

РОЗРОБКА ВЕРХНЬОГО РІВНЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ SCADA-СИСТЕМИ ПОДАЧІ ВОЛОГИ В ГРУНТОВО-РОСЛИННИЙ ПОКРИВ

Белей О. І., Заміховська О. Л., Стасюк Р. Б.

1. Вступ

Важливим завданням зрошувального землеробства є впровадження екологічно безпечних, водозберігаючих технологій поливу сільськогосподарських культур.

Вирішення цієї проблеми неможливо без створення досконалих автоматизованих зрошувальних систем (АЗС). Особливого значення набувають дослідження з пошуку оптимальних рішень при проектуванні АЗС, реконструкції, мережній ідентифікації, виявленні витоків, несанкціонованих відборів, внутрішньотрубних корозійних утворень при нестачі або невизначеності вихідних даних.

При вирішенні даного класу задач основна проблема полягає в побудові автоматизованої системи, яка враховує велику кількість факторів, умови невизначеності, і дозволяє розробити сценарії для задач оптимізаційного планування.

Основна увага при розробці програмного забезпечення у пакеті Step 7 для системи подачі вологи ґрунтового-рослинному повинна бути приділена:

- економії великої кількості води за рахунок оптимального налаштування процесу поливу і абсолютної відсутності "проливання" води;
- постійному контролю про хід подачі вологи;
- захисту від не дозволеного доступу до збору інформації і управління;
- моніторингу в режимі реального часу подачу вологи;
- зручному користувачькому інтерфейсі.

2. Об'єкт дослідження і його технологічний аудит

Об'єктом дослідження даної роботи є контроль та розподіл води в ґрунтового-рослинний покрив.

Предметом дослідження є розроблення верхнього рівень системи – це людино-машинний інтерфейс SCADA WinCC, який відображає стан контрольованих величин.

Структурна схема системи подачі вологи представлена на рис. 1 [1].

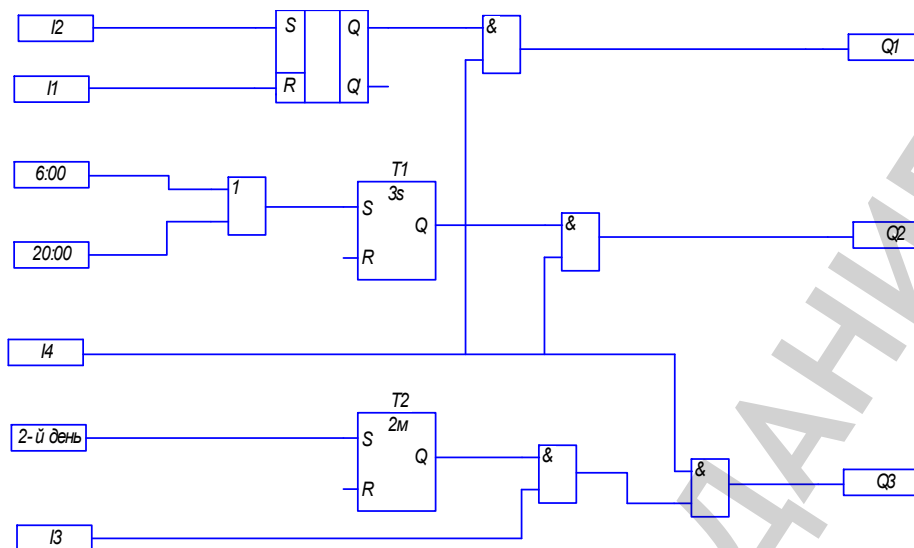


Рис. 1. Структурна схема системи подачі вологи

Розшифрування елементів структурної схеми (рис. 1):

- I1 – Вимикач поплавця для максимального значення;
- I2 – Вимикач поплавця для мінімального значення;
- I3 – Сутінковий вимикач;
- I4 – Вимикач для автоматичного керованого зрошування;
- Q1 – Електромагнітний клапан для зрошування рослин типу 1;
- Q2 – Електромагнітний клапан для зрошування рослин типу 2;
- Q3 – Електромагнітний клапан для зрошування рослин типу 3.

Основою для побудови верхнього рівня автоматизованої системи слугували структурна схема (рис. 1) та розроблений нижній рівень системи [1].

Характерними недоліками розробленої системи є неможливість архівування даних та вивід аварійних повідомлень.

3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є забезпечення ґрунтово-рослинного покриву вологою методом розроблення комп'ютеризованої інформаційної системи.

Для досягнення вказаної мети були поставлені такі завдання:

1. визначити основні недоліки і проблеми існуючих апаратних засобів та програмного забезпечення;
2. перерахувати теоретичні передумови створення верхнього рівня автоматизованої SCADA-системи подачі вологи в ґрунтово-рослинний покрив;
3. розробити верхній рівень системи подачі вологи.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Автоматичні системи можуть працювати без участі людини і постійного обслуговування. Найбільш відомі виробники цього обладнання Hunter, Nelson, Rain Bird, Gardena. Автоматика тут представлена пультами управління (контролерами) або керуючими комп'ютерами, в тому числі в складі інтелектуальних систем «розумний будинок». Вони дозволяють програмувати кратність, графік, послідовність і вибір об'єктів поливу; враховувати погодні умови і керувати

всією системою, давачами (вологості, дощу, заморозків та іншими) і електромагнітними клапанами трубопроводів. Пульти управління може з'єднуватися з давачами і кабелями або за допомогою пристроїв радіоуправління.

Відомою є система спринклерного зрошення NAAN DAN JAIN (Ізраїль). Подача води здійснюється шляхом розпилення або розбризкування засадженої території. Даний полив підійде для теплиць, парків, розплідників, клумб і різних садівничих господарств [2].

Авторами [3–5] запропонована система моніторингу водно-фізичних властивостей ґрунтів, яка складається з двох рівнів: нижнього, що представлений чотирма функціями:

- FC4 (контроль за вологістю ґрунтів), FC8 (значення корисного запасу вологи);
- FC9 (значення загального запасу вологи);
- FC10 (значення важкодоступного запасу вологи) та верхнього – людиномашинного інтерфейсу в SCADA WINCC, що відображає стан контрольованих величин (графічне подання, архівування та вивід аварійних повідомлень) у вибраній точці моніторингу (рис. 2).

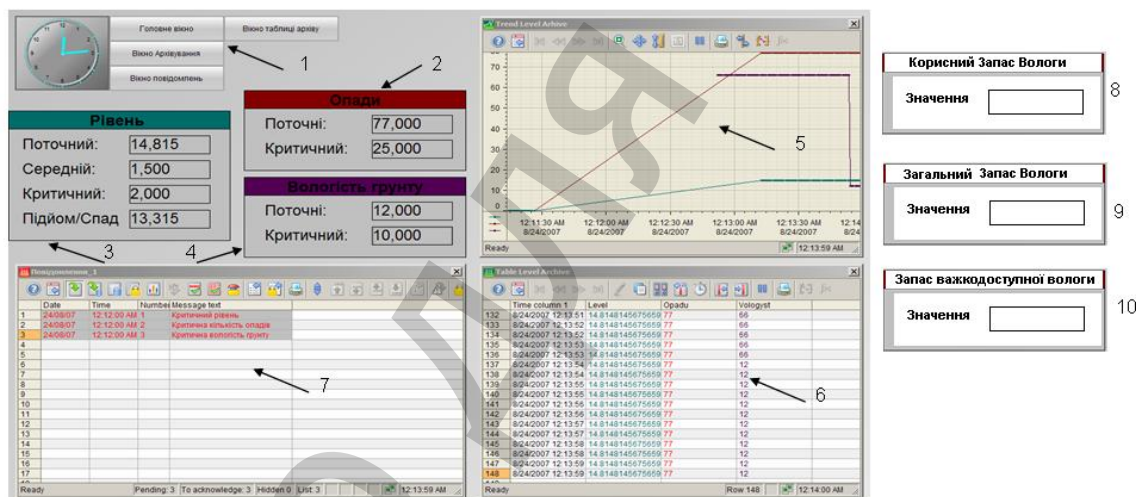


Рис. 2. Робоче вікно системи моніторингу властивостей ґрунтів

Згідно рис. 2, наведено наступні позначення:

- 1 – функціональні кнопки для відображення вікон архівування та повідомлень;
- 2, 3, 4 – загальна інформація про стан рівня паводкових вод, кількості атмосферних опадів та вологості ґрунтів;
- 5, 6 – вікна графічного та числового архівування даних;
- 7 – вікно для виводу повідомлень;
- 8, 9, 10 – значення корисного та загального запасу вологи, а також важкодоступного запасу вологи ґрунтів.

Сьогодні відома значна кількість апаратних засобів та технічного забезпечення подачі вологи ґрунтово-рослинному покриву: системи крапельного поливу, які призначені для безпосередньої подачі вологи до коренів рослин. Рідина, що потрапила в коріння подібним чином, засвоюється рослинами практично повністю. Крім того, така система поливу значно знижує витрату води, що є ще

однією незаперечною перевагою багатьох давачів; автоматична система зрошення теплиць, що дозволяє поливати культури в точно заданий час суворо відміреною кількістю води, при цьому температура її знаходиться на належному рівні. В систему входить спеціальний контролер, який запам'ятовує дату і час подачі вологи, є давачі, що визначають температуру води, при необхідності подають сигнал про її нагріванні [6–8].

Авторами роботи [9] розроблена автоматична система виробництва на основі моніторингу вологості ґрунтів з врахування їх типів.

На завершення слід зазначити, що серед основних напрямів усунення проблем існуючих апаратних засобів та програмного забезпечення слід виділити наступні:

- високі економічні затрати на розробку та впровадження в експлуатацію даних систем та технічних засобів;
- охоплюють вузьку задачу дослідження;
- складність систем автоматичного поливу;
- складний користувачський інтерфейс;
- не врахування часових меж;
- щодо існуючих пристроїв подачі вологи, то для їх виготовлення потрібно використати значну кількість електронних компонентів.

5. Методи дослідження

Основними матеріалами для дослідження слугували аналіз існуючих автоматизованих систем поливу та літературні джерела, які були використані для розроблення SCADA-системи подачі вологи в ґрунтово-рослинний покрив.

Дослідження проведено із застосуванням методів схемо-і системотехніки та залученням програмного продукту фірми Siemens WinCC v7.0 SP1 (для розробки системи подачі вологи).

6. Результати дослідження

На основі розробленого нижнього рівня системи у програмному середовищі STEP 7, де визначається тип та директорія збереження файлів проекту відбувалася розробка верхнього рівня автоматизованої SCADA-системи подачі вологи в ґрунтово-рослинний покрив.

Основна увага при розробці програмного забезпечення у пакеті Step 7 для системи подачі вологи ґрунтово-рослинному покриву була приділена:

- економії великої кількості води за рахунок оптимального налаштування процесу поливу і абсолютної відсутності "проливання" води;
- постійному контролю про хід подачі вологи;
- захисту від не дозволеного доступу до збору інформації і управління;
- моніторингу в режимі реального часу подачу вологи;
- зручному користувачькому інтерфейсу;
- економічній вигідності.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA Supervisory Control And Data Acquisition) є основним і в даний час залишається найбільш перспективним методом автоматизованого управління складними динамічними системами (процесами) в життєво важливих і критичних з точки зору безпеки і надійності

галузях. Саме на принципах диспетчерського управління будуються великі автоматизовані системи в промисловості та енергетиці, транспорті, в космічній і військовій областях, в різних державних структурах.

SCADA процес збору інформації реального часу з віддалених точок (об'єктів) для обробки, аналізу і можливого управління віддаленими об'єктами. Вимога обробки реального часу обумовлена необхідністю доставки (видачі) всіх необхідних подій (повідомлень) і даних на центральний інтерфейс оператора (диспетчера). В той же час поняття реального часу відрізняється для різних SCADA-систем. Прообразом сучасних систем SCADA на ранніх стадіях розвитку автоматизованих систем управління були системи телеметрії та сигналізації [10].

Основні функції SCADA-системи:

1. Комунікаційні функції:
 - між підсистемами та елементами SCADA;
 - з системою верхнього рівня по основному і резервному каналам зв'язку.
2. Інформаційні функції:
 - функції збору, первинної обробки і відображення інформації про хід технологічного процесу;
 - функції формування аварійної та попереджувальної сигналізації;
 - функції формування показників роботи технологічних об'єктів;
 - функції реєстрації подій, аварійних повідомлень і значень параметрів.
3. Функції дистанційного керування:
 - функції дистанційного керування за командою оператора;
 - функції автоматизованого управління з алгоритмів SCADA;
 - функції автоматичного захисту технологічного устаткування – агрегатний захист, станційний захист, алгоритми захистів для всього трубопроводу.
4. Функції формування звітно-облікової документації:
 - з обліку технічного стану технологічного обладнання;
 - з обліку технічного стану програмно-технічних засобів;
 - з обліку споживання паливно-енергетичних ресурсів;
 - з обліку балансу і якості товарної продукції.
5. Функції настройки компонентів SCADA включають функції базового програмного забезпечення SCADA і контролерів з налаштування та конфігурації засобів автоматизації.

Теоретичними передумовами розроблення верхнього рівня автоматизованої SCADA-системи покладено принцип роботи нижнього рівня системи подачі вологи ґрунтово-рослинного покриву з врахуванням трьох типів рослин полягає у наступному: рослини типу 1 – це водорості в басейні, рівень води в якому повинен підтримуватися в певному діапазоні; рослини другого типу повинні зрошуватися вранці і увечері по 3 хвилини; а рослини третього типу – кожен другий вечір протягом 2 хвилин [10, 11].

6.1. Розробка верхнього рівня SCADA-системи подачі вологи ґрунтового-рослинному покриву

Розробка верхнього рівня системи подачі вологи ґрунтового-рослинному покриву здійснювалось у програмному продукті концерну Siemens WinCC.

SIMATIC WinCC представляє собою масштабовану систему візуалізації процесів, що володіє потужними функціями для контролю автоматизованих процесів. WinCC надає всі функціональні можливості SCADA під Windows для всіх галузей – від одного користувача до розподілених багатокористувацьких систем з резервованими серверами і глобальними web-клієнтами.

Розроблена SCADA-систему моніторингу подачі вологи ґрунтового-рослинному покриву складається з трьох точок моніторингу (три режими подачі вологи), а саме: перший, другий та ручний (рис. 3).

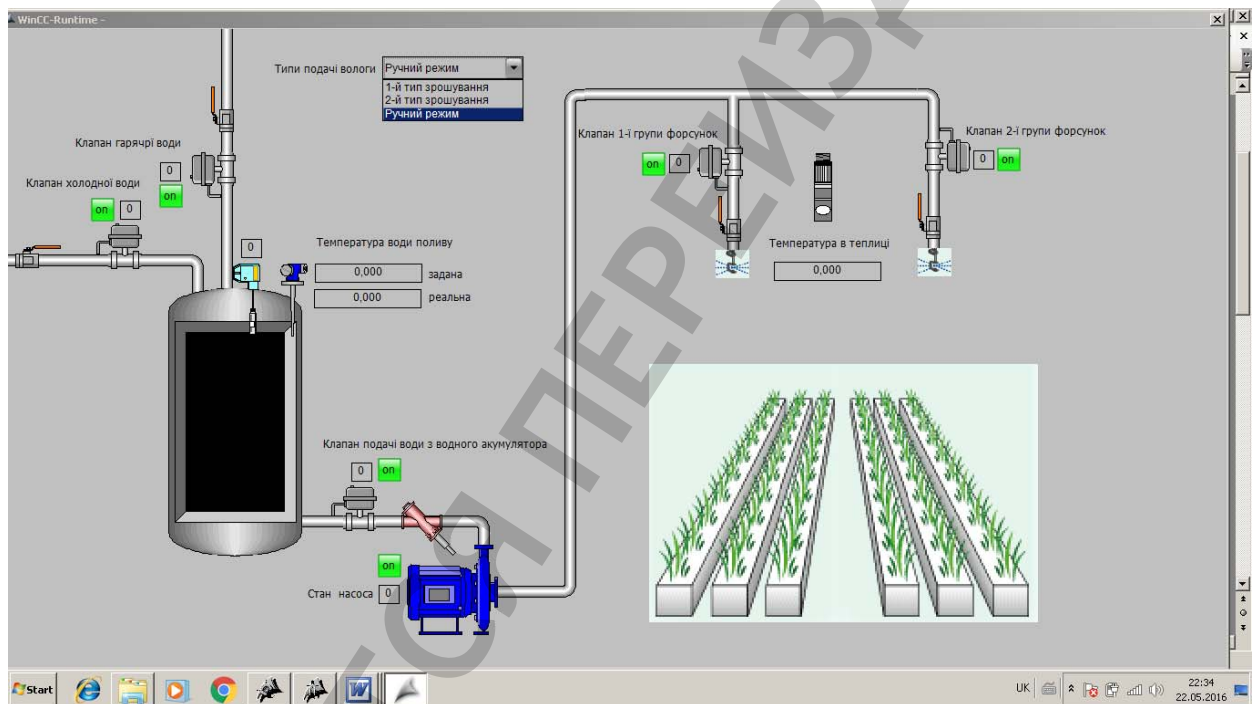


Рис. 3. Вікно вибору режимів подачі вологи ґрунтового-рослинному покриву

У ручному режимі відображаються та стають активними кнопки управління клапанами та насосами (On). При натисканні один раз на кнопку клапан або насос включається, а при натисканні другий раз – виключається (рис. 4).

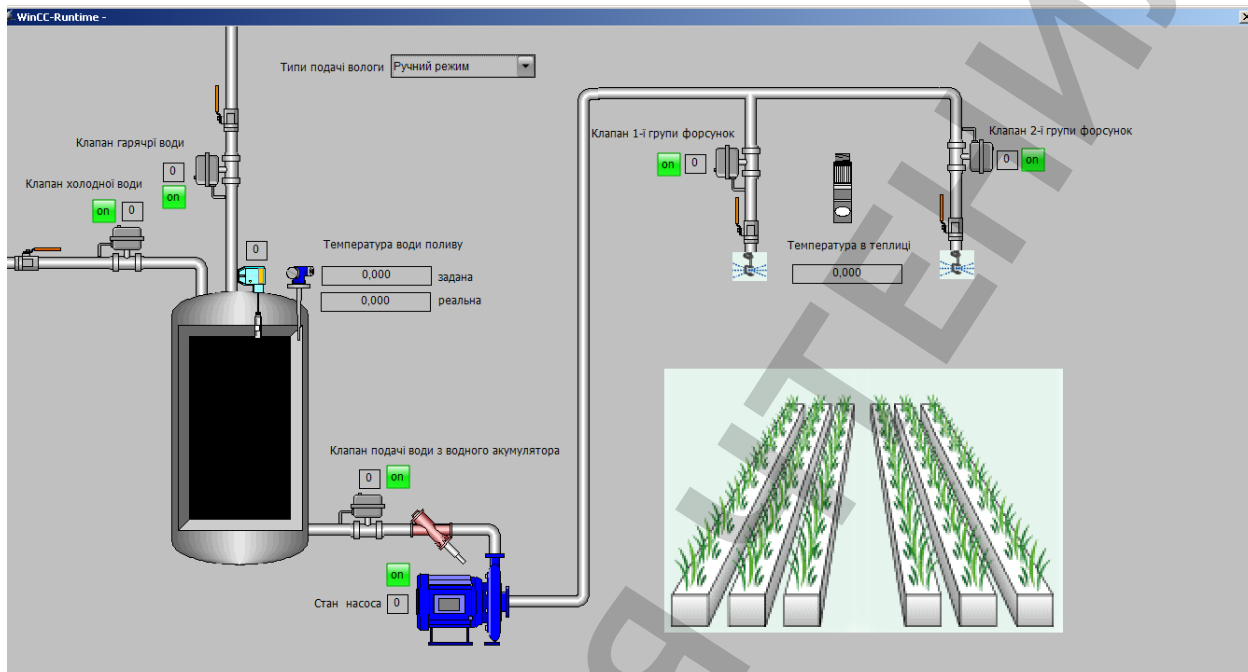


Рис. 4. Ручний режим подачі вологи

Перший режим управління (рис. 5): рівень у резервуарі верхній (максимальний) включаються клапани для автоматично керованого зрошування.

Другий режим управління – це подача вологи у встановлені часові рамки (рис. 6).

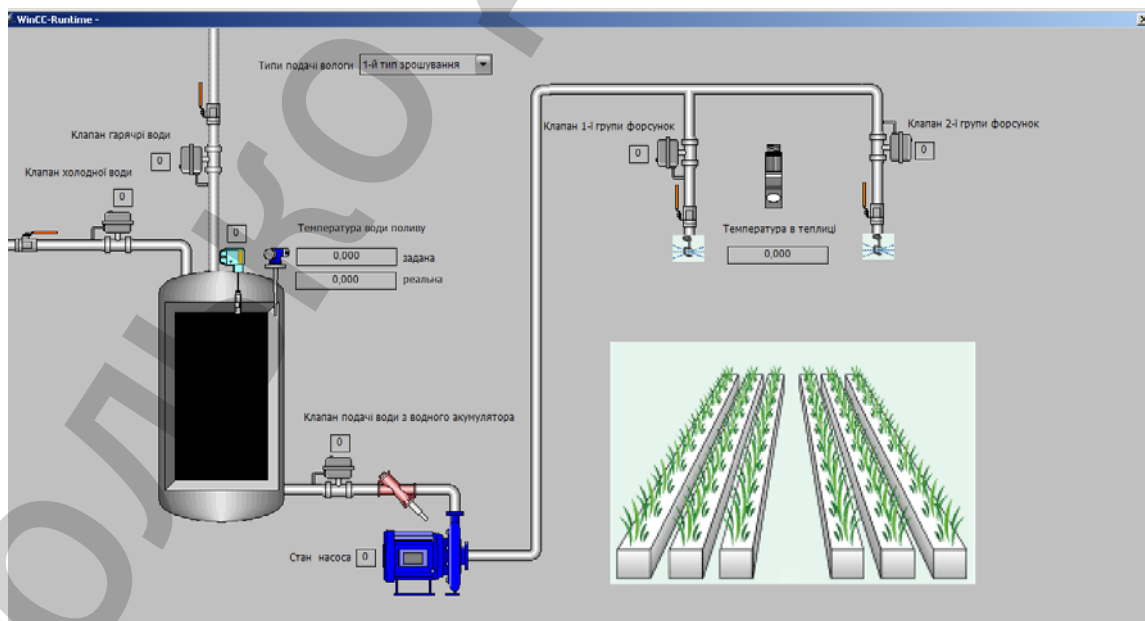


Рис. 5. Перший режим подачі вологи ґрунтово-рослинному покриву

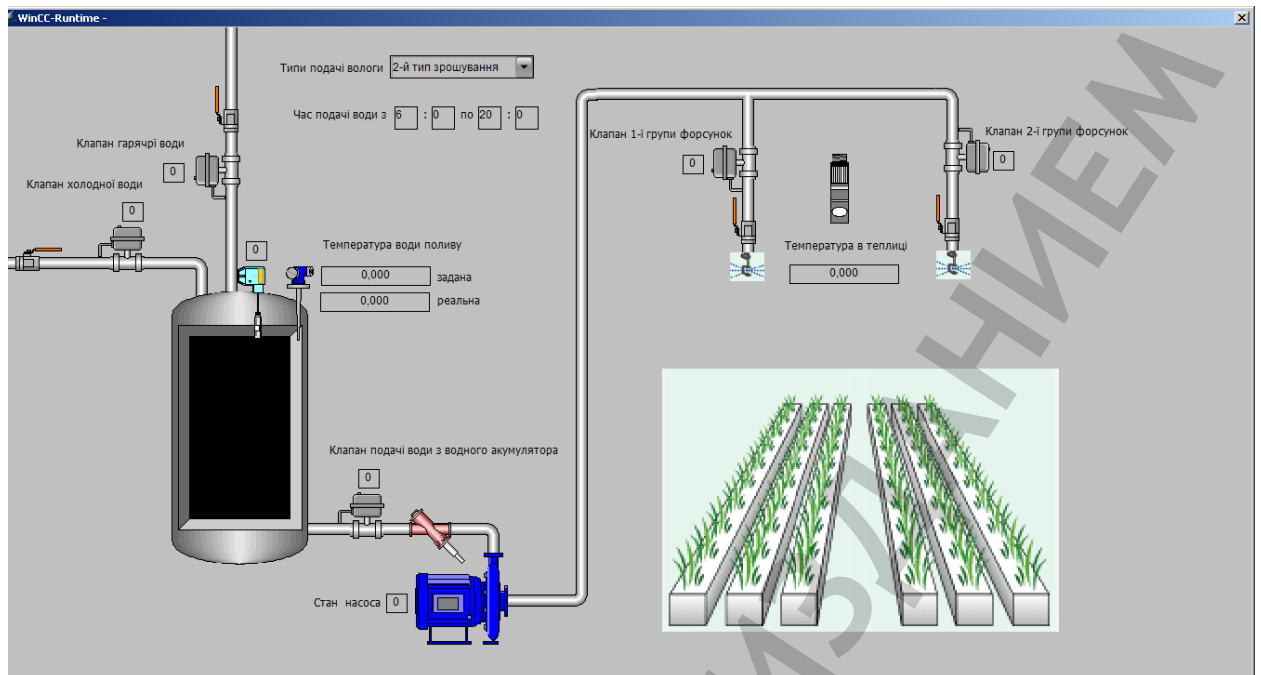


Рис. 6. Другий режим подачі вологи

Отже, було спроектовано систему моніторингу і подачі вологи за допомогою людино-машинного інтерфейсу програми WinCC v7.0 SP1 з використанням попередньо створеного проекту у програмному середовищі Simatic Manager.

Основний результат даної роботи полягає у забезпеченні оптимальної та раціональної подачі вологи ґрунтовому та рослинному покривам шляхом розробки програмного забезпечення.

Переваги запропонованої розробленої системи подачі вологи ґрунтового-рослинному покриву в порівнянні з існуючими є:

- мобільність;
- здійснення контролю у режимі реального часу;
- зручний інтерфейс у користуванні;
- економічна вигідність.

Розроблений верхній рівень системи подачі можна передати тепличним господарствам, оранжерейам та використовувати у навчальних курсах дисциплін з метою ознайомлення з функціональними блоками (булевої алгебри) програмного пакету Step 7, а також виборі технічної бази.

7. SWOT-аналіз результатів дослідження

Strengths. Працює на різних платформах у режимі реального часу, споживчий ринок являється широкомасштабним (різні вищі навчальні заклади чи організації), прихильність споживачів та розділення сеансів користувача, кон'юнктура ринку. Це пропозиція, яка представляється одним товаром – автоматизована система, дозволяє редагування, додавання, видалення додаткових тегів.

Weaknesses. Неможливість архівування даних та вивід аварійних повідомлень, конкуренти та фінансування.

Opportunities. Розповсюджується вільно, зручний користувацький інтерфейс, можливість вибору режимів подачі вологи, вихід на світовий ринок.

Threats. Вихід з ладу комп'ютера, раптове виключення електроенергії, науково-технічний прогрес – це техніка, матеріали, нові перспективи, а також демографічне середовище, яке визначається складом населення та його зайнятістю.

8. Висновки

1. Встановлено, що основними недоліками існуючих автоматизованих систем подачі вологи ґрунтово-рослинному покриву є високі економічні затрати на їх розробку та відсутність вибору режимів управління.

2. Розроблені структурна схема принципу роботи автоматизованої системи подачі вологи та її нижній рівень слугували для розроблення SCADA-система подачі вологи. Ця дозволяє:

- контролювати реальні та поточну температури;
- вмиканні/вимиканні клапанів холодної та гарячої води;
- вмиканні/вимиканні першої чи другої групи форсунок; вибрати режими подачі води та слідкувати за температурою у теплиці.

3. Встановлено, що розроблений верхній рівень системи подачі вологи дозволяє допрацьовувати її під кінцевого користувача за короткий час, завдяки підключенню графічного інтерфейсу програми, функцій і тегів, що відповідають за вивід даних та вибору режимів подачі вологи.

Література

1. Zamikhovska, O. L. The lower level of water supply system for land cover [Text] / O. L. Zamikhovska, O. I. Klapoushchak // ScienceRise. – 2016. – Vol. 6, No. 2 (23). – P. 21–27. doi:[10.15587/2313-8416.2016.72168](https://doi.org/10.15587/2313-8416.2016.72168)

2. Sistemy orosheniia Naan Dan Jain (Izrail') [Electronic resource] // Agro-Server.ru – informatsionnaia podderzhka sel'skogo hoziaistva i pishchevoi promyshlennosti. – Available at: \www/URL: <https://agroservers.ru/b/sistemy-orosheniya-naan-dan-jain-izrail-132055.htm>

3. Klapoushchak, O. I. Rozrobka SCADA-systemy dlia monitorynhu vodno-fizychnykh vlastyvostei hruntiv [Text] / O. I. Klapoushchak, L. O. Shtaier // Proceedings of the V International Internship School-Seminar «Methods and means of diagnostics in technics and socium «MRD TS-2015», November 16–19, 2015. – Ivano-Frankivsk: Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 2015. – P. 27–29.

4. Berger, H. Automating with STEP7 in STL and SCL: Programmable Controllers Simatic S7-300-400 with CDRom and disk (revised) [Text] / H. Berger. – Publicist Corporate Publishing, 2001. – 442 p.

5. Automation with programs Step 7 LAD and FBD [Electronic resource] // Siemens Russian. – Available at: \www/URL: http://dfpd.siemens.ru/assets/files/infocenter/Documetations/Automation_systems/STEP7/Berger_STEP7_LAD&FBD_r.pdf

6. Kapiliarnyi polyv u teplytsi: prystrii, zastosuvannia [Electronic resource] // Remont ta vyroby svoimy rukamy. – 18.03.2015. – Available at: \www/URL: <http://remontu.com.ua/kapilyarnij-poliv-v-teplici-pristrij-zastosuvannya>
7. Systema polyvu na dachi [Electronic resource] // Remont ta vyroby svoimy rukamy. – 18.03.2015. – Available at: \www/URL: <http://remontu.com.ua/sistema-polivu-na-dachi>
8. SAV-1000 sistema dlia vneseniia ammiachnoi vodi [Electronic resource] // Sunrise-Agro. – Available at: \www/URL: <http://sunrise-agro.uaprom.net/p2931594-sav-1000-sistema.html>
9. Agbetuyi, A. F. Design and implementation of an automatic irrigation system based on monitoring soil moisture [Electronic resource] / A. F. Agbetuyi, H. E. Orovwode, A. A. Awelewa, S. T. Wara, T. Oyediran // Journal of Electrical Engineering. – Available at: \www/URL: <http://www.jee.ro/covers/art.php?issue=WK1446219610W56338f5a49ec9>
10. SINEMA Server – Siemens Support. Configuration Manual [Text]: C79000-G8976-C241-01. – Nürnberg, Germany: Siemens AG, 2011. – 215 p. – Available at: \www/URL: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/033/52750033/att_105666/v1/PH_SINEMA-SERVER_76.PDF
11. Shea, N. Siemens vs Allen-Bradley: Function Blocks [Electronic resource] / N. Shea // DMC, Inc. – April 01, 2010. – Available at: \www/URL: <https://www.dmcinfo.com/latest-thinking/blog/articletype/articleview/articleid/171>