

SCADA-СИСТЕМА ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПОТОКАМИ ПРОМИСЛОВОЇ ТЕПЛИЦІ

В. П. Лисенко, доктор технічних наук, професор

І. М. Болбот, доктор технічних наук, професор

Т. І. Лендєл, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: taraslendel@gmail.com

Анотація. Розроблено програмне забезпечення системи автоматизованого керування енергетичними потоками промислової теплиці. Реалізовано структурну схему системи керування виробництвом продукції заданої якості, де передбачено підсистему підтримки прийняття рішень системи автоматизованого керування енергетичними потоками промислової теплиці. Створено концептуальну структуру системи керування енергетичними потоками. Рівень керування виробництвом реалізований пунктом диспетчерського керування і збору даних, до складу якого входить сервер обробки даних. Усі вказані вузли являють собою комп'ютерно-інтегровані пристрої зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням. Вузли рівня виробництва об'єднані в єдину мережу з доступом до Інтернет. Для системи автоматизованого керування реалізовано візуалізацію людино-машинного інтерфейсу, що виконано програмною середовищі LabView. У розробленому людино-машинному інтерфейсі передбачено візуалізацію основних технологічних параметрів мікроклімату тепличного комплексу, розрахунок критеріїв управління, а також можливість керування енергетичними потоками та запису вимірюваних значень у базу даних. Створено SCADA-систему, що дозволить забезпечувати операторський контроль за технологічними процесами в реальному часі. У меню системи керування виробництвом передбачено виведення показника якості продукції тепличних комплексів.

Ключові слова: програмне забезпечення, автоматизація, системи керування, теплиця, якість продукції, енергетичні витрати, людино-машинний інтерфейс

Актуальність. Тепличні комплекси – це сучасні складні організаційно-технічні об'єкти з біологічною складовою, основним елементом котрих є промислові теплиці, де реалізуються технології виробництва рослинної продукції в спорудах закритого ґрунту. Впродовж календарного року вони постачають значну частку

рослинної продукції на ринок продовольства України. Конкурентоздатність цієї продукції пов'язана з необхідністю пошуку балансу між витратами ресурсів на виробництво та її якістю. Вирощування овочевої продукції у теплицях супроводжується функціонуванням автоматизованої системи керування виробництвом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел [2-9, 21] дав змогу зробити висновки, що ключовим елементом досягнення компромісу між витратами ресурсів та якістю продукції є система керування мікрокліматом у теплиці, а основні обмеження ефективності вирощування рослинної продукції в тепличних комплексах виникають внаслідок:

- невизначеності, що є наслідком впливу природних збурень, які мають випадковий характер (температура і вологість зовнішнього середовища, сонячна радіація), неповноти інформації про стани рослин, параметрів середовища навколо них та якості рослинної продукції;
- обмеженої інформації про взаємозв'язки між споживанням енергетичних ресурсів та станами рослин у просторово-розподілених фітокліматичних умовах їх розвитку та якості рослинної продукції;
- відсутності загальних технічних принципів побудови систем автоматизації керування енергетичними потоками в просторово-розподілених біотехнічних об'єктах – тепличних комплексах, із моніторингом якості цієї продукції.

Зважаючи на зазначене, можна стверджувати, що нині вимоги до систем енергоефективного керування енергетичними потоками просторово-розподілених біотехнічних об'єктів – тепличних комплексів, постійно зростають, а наукові основи їх побудови відсутні [2-9, 21].

Мета дослідження – створення програмного забезпечення для автоматизованого керування енергетичними потоками промислової теплиці, що дозволить в режимі реального часу виконувати підтримку прийняття рішень системи автоматизованого керування енергетичними потоками промислової теплиці.

Матеріали та методи дослідження. Під час виробництва овочевої продукції основним завданням є отримання максимально можливого прибутку, який визначається обсягами продукції, її якістю та витратами, що супроводжують виробництво. Це завдання досягається шляхом створення систем, що формують стратегії керування технологією виробництва рослинної продукції, із врахуванням природних збурень та якості рослинної продукції. Створено концептуальну структуру системи керування енергетичними потоками показана на рис. 1.

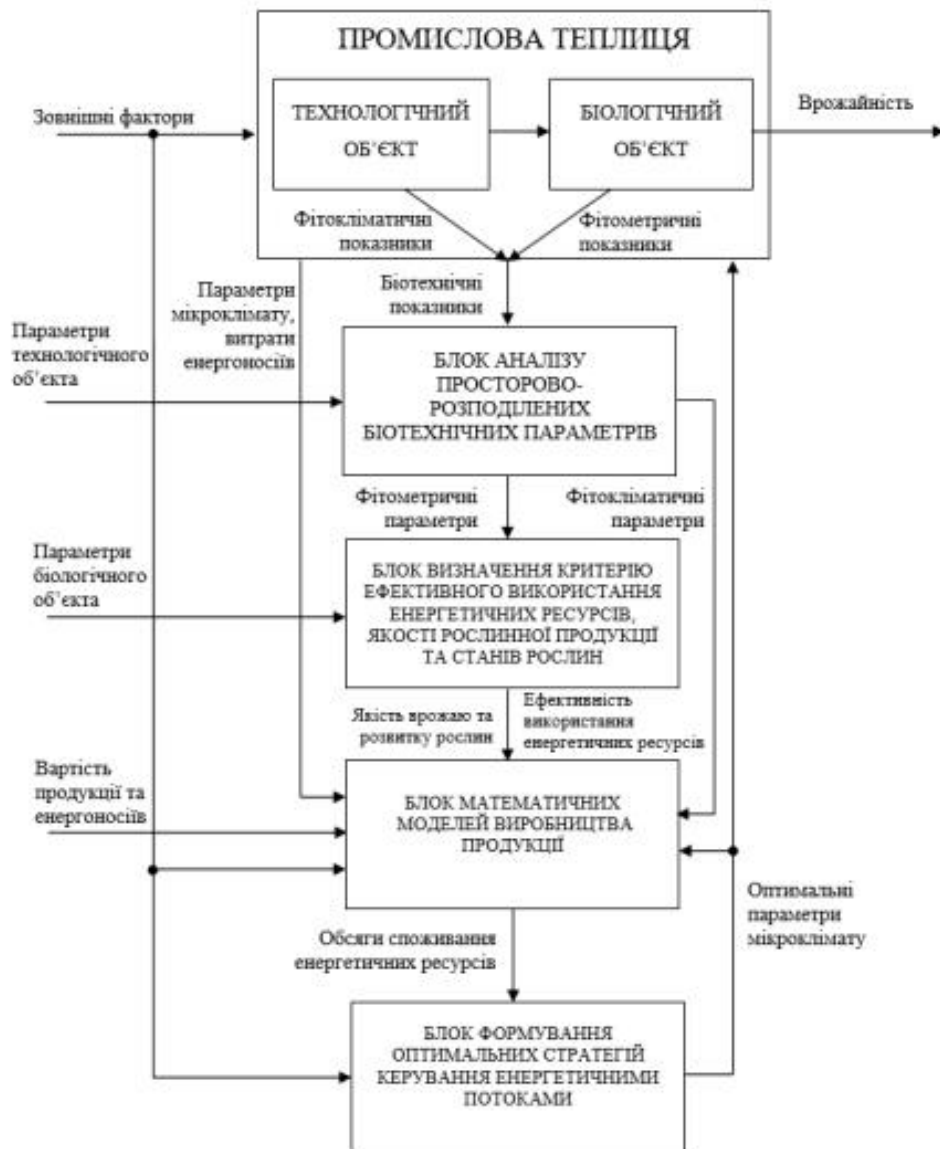


Рис. 1. Концептуальна структура системи керування енергетичними потоками в теплиці

На основі концептуальної структури розроблено структурну схему при визначенні функціональних частин та взаємозв'язків системи автоматизованого керування енергетичними потоками промислової теплиці (САКЕППТ) для заданої якості. Схематично відображено загальну структуру системи та основні зв'язки між блоками (рис. 2).



Рис. 2. Схема системи автоматизованого керування енергетичними потоками промислової теплиці

Результати досліджень та їх обговорення. На рис. 3 показана структура САКЕППТ, де представлено шість підсистем:

- мобільного робота фітомоніторингу (МРФ);
- автоматизоване робоче місце оператора (АРМ);
- АРМ диспетчерського керування і збору даних (ДКЗД);
- автоматизована система керування виробництвом тепличного комплексу;
- підсистема підтримки прийняття рішень системи автоматизованого керування енергетичними потоками промислової теплиці (ППР САКЕППТ);
- технологічний сервер обробки даних (ТСОД).

Наведені підсистеми працюють також й в локальному режимі, що підвищує надійність роботи системи. Системна інтеграція полягає в комплексному підході для створення і ведення бази даних всієї системи. Означене полягає у представленні єдиного технологічного процесу збору, зберігання, передачі й обробки інформації, що забезпечує узгоджену взаємодію усіх підсистем системи керування.

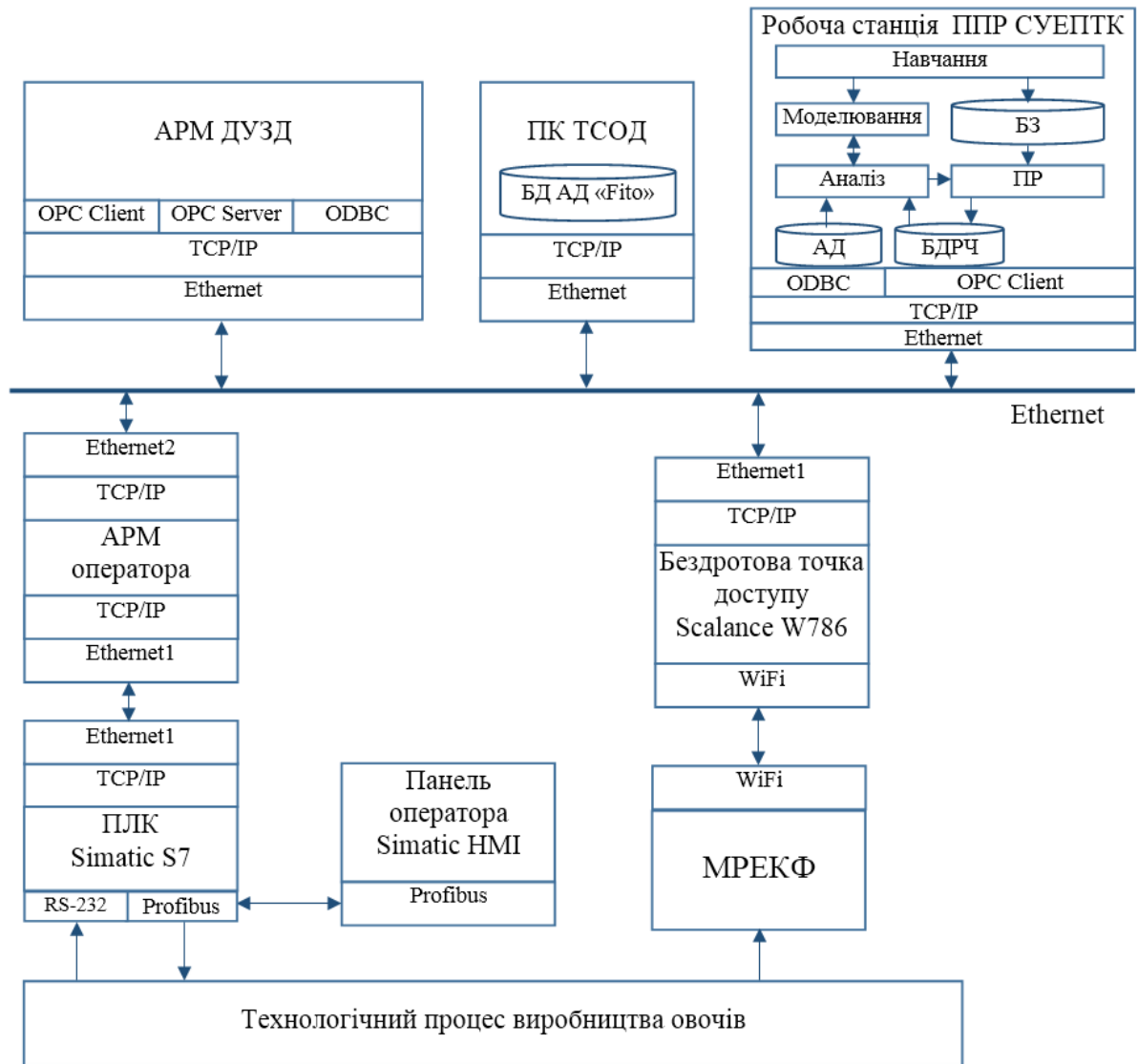


Рис. 3. Структура системи автоматичного керування енергетичними потоками промислової теплиці та зв'язки між її складовими

Збір вимірюваної інформації в теплиці здійснюється МРФ. Дані передаються безпроводним каналом у мережу Інтернет за стандартом IEEE 802.11 (використовується бездротова точка доступу Scalance W786). Реалізація наведеного варіанту передачі цифрових потоків даних МРФ була виконана на базі використання Wi-Fi модуля, що підтримує основні стандарти – 802.11a, 802.11b, 802.11g.

Рівень керування виробництвом реалізований АРМом ПК диспетчерського керування і збору даних, до складу якого входить сервер обробки даних. Усі вказані вузли являють собою комп'ютерно-інтегровані пристрої зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням (рис. 5). Вузли рівня виробництва об'єднані в єдину мережу з доступом до Інтернет.

У системі керування програмне забезпечення контролерів дає можливість переводити контури керування в дистанційний режим, при цьому можливе

віддалене керування через інтерфейсні канали. Ці канали надають можливість налаштувати параметри локальних регуляторів. Розроблена структура системи унеможливорює виникнення різноманітних збоїв в роботі людино-машинного рівня в SCADA, адже доступна опція роботи в автоматичному режимі.

При цьому для системи автоматизованого керування реалізовано візуалізацію машинно-людинного інтерфейсу. Меню системи керування виробництвом якісної продукції тепличних комплексів представлено на рис. 4. Програмне забезпечення виконано зі зручним інтерфейсом в програмному середовищі LabView.



Рис. 4. Головне меню САКЕПТ для виробництва продукції заданої якості

Меню фітомоніторингу представлено на (рис. 5).

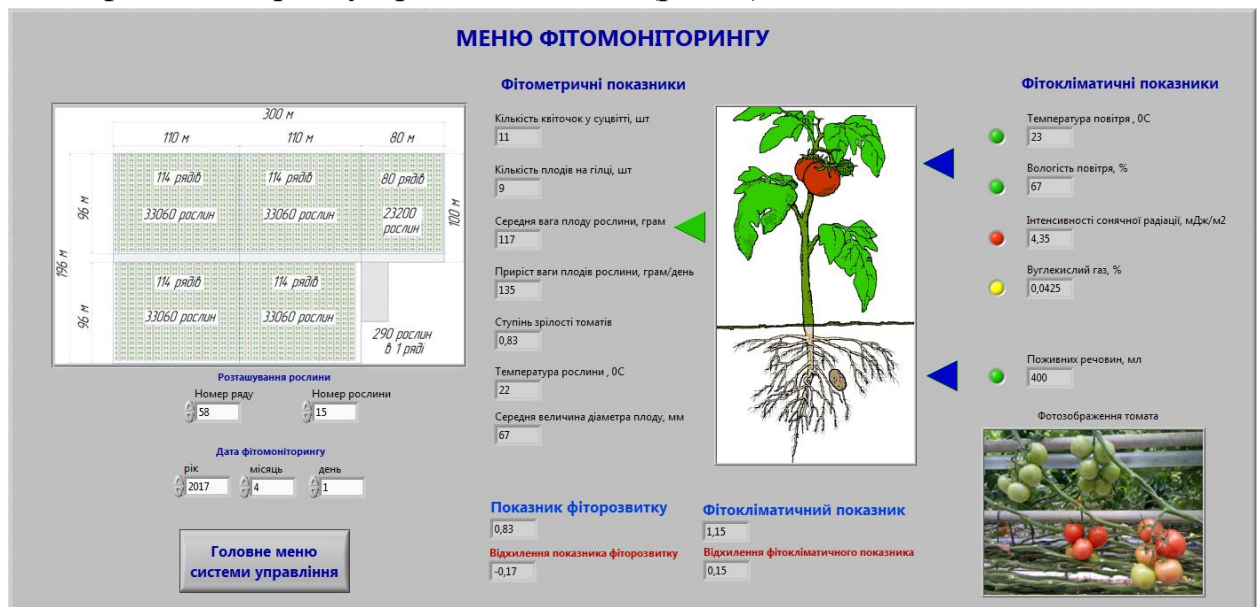


Рис. 5. Меню вимірювання

Меню керування енергетичними потоками тепличного комплексу наведено на рис. 6.

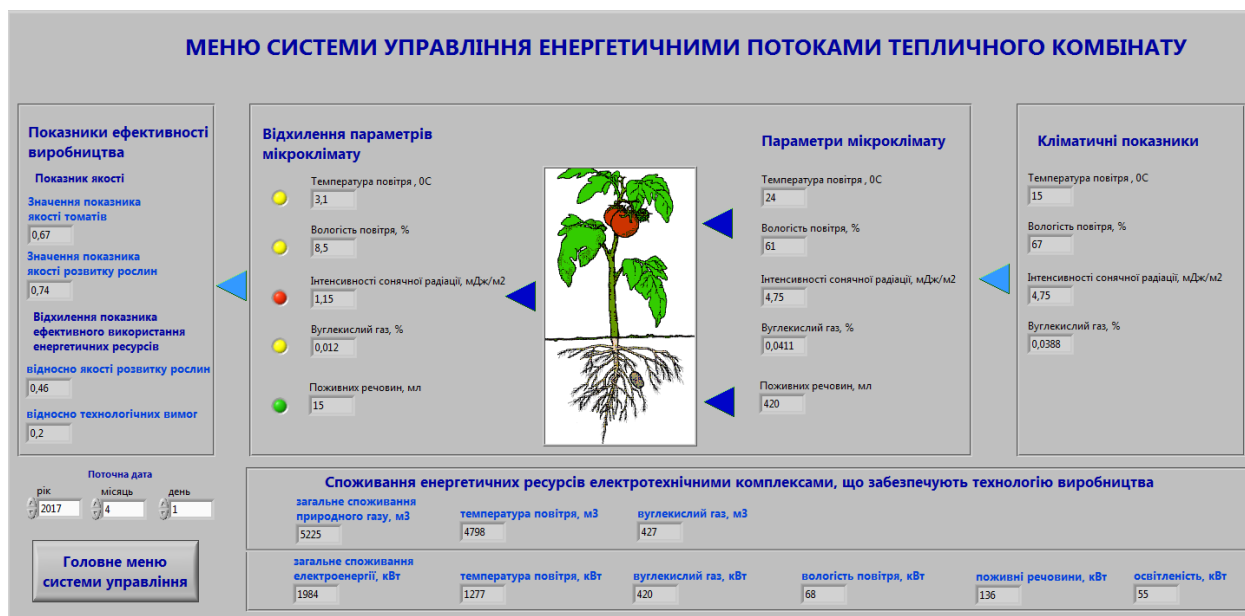


Рис. 6. Меню керування енергетичними потоками

Меню визначення критеріїв керування [5, 6, 9, 21] представлено на рис. 7

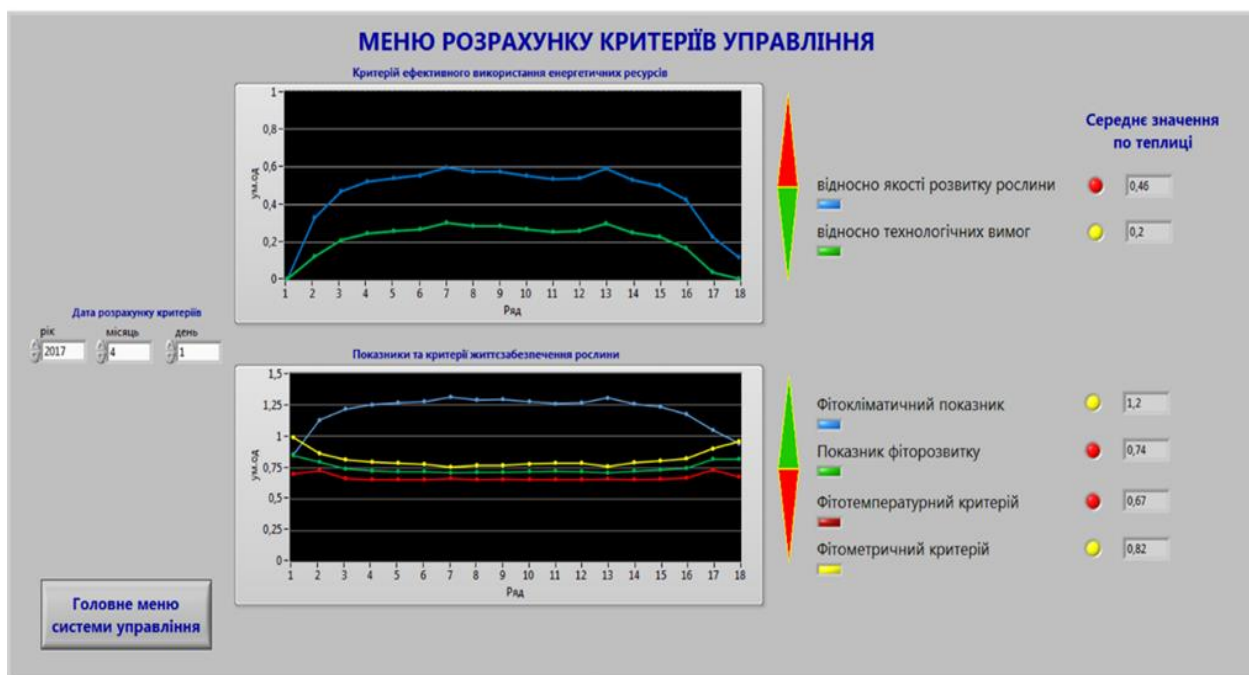


рис. 7. Меню розрахунку критеріїв керування

Висновки і перспективи. Розроблена інформаційна структура комп'ютерно-інтегрованої системи керування енергетичними потоками тепличних комплексів для виробництва продукції заданої якості. Системна інтеграція полягає в комплексному підході для створення і ведення бази даних всієї системи. Означене полягає у представленні єдиного технологічного процесу збору, зберігання, передачі й обробки інформації, що забезпечує узгоджену взаємодію усіх підсистем системи

керування. Розроблено SCADA-систему для керування енергетичними потоками тепличних комплексів у зручному інтерфейсі програмного середовища LabView.

References

1. Woo, H., Uber, J. G., & Boccelli, D. L. (2018). A new estimation technique for performance curves of variable speed pump using a scada database. Paper presented at the 1st International WDSA / CCWI 2018 Joint Conference
2. Petkovski, M., Kostov, M., Bogdanova, S., & Bogdanov, M. (2011). Adaptive sampling algorithm applied to SCADA datalog database shrinkage. Paper presented at the International Conference on Systems, Signals, and Image Processing, 177-180.
3. Howimanporn, S., Chookaew, S., & Silawatchanana, C. (2021). Real-time evaluation position control of directional wheel conveyor using fuzzy embedded PLC and SCADA. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 10(6), 328-336. doi:10.18178/ijmerr.10.6.328-336
4. Chamorro-Atalaya, O., Arce-Santillan, D., Diaz-Leyva, T., & Diaz-Choque, M. (2021). Supervision and control by SCADA of an automated fire system. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 21(1), 92-100. doi:10.11591/ijeecs.v21.i1.pp92-100
5. Revathi S, Radhakrishnan T K and Sivakumaran N, "Climate control in greenhouse using intelligent control algorithms," 2017 American Control Conference (ACC), 2017, pp. 887-892, doi: 10.23919/ACC.2017.7963065.
6. Lendiel, T., Lysenko, V., & Nakonechna, K. (2021). Computer-integrated technologies for fitomonitoring in the greenhouse. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, pp. 711 - 729. doi:10.1007/978-3-030-43070-2_30
7. Nurjannah, D. R., Supriadi, D., Sutiawan, A., & Kustiawan, I. (2020). Designing smart greenhouse systems using SCADA based on IoT. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 850(1) doi:10.1088/1757-899X/850/1/01200
8. Lendiel, M., Lendiel, T., & Bolbot, I. База даних реального часу підсистеми моніторингу процесу вирощування овочевої продукції в теплиці. *Енергетика і автоматика*, 4, 128-136.
9. Lysenko, V. F., Bolbot, I. M., & Lendel, T. I. (2014). Wavelet analysis in plant phytometry. *Current issues of modern science*, 31, 163-173.
10. Dudnyk, A. (2018). Features of Intelligent Control Systems of Biotechnological Objects. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Nowy Sacz, Poland, 161-162.
11. Dudnyk, A., Lysenko, V., Zaets, N., Komarchuk, D., Lendiel, T., & Yakymenko, I. (2018). Intelligent control system of biotechnological objects with fuzzy controller and noise filtration unit. In *2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, 586-590.
12. Dudnyk, A. (2018). Features of Intelligent Control Systems of Biotechnological Objects 2018 *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Scientific Research Priorities – 2018: theoretical and practical value"*.

13. Ouammi, A., Achour, Y., Zejli, D., & Dagdougui, H. (2019). Supervisory model predictive control for optimal energy management of networked smart greenhouses integrated microgrid. *IEEE transactions on automation science and engineering*, 17(1), 117-128.
14. Ouammi, A., Achour, Y., Dagdougui, H., & Zejli, D. (2020). Optimal operation scheduling for a smart greenhouse integrated microgrid. *Energy for Sustainable Development*, 58, 129-137.
15. Al-Amin, M., & Islam, M. S. (2021, September). Design of an Intelligent Temperature Controller of Furnace System using the Fuzzy Self-tuning PID Controller. In *2021 International Conference on Electronics, Communications and Information Technology (ICECIT)*, pp. 1-4.
16. Lysenko, V., Zhyltsov, A., Bolbot, I., Lendiel, T., & Nalyvaiko, V. (2020). Phytomonitoring in the Phytometrics of the Plants. In *E3S Web of Conferences*, 154, 07012. EDP Sciences.
17. Mahfuz, N., Jahan, R., Islam, M. M., Nigar, M., & Karmokar, S. (2020). Microcontroller based intelligent greenhouse environment monitoring and controlling system. Paper presented at the *Proceedings of 2020 IEEE International Women in Engineering (WIE) Conference on Electrical and Computer Engineering, WIECON-ECE 2020*, 418-421. doi:10.1109/WIECON-ECE52138.2020.9397991.
18. Ai, W., & Chen, C. (2011). Green house environment monitor technology implementation based on android mobile platform. Paper presented at the *2011 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce, AIMSEC 2011 - Proceedings*, 5584-5587. doi:10.1109/AIMSEC.2011.6010025.
19. Gurban, E. H., & Andreescu, G. -. (2018). Greenhouse environment monitoring and control: State of the art and current trends. *Environmental Engineering and Management Journal*, 17(2), 399-416. doi:10.30638/eemj.2018.041.
20. Yu, W., Körner, O., & Schmidt, U. (2020). Crop photosynthetic performance monitoring based on a combined system of measured and modelled chloroplast electron transport rate in greenhouse tomato. *Frontiers in Plant Science*, 11 doi:10.3389/fpls.2020.01038.
21. Lysenko, V., Bolbot, I., Romasevych, Y., Loveykin, V., Voytiuk, V. (2018). Algorithms of robotic electrotechnical complex control in agricultural production. *Control Systems: Theory and Applications*, 271–289.

SCADA SYSTEM FOR MANAGING ENERGY FLOWS OF AN INDUSTRIAL GREENHOUSE

V. Lysenko, I. Bolbot, T. Lendiel

Abstract. *The software of the system of automated management of energy flows of an industrial greenhouse has been developed. A structural diagram of the production control system for products of a given quality has been implemented, which includes a decision-making support subsystem of the automated control of energy flows of an industrial greenhouse. The conceptual structure of the energy flow management system has been created. The production management level is implemented by the dispatch control and data collection point, which includes a data processing server. All the specified nodes are*

computer-integrated devices with installed specialized software. Nodes of the production level are combined into a single network with access to Ethernet. For the automated control system, a visualization of the machine-human interface was implemented using the LabView software environment. The developed machine-human interface provides visualization of the main technological parameters of the microclimate of the greenhouse complex, calculations of management criteria, as well as the possibility of managing energy flows and recording measured values in the database. A SCADA system has been created, which will allow operator control over technological processes in real time. The menu of the production management system provides for the output of quality products of greenhouse complexes.

Key words: *software, automation, control systems, greenhouse, product quality, energy costs, human-machine interface*