

**Пилявський Володимир Степанович**, кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник, Відділ гомогенного каталізу та присадок до нафтопродуктів, Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії, Національна академія наук України, Харківське шосе, 50, м. Київ, Україна, 02660  
E-mail: pilvs@yandex.ua

**Полункін Євген Васильович**, кандидат хімічних наук, завідувач відділу, Відділ гомогенного каталізу та присадок до нафтопродуктів, Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії, Національна академія наук України, Харківське шосе, 50, м. Київ, Україна, 02660  
E-mail: polunkin@i.ua

УДК 504.5

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.72168

## НИЖНІЙ РІВЕНЬ СИСТЕМИ ПОДАЧІ ВОЛОГИ ГРУНТОВО-РОСЛИННОМУ ПОКРИВУ

© О. Л. Заміховська, О. І. Клапоушак

*У роботі розроблено нижній рівень системи подачі вологи ґрунтово-рослинному покриву з використанням новітнього програмного продукту Step 7. Принцип роботи системи включає у себе три режими подачі вологи для ґрунтово-рослинного покриву. Вибір режимів подачі вологи зумовлений водно-фізичними властивостями ґрунтів та типами рослин.*

*Моделі нижнього рівня системи водопостачання рослинного покриву будуть служити в якості вихідних даних для системи моніторингу (верхній рівень)*

**Ключові слова:** *нижній рівень, ґрунтово-рослинний покрив, волога, ґрунти, типи рослин*

*The lower level of water supply system for land cover using the latest software product Step-7 was developed in the article. Principle of operation of system includes three modes of water supply for land cover. The choice of water supply mode depends on water-physical properties of soil and types of plants.*

*The models of lower level of water supply system for land cover will serve as baseline data to develop monitoring system (upper level)*

**Keywords:** *lower level, land cover, water, soil, types of plants*

### 1. Вступ

Одним з найважливіших господарських завдань в країні є підвищення врожайності сільськогосподарських культур, економного використання природних ресурсів, а також скорочення витрат на експлуатацію виробничих об'єктів, а також впровадження екологічно безпечних, водозберігаючих технологій поливу сільськогосподарських культур.

У галузі меліорації і зрошувального землеробства ці завдання полягають у знаходженні шляхів найефективнішого використання водних ресурсів джерел зрошення на зрошувальних системах, а для автоматизованих зрошувальних систем додатково вирішується завдання мінімізації витрат на експлуатацію технічних засобів управління і розробку систем моніторингу подачі води.

Тому актуальною є задача розробки комп'ютеризованої системи подачі вологи ґрунтово-рослинному покриву з метою постійного забезпечення його водою.

### 2. Літературний огляд

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 для багатьох давачі [1];

– автоматична система зрошення теплиць [2], 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;

– краплинне зрошення – спосіб поливу рослин, при якому волога подається тривалий час в обмежених кількостях прямо в прикореневу зону рослин. Спосіб краплинного зрошення використовують в промислових масштабах з початку 60-х років минулого століття. Позитивні результати, отримані за короткий час, сприяли швидкому поширенню краплинного зрошення в багатьох країнах світу [3];

– капілярний полив у теплиці, при якому волога подається безпосередньо в зону розміщення кореневої

системи. Класично капілярним є спосіб зрошення, що реалізує підняття вологи знизу до коріння рослин під впливом капілярних сил. Поверхня ґрунту при цьому може залишатися сухою. Це так зване внутрішньогрупове зрошення. Воно є ідеальним у теплиці, може бути легко споруджено своїми руками [4];

– система поливу на дачі [5], яка використовується в напівпустельній і пустельній зонах, на ґрунті, яка має нахил. Частіше застосовується для зрошення садів. Для поверхневого поливу необхідно своїми руками сформувати сітку з борозен, по яких вода побіжить. Довжина борозен і відстань між ними повинні визначатися по куту нахилу поверхні землі. Чим крутіший нахил, тим довше борозни. Формування лунок виробляється своїми руками за допомогою мотики або лопати, тому дана система вимагає великих фізичних витрат. При проведенні води до рослин порушується подача повітря до коріння, розмивається ґрунт, тому цей варіант поливу використовується дуже рідко.

Щодо, розроблених програмних продуктів для систем подачі вологи ґрунтовому та рослинному покриву, то існує САВ-1000 система для внесення аміачної води [6], яка може агрегувати з будь-яким культиватором передпосівної обробки ґрунту. Система оснащена комп'ютерним управлінням. Управління системою здійснюється з кабіни тракториста. Аміак подається за допомогою насосної системи.

На завершення слід зазначити, що проведений аналіз існуючих апаратних засобів та програмного забезпечення має ряд недоліків:

- високі економічні затрати на розробку та впровадження в експлуатацію даних систем та технічних засобів;
- охоплюють вузьку задачу дослідження;

- складність систем автоматичного поливу;
- не врахування часових меж;
- щодо існуючих пристроїв подачі вологи, то для їх виготовлення потрібно використати значну кількість електронних компонентів.

### 3. Мета та задачі дослідження

Об'єктом дослідження даної роботи є автономні автоматизовані зрошувальні системи та системи подачі і розподілу води в ґрунтово-рослинні покриви.

Предметом дослідження є розробка нижнього рівня системи подачі вологи в ґрунтово-рослинний покрив.

Для досягнення поставленої мети були поставлено такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан систем подачі вологи;
- розробити структурну схему системи подачі вологи ґрунтово-рослинному покриву;
- розробити програмні засоби для системи подачі вологи.

### 4. Розробка нижнього рівня системи подачі вологи ґрунтово-рослинному покриву

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.

Структурна схема системи подачі вологи представлена на рис. 1.

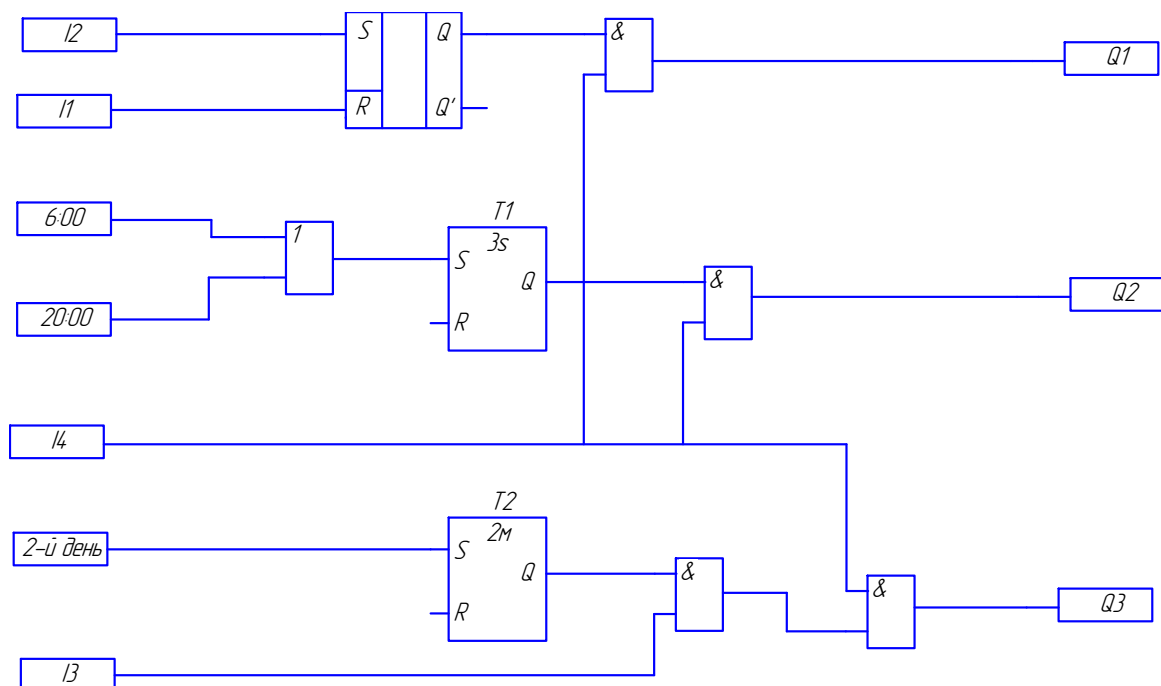


Рис. 1. Структурна схема системи подачі вологи

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.

Згідно структурної схеми, принцип роботи розробленої системи полягає у наступному:

– Тип 1 (Q1): якщо рівень у резервуарі верхній (максимальний) включається тригер і вимикач для автоматично керованого зрошування встановлений у 1, то через елемент I включається перший тип зрошування.

– Тип 2 (Q2): якщо години 6:00 або 20:00 через елемент логічне «АБО» включається таймер T1, який дає логічну одиницю протягом 3 с. Коли таймер активний і вимикач для автоматично керованого зрошування встановлений у 1, то включається електромагнітний клапан для зрошування рослин типу 2.

– Тип 3 (Q3): коли виникає імпульс, який сигналізує кожен другий день він активує таймер T2, який протягом 2 хв. на виході формує логічну 1, а також активний сутінковий вимикач, який формує логічну 1. Обидва сигнали проходять на логічний елемент «I» формує логічну 1, яка в свою чергу про-

ходить на другий елемент «I», а також сигнал з вимикача для автоматичного керованого зрошування встановленого у 1, то включається електромагнітний клапан для зрошування рослин типу 3.

Проектування системи подачі вологи здійснювалось у пакеті STEP 7 концерну Siemens і порядок налагодження конфігурації наступний:

1. Спочатку вставляється робоча станція.
2. Запуск конфігурації Hardware.
3. Встановлення шини.
4. Монтаж модулів.

При створенні програми S7 SIMATIC-менеджер створює також порожню таблицю символів Symbols (Символи). Її можна відкрити, визначити глобальні символи і призначити їх абсолютним адресам. У програмі S7 може бути тільки одна таблиця символів [7–9].

Програма, що буде управляти подачею вологи, описана у блоці OB1 [10]. У першому сегменті програми ми використано функцію SFC1. За допомогою SFC1 "READ\_CLK" (read system clock (зчитати системний час)), зчитується поточна дата та час з системного часу CPU та записується у пам'ять під назвою DATE\_TIME (рис. 2).

У другому сегменті за допомогою блоку Move пересилається окремий байт DATE\_TIME, у якому знаходиться інформація про поточну годину (рис. 3).

Для зрошування рослин першого типу, через вимикачі поплавців для максимального і мінімального значення (на I1 і I2) рівень води в басейні завжди підтримується в цьому заданому діапазоні (рис. 4).

Щоб зрошувались рослини другого типу, включається реле часу вранці з 6:00 до 6:03 і увечері з 20:00 до 20:03 кожного разу на 3 хвилини щодня (рис. 5).

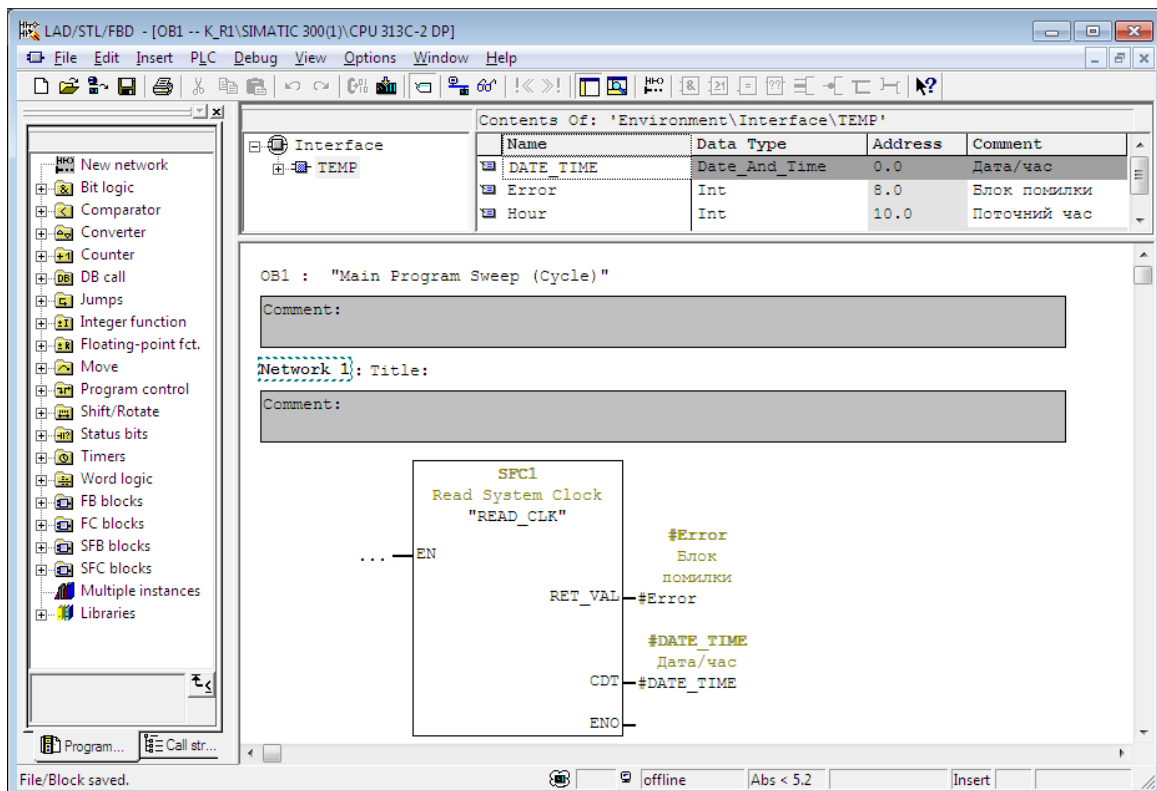


Рис. 2. Зчитування системного часу

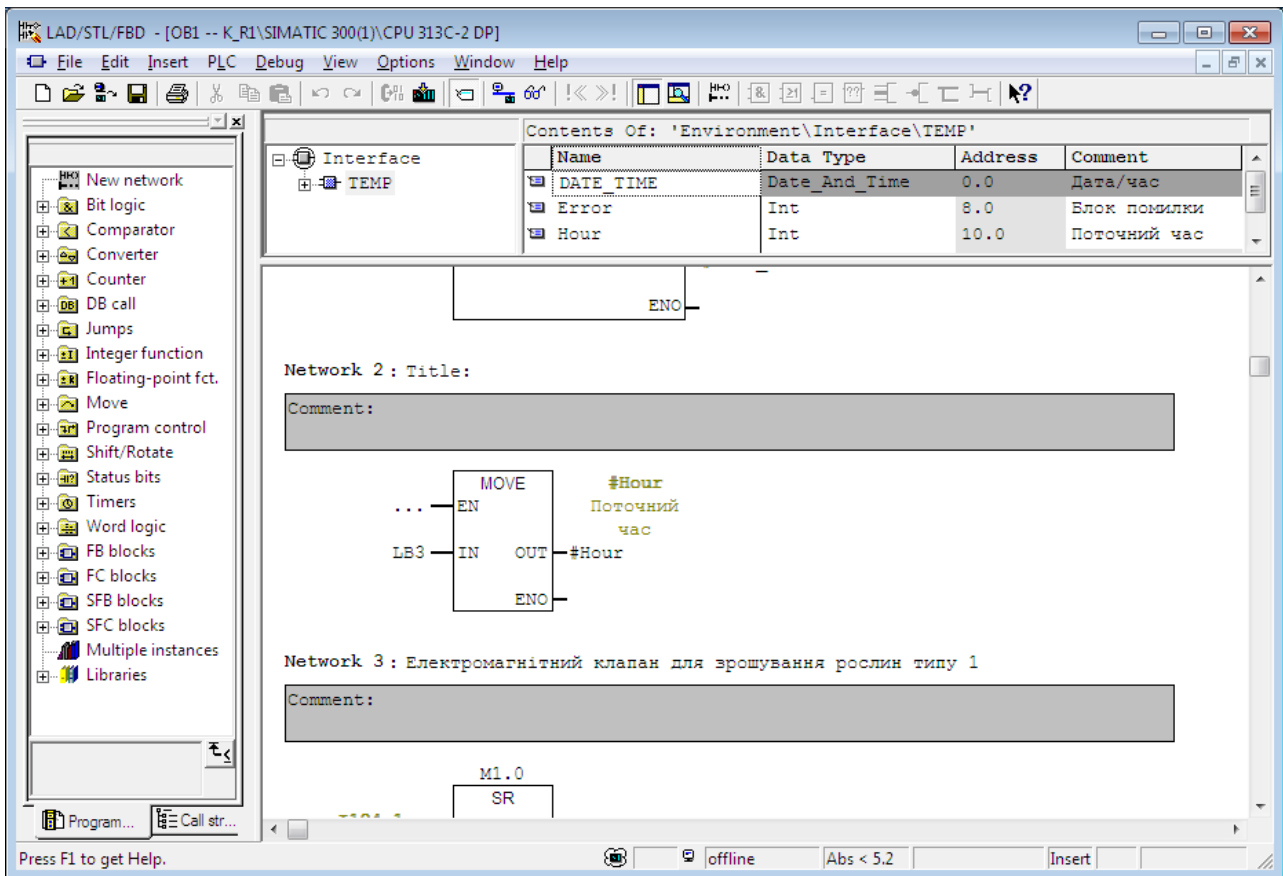


Рис. 3. Отримання інформації про поточний системний час

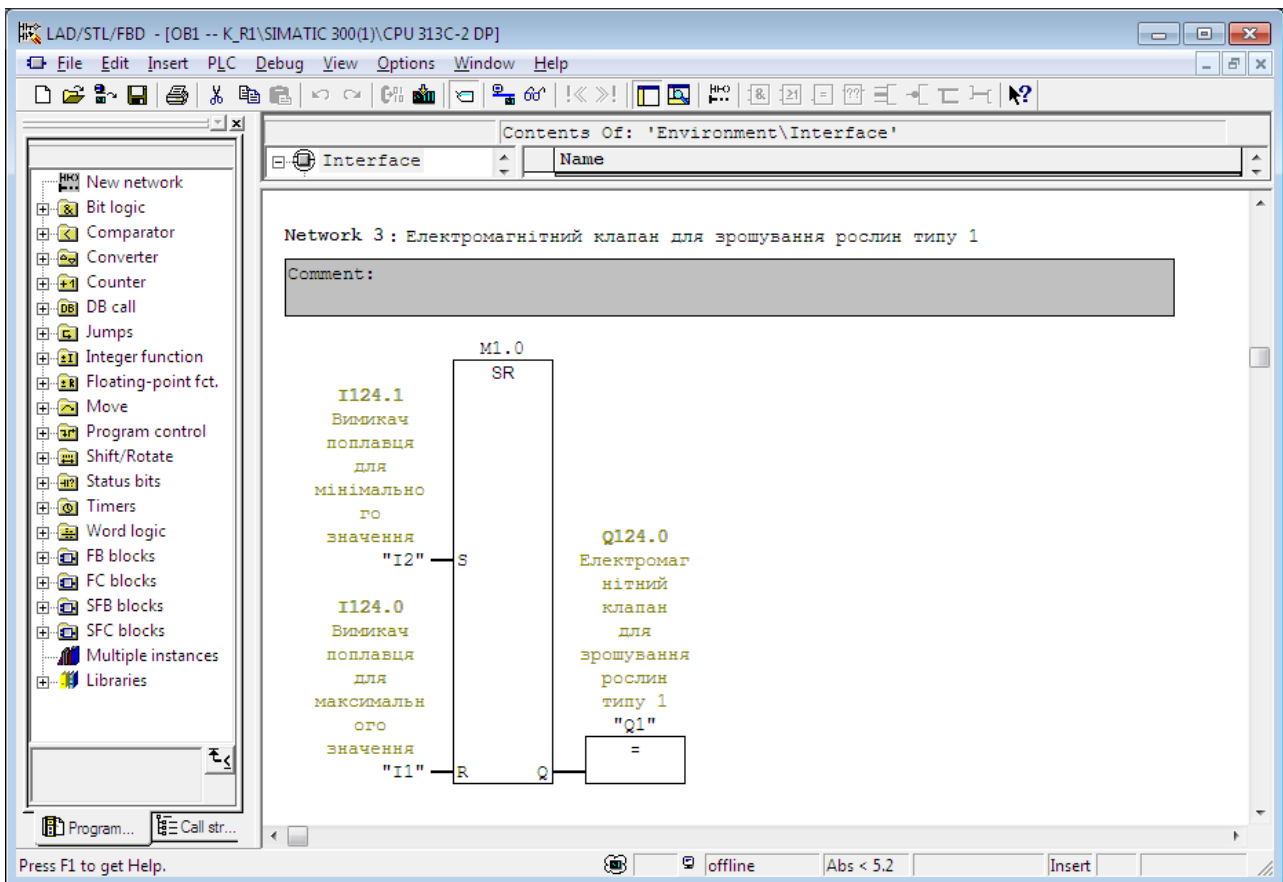


Рис. 4. Зрошення рослин першого типу

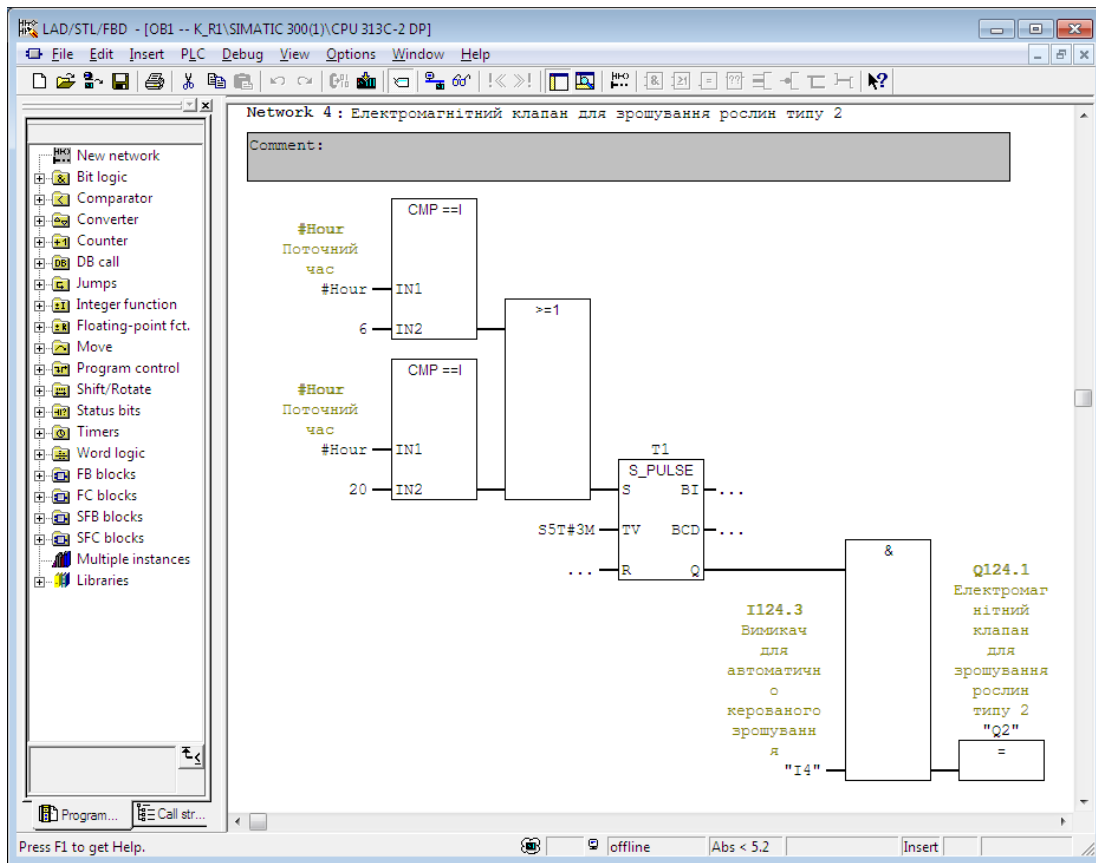


Рис. 5. Зрошення рослин другого типу

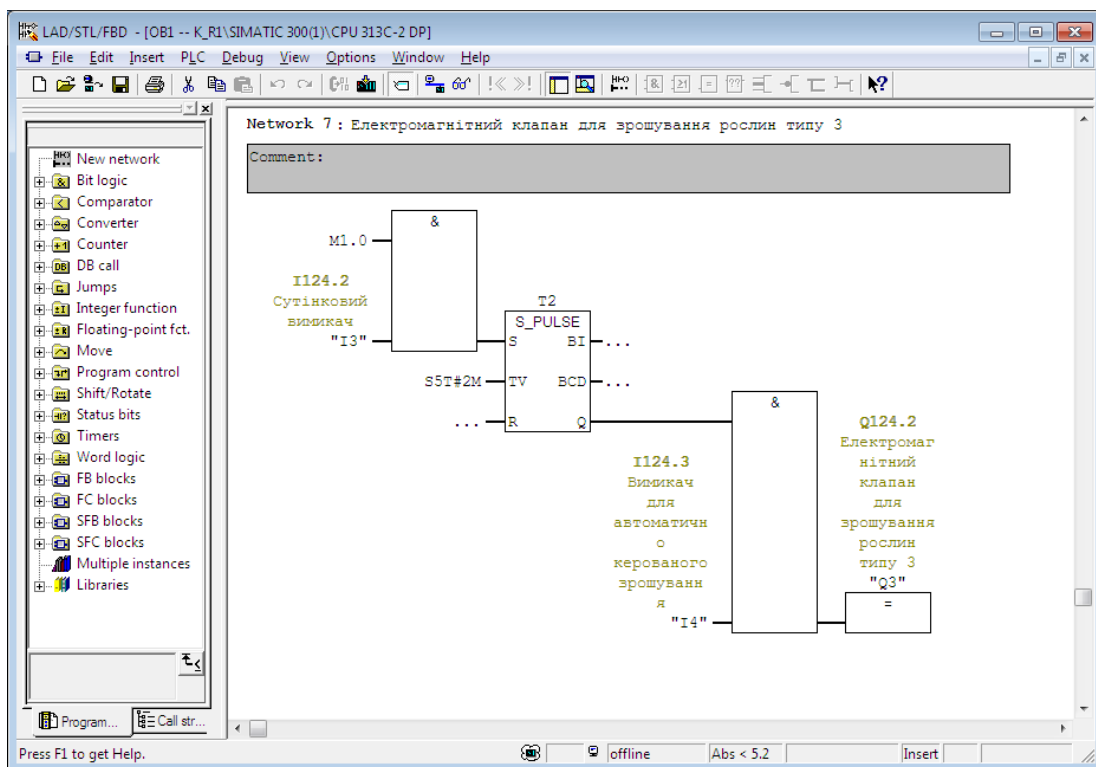


Рис. 6. Зрошення рослин третього типу

Згідно рис. 6, рослини третього типу зрошуються тільки кожен другий день (біт M1.0 встановлюється в стан логічної одиниці), завжди увечері протягом 2 хвилин, коли спрацьовує смерковий вимикач на I3.

### 5. Результати досліджень та їх обговорення

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

У результаті розробки нижнього рівня системи подачі вологи встановлено, що дана система характеризується простим користувацьким інтерфейсом, постійним контролем за подачею вологи та зміною температури води і температури у приміщенні (тепліці, оранжереї).

Розроблений нижній рівень системи подачі можна передати тепличним господарствам, оранжереям та використовувати у навчальних курсах дисциплін з метою ознайомлення з функціональними блоками (булевої алгебри) програмного пакету Step 7.

## 6. Висновки

Запропоновано актуальну науково-технічну задачу – забезпечення ґрунтового-рослинного покриву вологою шляхом розроблення нижнього рівня системи подачі води. Поставлену в роботі мету було досягнуто, завдяки залученню програмного продукту фірми Siemens Step-7 з використанням мови FBD.

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 прохід подачі вологи, захисту від не дозволеного доступу до збору інформації і управління, моніторингу в режимі реального часу подачу вологи та економічній вигідності.

У подальших наукових дослідженнях розроблений нижній рівень системи подачі вологи слугуватиме вихідними даними для розробки автоматизованої системи подачі вологи з використання технічних засобів, які відрізнятимуться від інших економічною вигідністю, незначною кількістю апаратних засобів, простотою у використанні та виборі апаратних засобів для системи подачі вологи, а також розробці верхнього рівня системи подачі вологи ґрунтового-рослинному покриву в SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) WinCC v7.0 SP1.

У результаті проведених досліджень:

1. проаналізовано сучасний стан систем подачі вологи з вказанням їх недоліків;
2. розроблено теоретичні передумови системи подачі вологи ґрунтового-рослинному покриву з використанням структурної схеми (рис. 1);
3. розроблено нижній рівень системи подачі вологи (рис. 4–6), яка є модульною і дозволяє налаштувати, допрацювати її під кінцевого користувача за короткий час.

## Література

1. Організація системи крапельного поливу [Електронний ресурс]. – Парники і теплиці. – Режим доступу: <http://teplici.com.ua/organizacija-sistemi-krapelnogo-polivu/>
2. Системи автополиву: від простих до складних [Електронний ресурс]. – Ремонт та виробництво своїми руками. –

Режим доступу: <http://remontu.com.ua/sistemi-avtopolivu-vid-prostix-do-skladnix>

3. Краплинне зрошення [Електронний ресурс]. – Український фруктовий портал. – Режим доступу: <http://www.fruit.org.ua/index.php/publikacii/299-krapelne-zrosnennya-poliv>

4. Капілярний полив у теплиці: пристрій, застосування [Електронний ресурс]. – Ремонт та виробництво своїми руками. – Режим доступу: <http://remontu.com.ua/kapilyarnij-poliv-v-teplici-pristrij-zastosuvannya>

5. Система поливу на дачі [Електронний ресурс]. – Ремонт та виробництво своїми руками. – Режим доступу: <http://remontu.com.ua/sistema-polivu-na-dachi>

6. CAB-1000 система внесення амміачної води [Електронний ресурс]. – Сайрайз-Агро. – Режим доступу: <http://sunrise-agro.uaprom.net/p2931594-sav-1000-sistema.html>

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

8. SIMATIC NET. Network management SINEMA E 2006 [Text]. – Configuration Manual. SIEMENS: (C79000-G8976-C207-02). – 2007. – 176 p.

9. Автоматизация с помощью программ Step7 LAD и FBD [Электронный ресурс]. – Berger\_Step. – Режим доступа: [http://dfpd.siemens.ru/assets/files/infocenter/Documentations/Automation\\_systems/STEP7/Berger\\_STEP7\\_LAD&FBD\\_r.pdf](http://dfpd.siemens.ru/assets/files/infocenter/Documentations/Automation_systems/STEP7/Berger_STEP7_LAD&FBD_r.pdf)

10. Функциональные блоки: Siemens vs Allen-Bradley [Электронный ресурс]. – plc 4 good. – Режим доступа: [http://plc4good.org.ua/view\\_post.php?id=135](http://plc4good.org.ua/view_post.php?id=135)

## References

1. Organization of drip irrigation. Hotbeds and greenhouses. Available at: <http://teplici.com.ua/organizacija-sistemi-krapelnogo-polivu/>
2. Automatic watering systems from simple to complex. Repair and products with their hands. Available at: <http://remontu.com.ua/sistemi-avtopolivu-vid-prostix-do-skladnix>
3. Irrigation. Ukrainian fruit portal. Available at: <http://www.fruit.org.ua/index.php/publikacii/299-krapelne-zrosnennya-poliv>
4. Capillary watering in the greenhouse, device, application. Repair and products with their hands. Available at: <http://remontu.com.ua/kapilyarnij-poliv-v-teplici-pristrij-zastosuvannya>
5. The system of irrigation in the country. Repair and products with their hands. Available at: <http://remontu.com.ua/sistema-polivu-na-dachi>
6. CAB-1000 system make ammonia water. Sunrise-Agro. Available at: <http://sunrise-agro.uaprom.net/p2931594-sav-1000-sistema.html>
7. Berger, H. (2001). Automating with STEP7 in STL and SCL: Programmable Controllers Simatic S7-300-400 with CDROM and disk (revised). Publicist Corporate Publishing, 442.
8. Manual SIEMENS (09/2007). SIMATIC NET. Network management SINEMA E 2006. SIEMENS: (C79000-G8976-C207-02), 176.
9. Automation with programs Step 7 LAD and FBD. Berger\_Step. Available at: [http://dfpd.siemens.ru/assets/files/infocenter/Documentations/Automation\\_systems/STEP7/Berger\\_STEP7\\_LAD&FBD\\_r.pdf](http://dfpd.siemens.ru/assets/files/infocenter/Documentations/Automation_systems/STEP7/Berger_STEP7_LAD&FBD_r.pdf)
10. Function blocs Siemens vs Allen-Bradley. plc 4 good. Available at: [http://plc4good.org.ua/view\\_post.php?id=135](http://plc4good.org.ua/view_post.php?id=135)

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Заміховський Л. М.  
Дата надходження рукопису 11.05.2016*

**Заміховська Олена Леонідівна**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019  
E-mail: oksana\_kl@meta.ua

**Клапоушак Оксана Ігорівна**, кандидат технічних наук, асистент, кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019  
E-mail: oksana\_kl@meta.ua

УДК 621.74

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.70356

## ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ВОЗМОЖНОСТИ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ СПЕЦСПЛАВОВ НА ПРИМЕРЕ НИМОНИКА

© Е. П. Дымко, Д. В. Мариненко, С. В. Борисенко, Н. В. Кравцова

*На основе математического моделирования проведено исследование предела длительной прочности нимоника, позволяющее определить её величину при различных температурах и времени испытания. Предложен критерий для проверки возможности взаимозаменяемости спецсплавов на примере нимоника. Данный критерий основан на параметрическом описании зависимости исследуемого свойства от множителя Лагранжа и позволяет найти его субоптимальные значения в исследованной области входных переменных*

**Ключевые слова:** цветные сплавы, нимоник, нечеткая кластеризация, гребневой анализ

*Research of nimonic long-term strength, which allows determining its value at different temperatures and the test of time are conducted on the basis of mathematical simulation. Criterion for interchangeability verification of special alloys on the example of nimonic is proposed. This criterion is based on a parametric description of the test property depending on the Lagrange multiplier and allows finding its suboptimal values in the investigated range of input variables*

**Keywords:** non-ferrous alloys, nimonic, fuzzy clustering, ridge analysis

### 1. Введение

Цветные сплавы находят широкое применение в передовых отраслях промышленности: авиационной, приборостроительной, космическом машиностроении. Для деталей, работающих в составе узлов таких машин, требуются специальные свойства: жаростойкость, жаропрочность, сопротивление ползучести и прочие специальные высокие механические свойства. При этом характерными требованиями к ним являются минимальные массовые характеристики и высокая плотность. В большинстве своем такие детали производят с помощью литейных технологий, среди которых – практически все спецвиды литья. Понятно, что от качества изготовления соответствующих отливок зависит и качество получаемых после механической обработки деталей. Если же механическая обработка не применяется, то качество целиком формируется на этапе изготовления литой детали. Поэтому исследования, посвященные формированию свойств цветных сплавов спецназначения для ответственных отливок являются актуальными.

### 2. Анализ литературных данных

Среди исследований, выполняемых в Украине и посвященных вопросам изготовления качественных литых деталей из цветных сплавов, преобладают работы, посвященные выявлению функциональных взаимосвязей между технологическими параметрами литья и заданными свойствами. Примерами могут быть работы [1–3], посвященные вопросам формирования качества непрерывнолитых заготовок, работы [4–6], посвященные оптимизации процессов заливки в кокили специальных конструкций,

работа [7], в которой изложена концепция формирования качества литой детали, изготавливаемой по выплавляемым моделям, в функции качества предшествующих технологических операций изготовления восковых моделей. Все эти отечественные разработки требуют сравнения с передовыми мировыми аналогами, в первую очередь для того, чтобы понять, насколько возможна взаимозаменяемость между соответствующими цветными сплавами. Ответ на этот вопрос интересен с практической точки зрения, так как может помочь в максимальном использовании отечественных сплавов без необходимости приобретения зарубежных аналогов.

### 3. Цель и задачи исследования

Целью работы являлся выбор критерия для сравнения свойств нимоника импортного и отечественного производства.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

– построить математическую модель, описывающую зависимость предела длительной прочности нимоника 95 отечественного производства в зависимости от условий его эксплуатации;

– описать возможное решение задачи поиска максимума предела длительной прочности в выбранной области эксплуатационных условий.

### 3. Экспериментальные данные и методика их обработки

Известно, что впервые сплавы на никелевой основе были разработаны фирмой «Монд Никель» на основе нихрома 80–20. Введение в сплав 1,8–2,7 % Ti