускладнює реалізацію процедури оцінювання та подальшого підвищення ефективності функціонування підприємства як за загальною метою, так і за окремими підцилями, що вимагає пошуку інших методів її реалізації.

Проблема підвищення ефективності функціонування ПКВВ як виробничої системи також містить ряд підпроблем різних рангів, зумовлених ієрархічністю самої системи та особливостями функціонування її структурних елементів: підвищення рівня ефективності окремих виробництв (водопостачання та водовідведення); окремих ієрархічних рівнів (водозабір, другий підйом, третій підйом, транспортування стічних вод тощо); окремих структурних елементів (насосних станцій) та технологічних процесів (підйом води, водоприготування, подача в мережу, очищення стоків тощо), а також ефективності управління та організації технологічного процесу як в цілому на підприємстві, так і для окремих ієрархічних рівнів та їх елементів. Для кожного рівня існують характерні особливості, закони і принципи, за допомогою яких описується поведінка системи на цьому рівні. Той факт, що вирішення проблеми підвищення ефективності функціонування спрямоване на стабілізацію функціонування або удосконалення системи, що має ієрархічну структуру, обумовлює ієрархічність й самої проблеми. Проявляється вона в тому, що кожна проблема є сукупністю підпроблем, і в той же час може розглядатися як частина більш складної проблеми. Кожна з підпроблем повинна підлягати послідовній деталізації, що реалізовуватимуть вирішення відповідних підпроблем молодшого рангу.

Під час реалізації задачі підвищення ефективності функціонування ПКВВ в реальних умовах складно побудувати ієрархічну структуру у вигляді єдиного «дерева», що зв'яже завдання підвищення ефективності всього підприємства із завданням підвищення ефективності ієрархічних рівнів та їх структурних елементів з точки зору охоплення всіх аспектів проблем, описаних вище. Одним «деревом цілей» вважають ту частину структури, що може бути сформована в одних термінах, а при зміні термінології потрібно формувати інше «дерево». Тобто, для розв'язання завдання підвищення ефективності функціонування ієрархічних рівнів СВВ або її структурних елементів, необхідно побудувати нове «дерево цілей», що відобразить нову мету у нових термінах.

Зважаючи на багатогранність та багатofакторність задачі підвищення ефективності функціонування ПКВВ, в першу чергу, необхідно визначитися з глибиною та напрямком дослідження: чітко визначити мету, усвідомити для якого саме рівня має проводитися розв'язок задачі підвищення ефективності (для всього підприємства, для окремого виробництва, для його ієрархічного рівня чи окремого структурного елемента); з'ясувати перелік підзадач, за якими слід проводити дослідження. Уточнення цих питань сприятиме чіткому формулюванню вихідної постановки задачі, а отже коректній побудові глобального та локальних критеріїв, а також кортежу часткових критеріїв ефективності. Слід зазначити, що значну роль у формуванні часткових критеріїв відіграє виявлення показників ефективності системи, що є їх відображенням на вихідному інформаційному полі показників та характеристик.

Спираючись на вказане вище, опишемо основні етапи комплексного вирішення завдання підвищення ефективності функціонування ПКВВ як складної системи:

- 1) розроблення завдання на проведення аналізу, що містить аналізування вихідних умов діяльності підприємства, динаміки об'ємів виробництва, динаміки енерговикористання, енергоємності продукції тощо;
- 2) визначення глибини та напрямків дослідження;
- 3) чітке формулювання вихідної постановки задачі;
- 4) формування глобального та локальних критеріїв ефективності функціонування;
- 5) побудова кортежу часткових критеріїв, виходячи з постановки задачі дослідження;
- 6) виявлення на вихідному інформаційному полі для кожного часткового критерію показників ефективності функціонування, що є його відображенням;
- 7) формування часткових критеріїв, спираючись на виявлені інформативні показники ефективності з урахуванням їх ваги впливу;
- 8) виявлення ваги кожного часткового критерію у формуванні локальних критеріїв ефективності;
- 9) побудова локальних критеріїв ефективності.

Реалізація описаних етапів є передумовою для визначення шляхів забезпечення глобального критерію – підвищення ефективності функціонування ПКВВ.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Комплексна оцінка ефективності функціонування ПКВВ та наукове обґрунтування заходів щодо її підвищення для досягнення стратегічної мети – конкурентоспроможне виконання зобов'язань щодо водопостачання та водовідведення – може бути здійснена лише з позицій системного підходу та урахування економічної, технічної, технологічної, енергетичної ефективності підприємства, яке є складною ієрархічною виробничою системою та економічною формацією, що існує в ринкових умовах. Декомпозиція глобальної мети та побудова «дерева цілей» забезпечуватиме можливість формування відповідної сукупності часткових критеріїв, придатної для виявлення шляхів підвищення ефективності функціонування підприємства як за кожною з підцілей (від нижчого до вищого рангу) зокрема, так і в цілому.

#### Список використаної літератури:

1. Дружинин В.В. Системотехника / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов. – М. : Радио и связь, 1985. – 200 с.
2. Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. – К. : Наукова думка, 2005. – 745 с.
3. Кальницький А.С. Оцінка ефективності стратегічного управління інвестиційним процесом в регіоні за критерієм використання інвестицій / А.С. Кальницький, В.О. Огородник // Вісник ЖДТУ / Економічні науки. – № 2 (60). – 2012. – С. 199–203.
4. Теория иерархических многоуровневых систем / М.Месарович, Д.Мако, И.Такахара. – М. : Мир, 1973.
5. Комплексний підхід до задачі енергозбереження та оцінювання рівня енергоефективності водопостачального підприємства як складної системи / В.П. Розен, Л.В. Давиденко, В.А. Давиденко // Відновлювальна енергетика. – № 1 (20). – 2010. – С. 65–70.
6. Комплексне оцінювання рівня енергоефективності водогосподарств як складних виробничих систем / В.П. Розен, Л.В. Давиденко, В.А. Давиденко // Промислова електроенергетика та електротехніка «Промелектро». – № 6. – 2010. – С. 20–24.
7. Теория систем и системный анализ в управлении организациями / под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 848 с.

ДАВИДЕНКО Володимир Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри суспільно-економічних та гуманітарних дисциплін Волинського інституту економіки та менеджменту.

Наукові інтереси:

– моніторинг ефективності функціонування економічних та виробничих систем.

Стаття надійшла до редакції 13.11.2013