

# КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет;

## **Анотація**

*Розроблено комп'ютерну модель лабораторного стенда для дослідження систем водопостачання, яка дозволяє оцінити адекватність та достовірність математичних моделей електрогідравлічних процесів у системах транспортування води. Результати співставлення реальних експериментальних даних та даних моделювання підтвердили достатню достовірність запропонованого математичного апарату.*

**Ключові слова:** система транспортування води, лабораторний стенд, електропривод, насосний агрегат, моделювання, достовірність, електрогідравлічні процеси.

## **Abstract**

*A computer model of a laboratory stand for the study of water supply systems has been developed, which allows to evaluate the adequacy and reliability of mathematical models of electrohydraulic processes in water transportation systems. The results of the comparison of real experimental data and model data confirmed the sufficiency of the proposed mathematical apparatus.*

**Key words:** water transportation system, laboratory stand, electric drive, pumping unit, modeling, reliability, electro-hydraulic processes.

## **Вступ**

Моделювання широко використовується в дослідженні систем різної природи, але особливого значення воно набуває в житлово-комунальній сфері [1]. Важливе місце у комунальному господарстві обіймає напрям водопостачання та водовідведення. Саме системами транспортування води споживається найбільша кількість електроенергії. Побудова математичних моделей системи водопостачання дозволить обрати доцільний режим роботи системи, дозволить спрогнозувати момент виникнення несправності в системі, виявити місце виникнення несправності та вибрати оптимальний спосіб вирішення чи усунення несправності. Це, у свою чергу, призведе до підвищення ефективності роботи системи водопостачання, зменшить споживання електроенергії насосними станціями, зменшить втрати (витоки) питної води та підвищить рівень комфортності споживача. Таким чином, розглянуте питання є актуальним [2].

**Мета роботи і задачі дослідження.** Метою роботи є оцінка адекватності та достовірності математичних моделей електрогідравлічних процесів у системах транспортування води.

Для досягнення заданої мети в роботі необхідно розв'язати такі задачі:

- Пристосувати існуючий математичний апарат для можливості опису процесів у лабораторному стенді для дослідження систем водопостачання.
- Виконати комп'ютерне моделювання отриманої математичної моделі.
- Провести експеримент на лабораторному стенді, зміст якого такий самий, як і під час моделювання.
- Порівняти результати моделювання та реального експерименту. Зробити висновки.

## **Результати дослідження**

Для побудови моделей елементів системи транспортування використано метод електрогідродинамічних аналогій. Ідея методу полягає у тому, що між основними гідравлічними параметрами існує такий самий зв'язок, як і між певними електричними параметрами. Кожен елемент системи транспортування води пропонується представити ділянкою електричного кола, яка описується певною системою рівнянь. Якщо розв'язати таку систему рівнянь, то можна отримати чітку залежність між основними електричними параметрами. Використовуючи метод аналогій отриману залежність можна перетворити в аналогічну для гідравлічних параметрів. Таким чином, використовуючи відомі методи ана-

лізу електричних кіл, можна отримати моделі гідравлічних процесів.

Комп'ютерна модель лабораторного стенда для дослідження систем водопостачання, зібрана в програмному середовищі Matlab Simulink, подана на рис. 1.

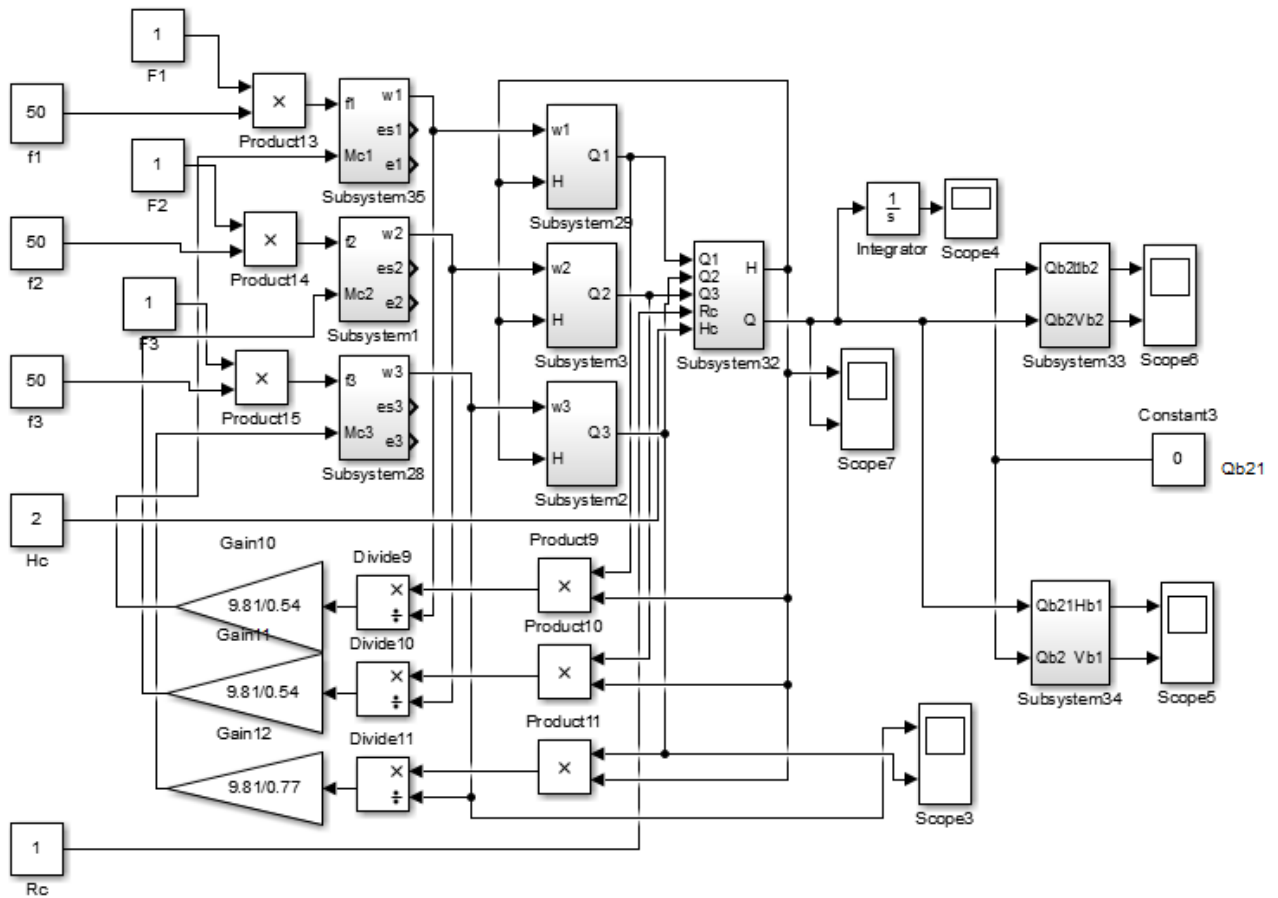


Рис. 1. Комп'ютерна модель лабораторного стенда для дослідження систем водопостачання, зібрана в програмному середовищі Matlab Simulink

Результати моделювання роботи лабораторного стенда під час запуску всіх трьох насосних агрегатів насосної станції подано на рис. 2.

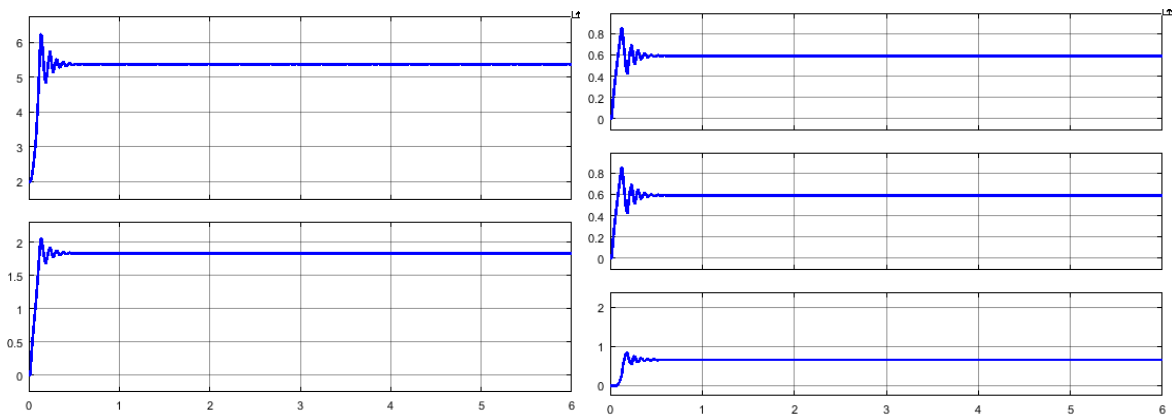


Рис. 2. Результати моделювання роботи лабораторного стенда під час запуску всіх трьох насосних агрегатів насосної станції

На рис. 2 зліва зверху подано графік тиску (напору) води на виході насосної станції в м.в.ст, знизу подано графік продуктивності насосної станції в літрах. Справа згори донизу подано продуктивності всіх насосних агрегатів насосної станції від першого до третього.

Графік зміни об'єму води, що перекачується лабораторною установкою подано на рис. 3.

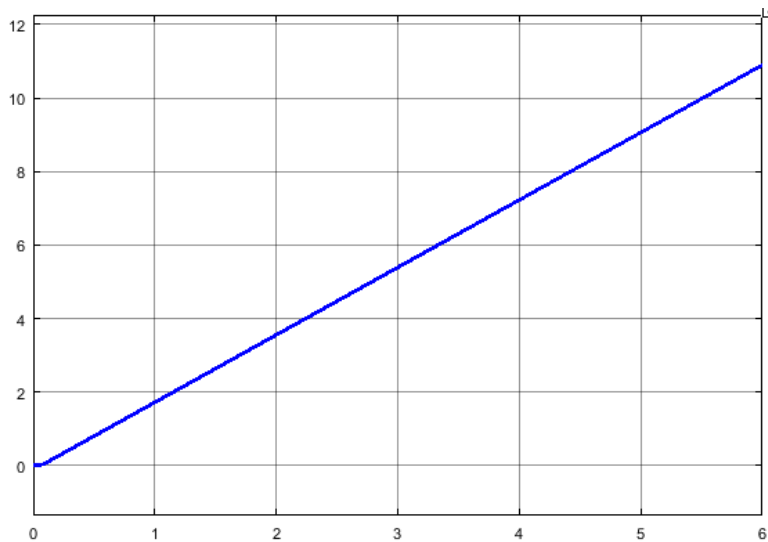


Рис. 3. Графік зміни об'єму води, що перекачується лабораторною установкою

Отримані графіки тиску та продуктивності станції повністю співпадають з результатами експерименту.

### Висновки

Виконано порівняння експериментальних даних та результатів комп'ютерного моделювання. Отримано повне збігання. Це дозволяє зробити висновок про достатній рівень адекватності запропонованого математичного апарату для опису електрогідрравлічних процесів у системах водопостачання.

Використаний математичний апарат дозволить проводити самі різноманітні експерименти без необхідності запуску лабораторних установок, це прискорює процес отримання рішення та зменшує споживання електричної енергії. На перспективу такий математичний апарат дозволить виконувати діагностування та імітацію роботи великих водопровідних систем, наприклад систем водопостачання населених пунктів, систем водовідведення промислових підприємств тощо. Це все допоможе покращити ефективність роботи таких систем та зменшити споживання електричної енергії.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мошноріз М. М. Аналіз способів підвищення енергоефективності роботи системи водопостачання [електронний ресурс] / М. М. Мошноріз, А. С. Горбань // Матеріали ХІVІ Міжнародної конференції КОНТРОЛЬ І УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ (КУСС-2018), Вінниця, ВНТУ, 15-17 жовтня 2018 року. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mccs/mccs2018/schedConf/presentations?searchField=&searchMatch=&search=&track=0>.

2. Федотов Д. Ю. Математична модель лабораторного стенда для дослідження систем водопостачання [електронний ресурс] / Д. Ю. Федотов, М. М. Мошноріз // Матеріали XLVІІІ науково-технічної конференції факультету електроенергетики та електромеханіки (2019), Вінниця, ВНТУ, 22.03.2019 – 23.03.2019. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feem/all-feem-2019/paper/view/7536>. (2 стор)

3. Мошноріз М. М. Комплексний підхід до моделювання систем транспортування води [електронний ресурс] / М. М. Мошноріз // Матеріали XLVІІІ науково-технічної конференції факультету електроенергетики та електромеханіки (2019), Вінниця, ВНТУ, 22.03.2019 – 23.03.2019. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feem/all-feem-2019/paper/view/7822>. (2 стор)

**Мошноріз Микола Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [moshnoriz@vntu.edu.ua](mailto:moshnoriz@vntu.edu.ua).

**Moshnoriz Nikolai Nikolaevich** – PhD, associate professor of the department of electromechanical systems of automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University.