

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему: «Система управління
водопостачання житлового
масиву на базі
мікроконтролера»

Виконав ст. гр. 1АКІТ-18м Остапенко Н. В.

Керівник: професор каф. АІТ Васюра А.С.

Мета і завдання дослідження. Головною метою даної роботи є розробка системи керування енергозберігаючим приводом насосної станції способом покращення енергетичних показників.

Для досягнення **мети** було розв'язано наступні **задачі**:

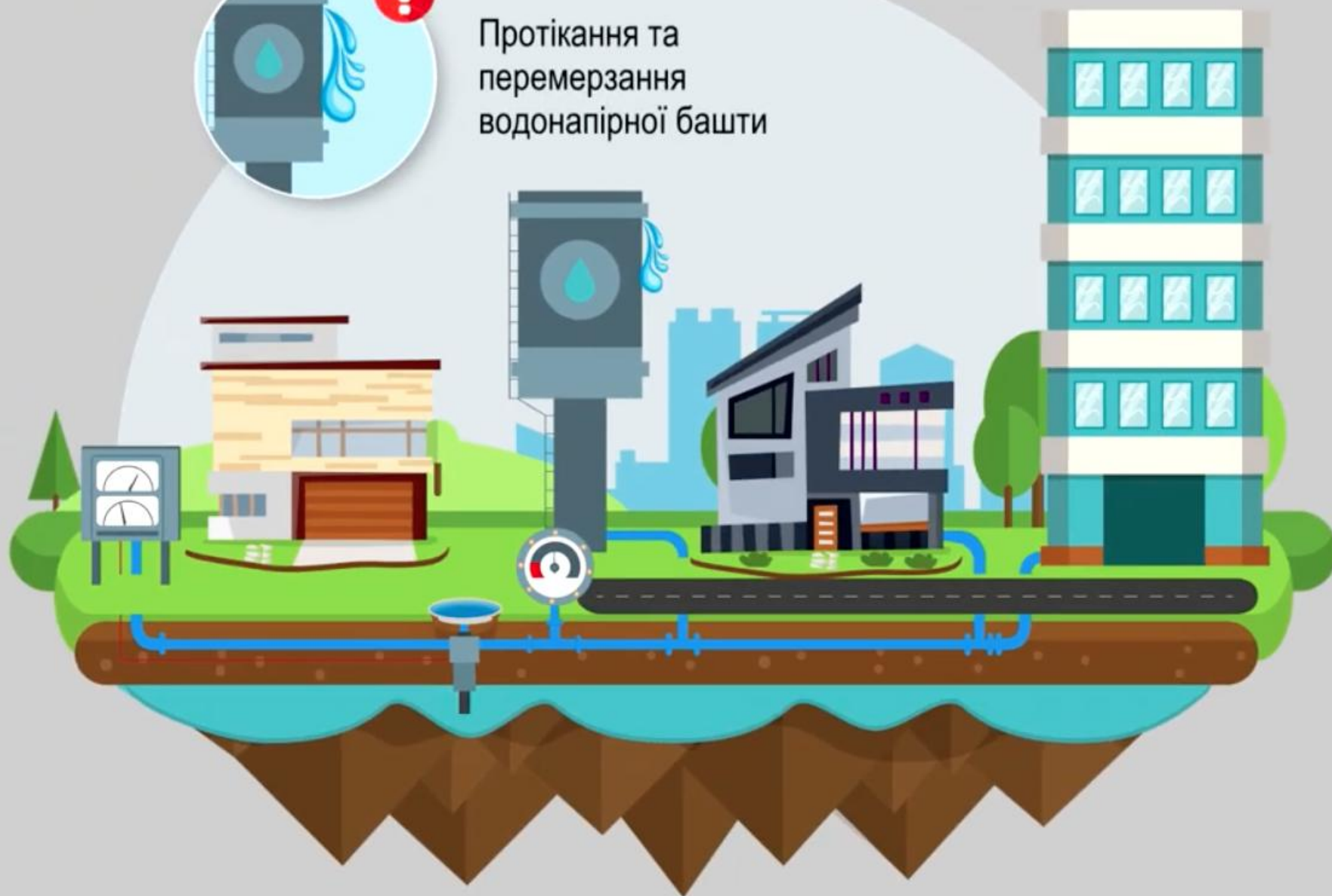
- розглянуто питання водопостачання в містах;
- проаналізувано основні системи електроприводу насосних станцій;
- розроблено систему оптимального керування.

Постановка задачі (Призначенням системи, що розробляється, є мінімізація втручання людського фактору до процесу роботи насосної станції. Також це енергоефективне та економічне рішення з точки зору електроспоживання)





Протікання та
перемерзання
водонапірної башти

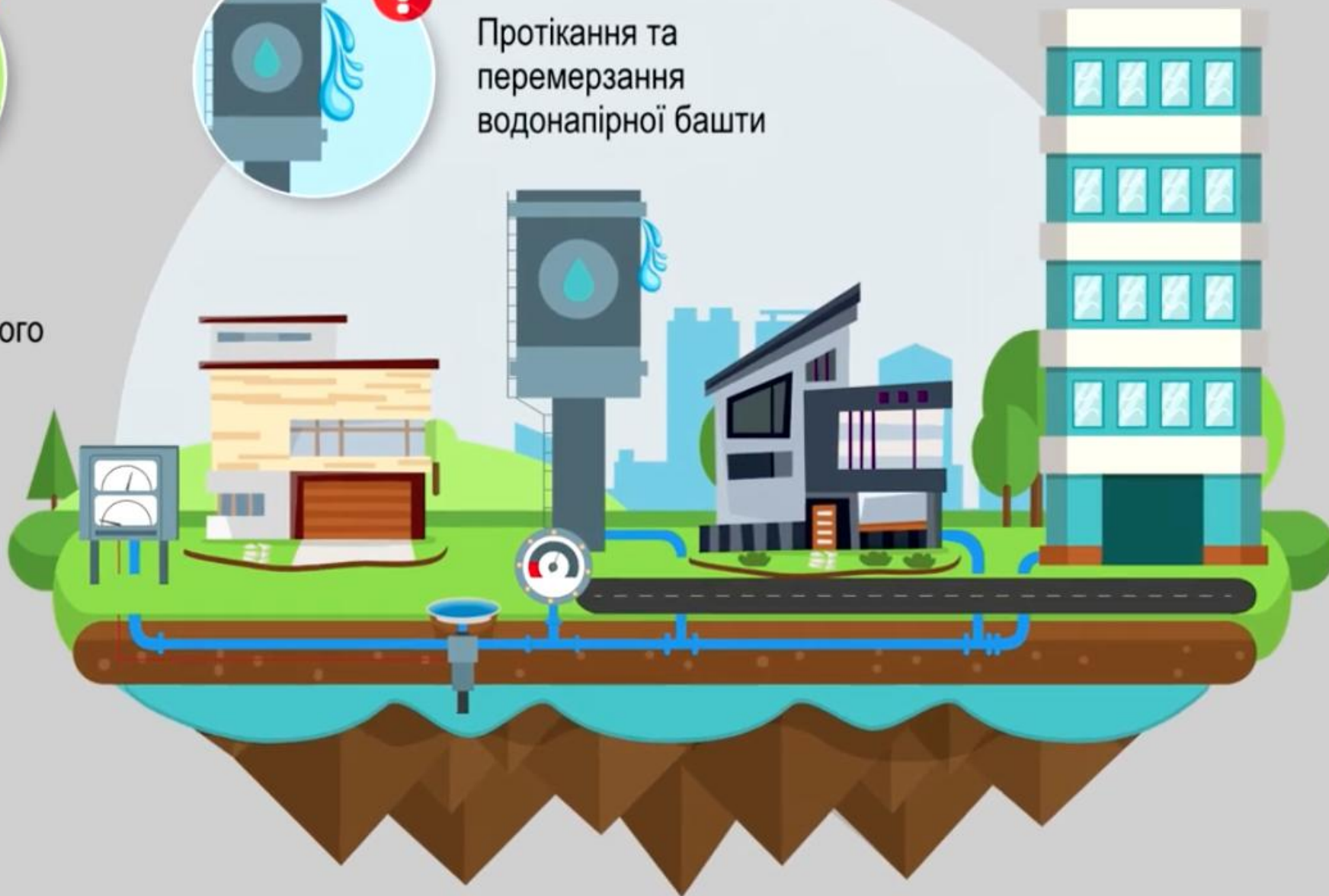




Відсутність надійного захисту насосного обладнання



Протікання та перемерзання водонапірної башти





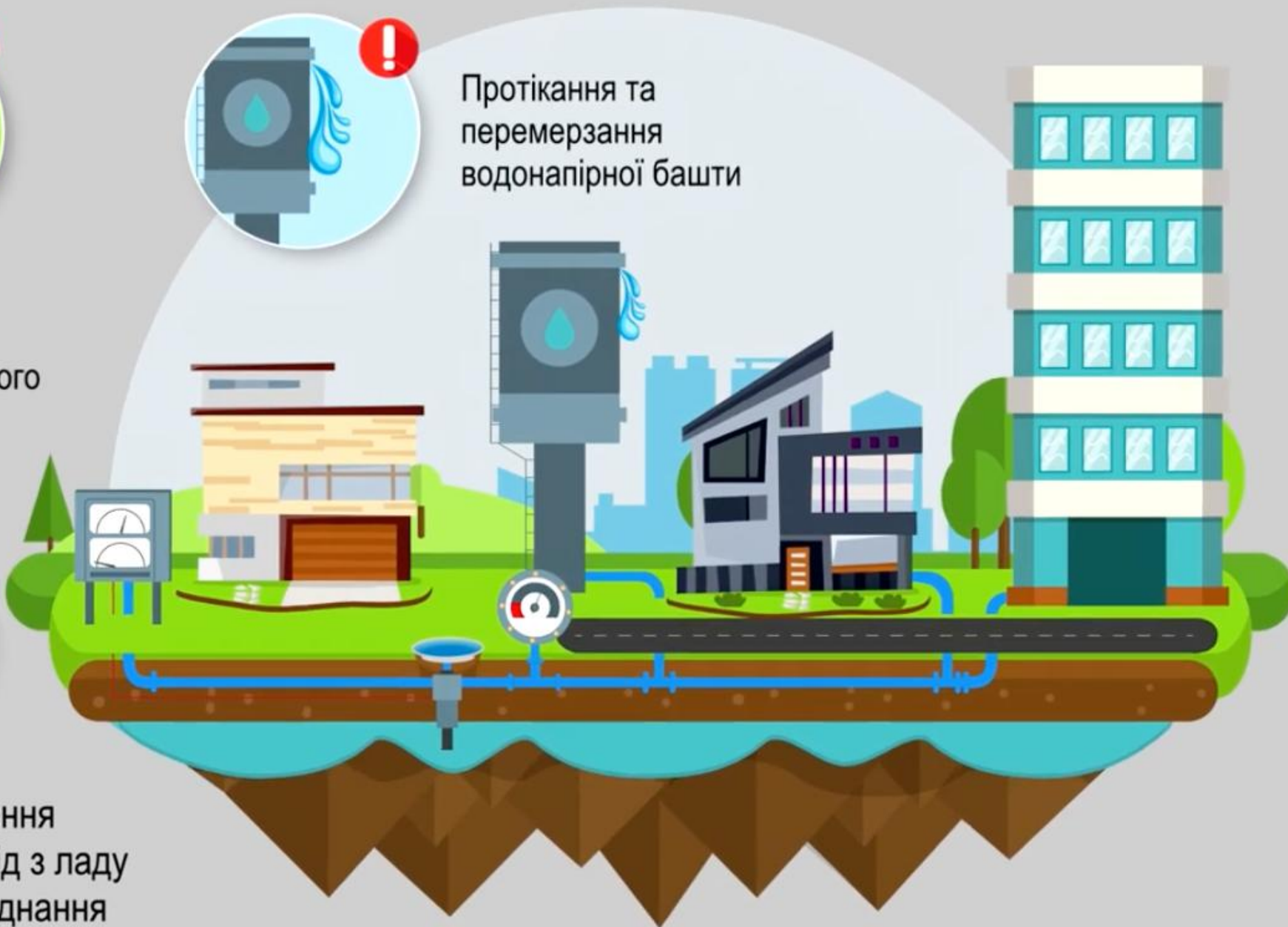
Відсутність
надійного
захисту насосного
обладнання



Протікання та
перемерзання
водонапірної башти



Перенавантаження
та швидкий вихід з ладу
насосного обладнання
Перевитрата електроенергії





Відсутність надійного захисту насосного обладнання



Протікання та перемерзання водонапірної башти



Перенавантаження та швидкий вихід з ладу насосного обладнання
Перевитрата електроенергії



Постійні гідроудари



Відсутність надійного захисту насосного обладнання



Протікання та перемерзання водонапірної башти



Нестабільний тиск в мережі



Перенавантаження та швидкий вихід з ладу насосного обладнання
Перевитрата електроенергії

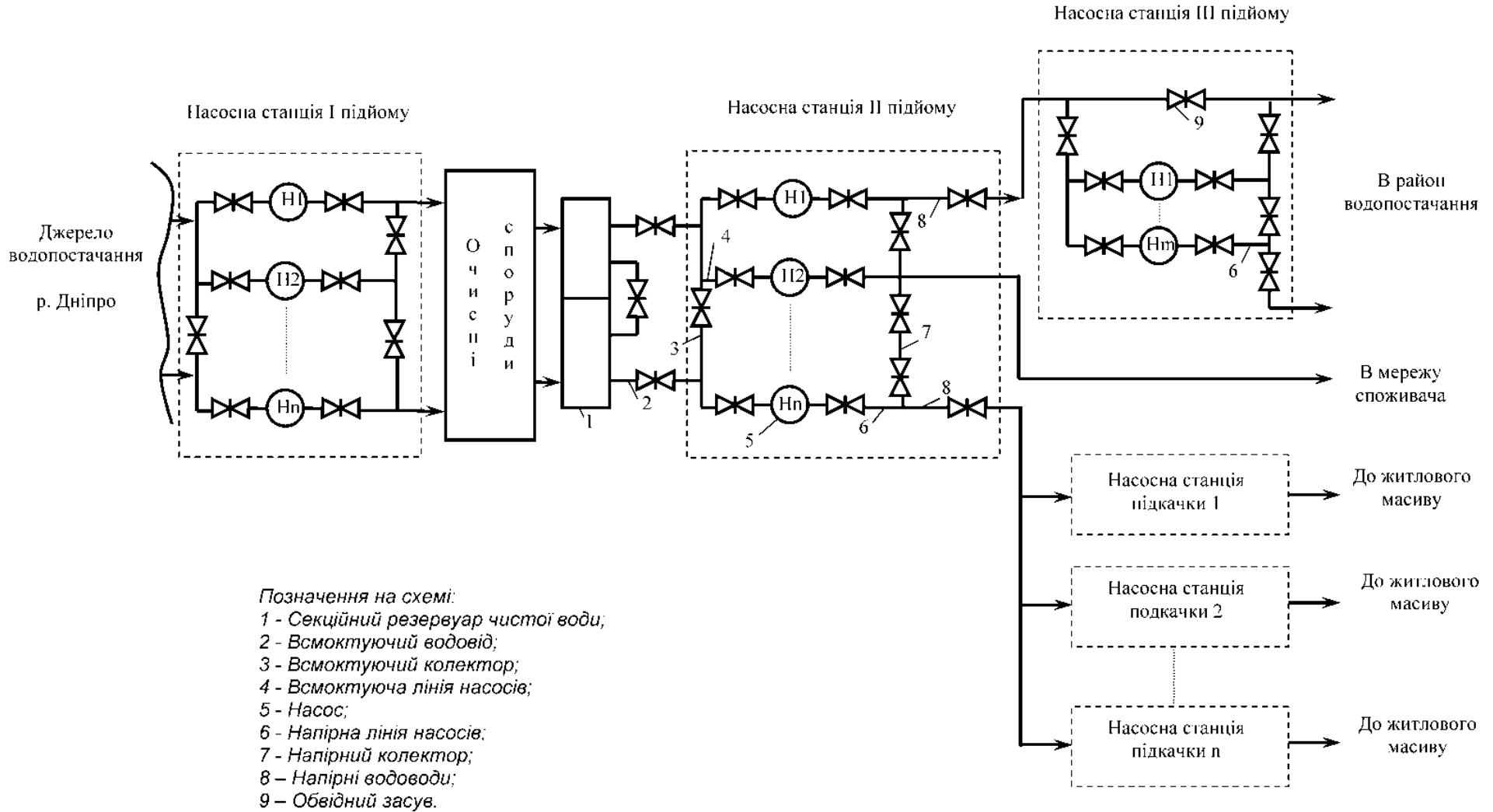


Постійні гідроудари

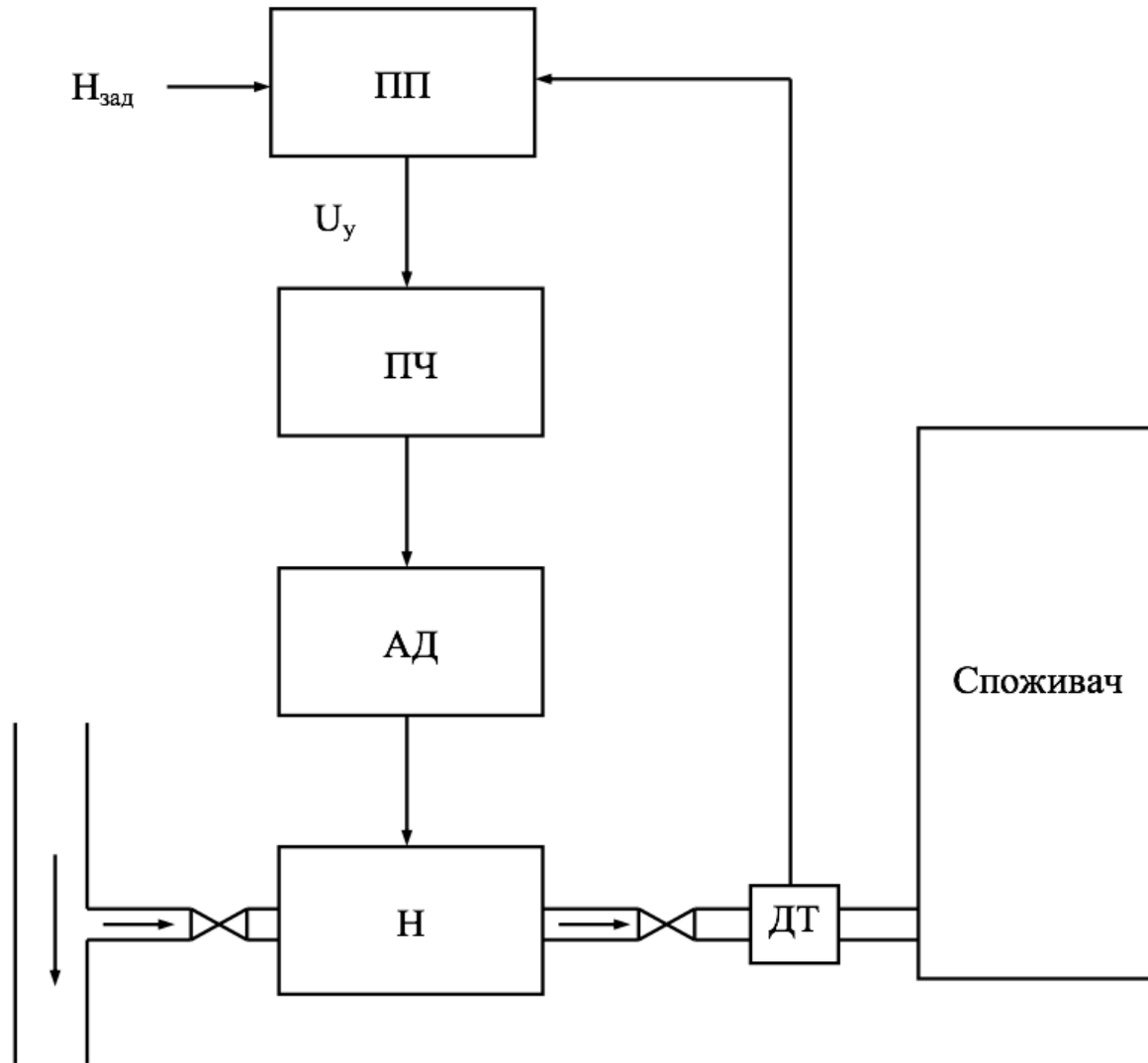


Ручне керування з залученням персоналу «людський» фактор





Структурна схема системи міського водопостачання



Н – насос

ДТ – датчик тиску

ПП – порівняльний пристрій

ПЧ – перетворювач частоти

АД – асинхронний двигун

Функціональна схема автоматичного керування системою водопостачання

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface. The main window shows an RT Simulator with a control panel diagram. The diagram includes a pressure gauge, two pumps labeled M1 and M2, and four buttons labeled F1, F2, F3, and F4. The time displayed is 6:04:00 PM. The background features a pattern of interlocking gears.

The Project tree on the left shows the following structure:

- Start
- Devices
- Давление_3_насоса_37 кВт_new_V14_V15
 - Add new device
 - Devices & networks
 - PLC_1 [CPU 1211C DC/DI only]
 - HMI_1 [KTP400 Basic mono PN]
 - Ungrouped devices
 - Security settings
 - Common data
 - Documentation settings
 - Languages & resources
 - Online access
 - Card Reader/USB memory

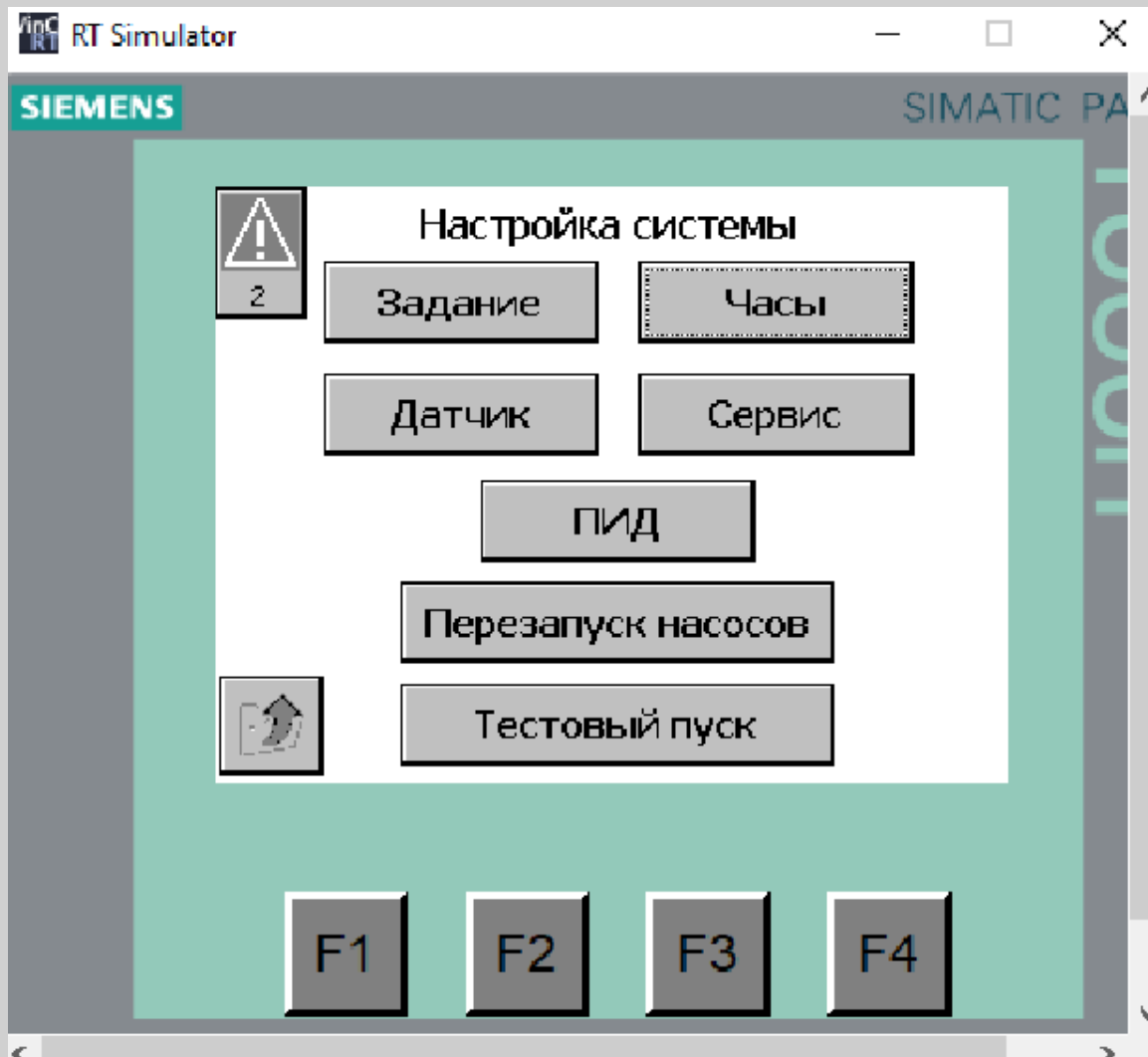
The Details view on the left shows the following configuration:

- Name
- Device configuration
- Online & diagnostics
- Runtime settings
- Screens
- Screen management
- HMI tags
- Connections
- HMI alarms

The Compile window at the bottom right shows the following log:

| Path | Description | Go to | Errors | Warnings | Time |
|-------------------|---|-------|--------|----------|------------|
| HMI_1 | Time stamp: 12/20/2018 7:17:43 AM - uses 183916 bytes (wit... | | 0 | 1 | 6:03:28 PM |
| | Software compilation started. | | | | 6:03:28 PM |
| | No HMI runtime-relevant changes have been made since the la... | | | | 6:03:37 PM |
| Screen management | | | 0 | 1 | 6:03:38 PM |
| Global screen | | | 0 | 1 | 6:03:38 PM |
| Alarm window_1 | | | 0 | 1 | 6:03:38 PM |
| | No title configured for the 'Alarm window_1' alarm window in L... | | | | 6:03:38 PM |
| | Software compilation completed (device version: 12.0.0.0). | | | | 6:03:38 PM |
| | Compiling finished (errors: 0; warnings: 1) | | | | 6:03:39 PM |

Робоче вікно програмного середовища із симуляцією відображення базового інтерфейсу панелі оператора



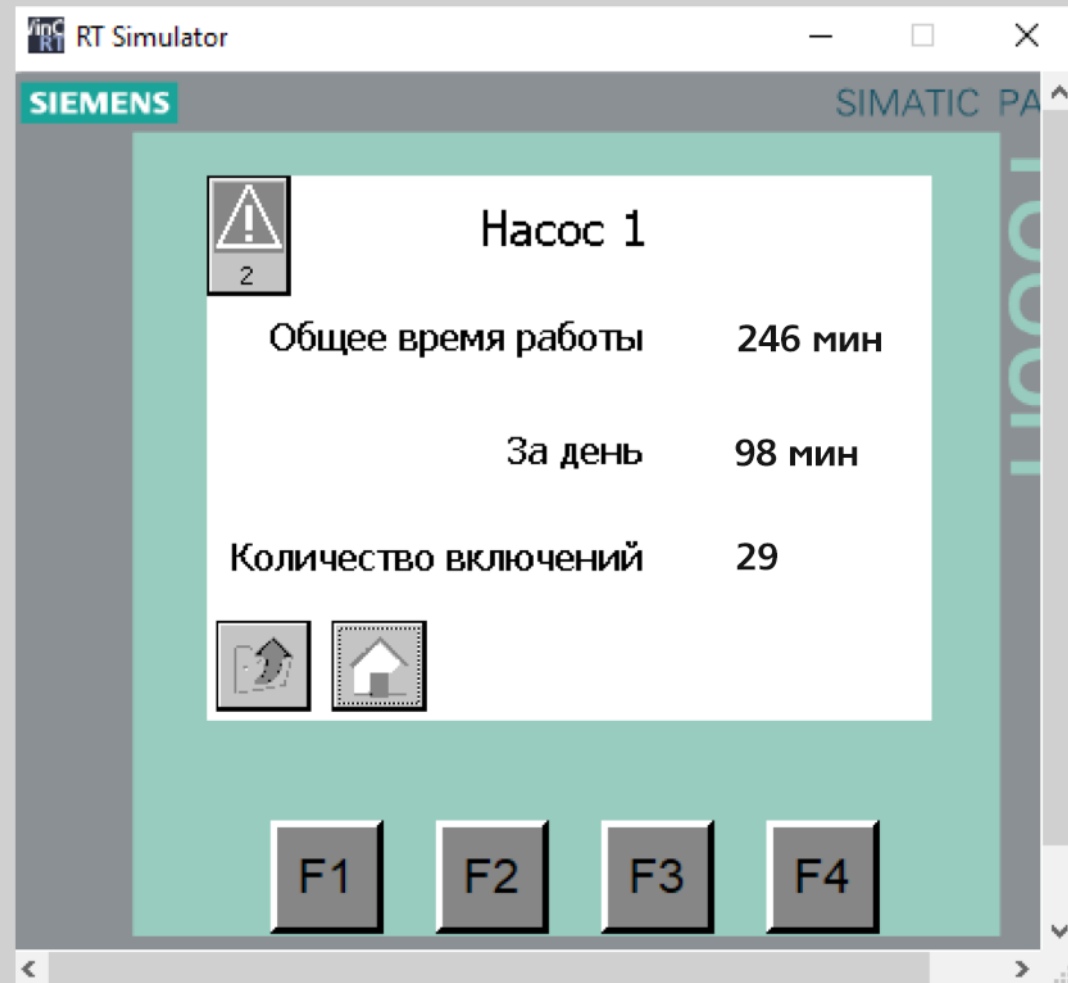
F1 – виклик вікна з основними параметрами роботи насосу

F2 – перехід до вкладки часу роботи

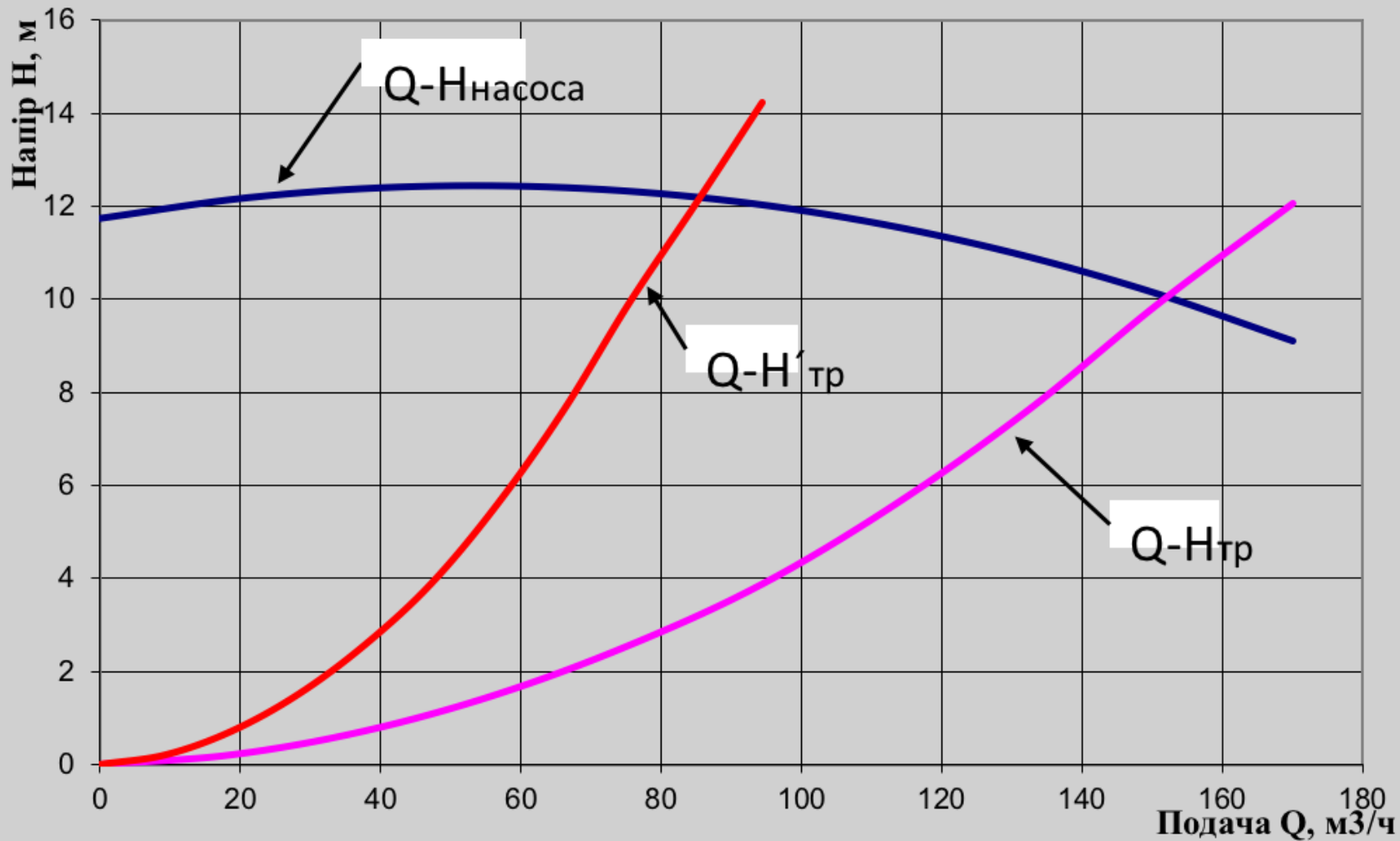
F3 – перехід до налаштування системи

F3 – перехід до попереднього вікна

Робоче вікно панелі налаштування системи



Симуляція роботи панелі оператора для відображення
напрацьованих годин насосного агрегату

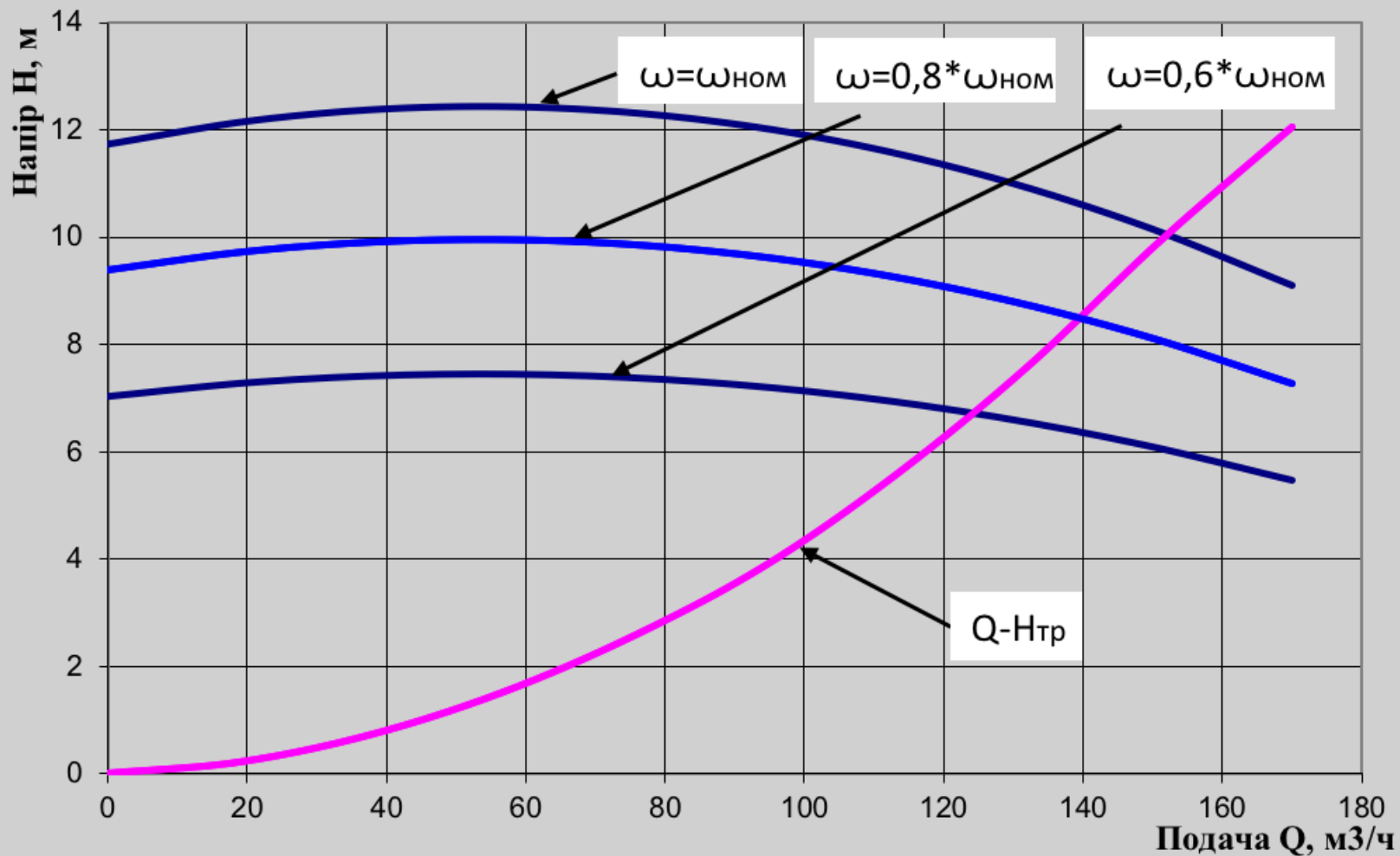


$Q-H$ – характеристика насосу

$Q-H'$ тр – характеристика трубопроводу при закритій засувці на половину.

$Q-H$ тр – характеристика трубопроводу без додаткового обору (засувка повністю відкрита)

Характеристика системи при регулюванні шляхом дроселювання



$\omega = \omega_{\text{ном}}$ – номінальна швидкість обертання

$\omega = 0,8 * \omega_{\text{ном}}$ – 80% від номінальної швидкості обертання

$\omega = 0,6 * \omega_{\text{ном}}$ – 60% від номінальної швидкості обертання

Q-H_{тр} – характеристика трубопроводу при закритій засувці на половину.
(при дросельному регулюванні)

Характеристика системи при регулюванні шляхом зміни швидкості обертання



Надійний захист
насосного облад-
нання економія
електроенергії
30-70%



Оптимальний режим
роботи насосного
обладнання

Водонапірна
башта повністю
виключається
з системи



Постійний і
стабільний
тиск в
системі



Відсутність гідроударів

Контроль за
роботою системи



| Показники | Задані у ТЗ | Досягнуті у магістерській кваліфікаційній роботі | Висновок |
|---|------------------------------|--|-----------|
| 1. Витрати на розробку системи управління водопостачання житлового масиву на базі мікроконтролера | Не більше 30 тис. грн | 27 тис. грн. | Досягнуто |
| 2. Абсолютний ефект від впровадження розробки тис. грн | Щороку не менше 800 тис. грн | Щороку по 942 тис. грн протягом 3-х років | Виконано |
| 3. Внутрішня норма дохідності інвестицій, % | не менше 60% | 62,88% | Досягнуто |
| 4. Термін окупності інвестицій, роки | до 3-х років | 1,59 років | Виконано |

Економічний розрахунок

ВИСНОВКИ

Визначено, що серед усіх відомих на сьогоднішній день способів керування подачею та напором насосного агрегату найефективнішим є регулювання швидкості обертання робочого колеса насоса використовуючи частотнорегульований електропривід. Цей метод, у порівнянні зі зміною гідравлічних параметрів трубопроводу чи насоса, дає можливість розширити діапазон регулювання продуктивності насосного агрегату за суттєвого зменшення споживання його двигуном електричної енергії.

Розраховано номінальні данні асинхронного двигуна як об'єкта керування. Та визначено, що для забезпечення необхідної продуктивності насосу при заданих вихідних даних $Q - 150 \text{ м}^3/\text{год}$, $H - 10 \text{ м}$, достатньо встановлення двигуна потужністю не менше $7,5 \text{ кВт}$.

При проектуванні об'єкту дослідження, поставлено певні умови роботи систем та обґрунтування їх необхідності для кінцевого споживача. Серед безлічі пропонованих на сучасному ринку засобів автоматизації та приводу, було обрано основні складові автоматизованої системи управління насосною станцією – контролер та перетворювач частоти, технічні характеристики яких цілком задовільняють поставлені вимогам.

У зв'язку з вибором програмованого логічного контролера виробництва компанії Siemens, після проведення аналізу існуючих методів програмування сучасних контролерів, було прийнято рішення будувати програмну керування за допомогою програмного забезпечення систем автоматизації технологічних процесів TIA Portal та мови програмування LD (Ladder Diagram).

Розроблена система керування та програма керування процесом легко адаптується під необхідні задачі користувача та налаштовується на будь-які вихідні дані системи.

В результаті отримані наступні переваги:

- Оперативність збору інформації про стан системи водопостачання;
- Автоматична підтримка тиску;
- Скорочення витрат на технічний огляд віддаленого обладнання;
- Зменшення кількості виїздів персоналу на об'єкти;
- Дистанційне визначення причин несправностей обладнання на віддалених об'єктах водопостачання;
- Оперативна реакція на нештатні ситуації, що в свою чергу покращує якість постачання води для населення та промислових об'єктів.

Апробація та публікації. Результати роботи були опубліковані на XLVII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств (м.Вінниця, 23 березня 2018 року).

Опубліковано 1 наукову працю на Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України», 12-14 листопада 2019 р..

Подані тези доповіді на Всеукраїнську науково-практичну інтернет-конференцію «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», 1-15 травня 2020 р.

Дякую за увагу!