

УДК 681.51:630

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2026.3.1/13>**Кобець В.М.**<https://orcid.org/0000-0002-4386-4103>

Херсонський державний університет

Белей О.І.<https://orcid.org/0000-0002-2386-4106>

Херсонський державний університет

ПРОЕКТУВАННЯ НИЖНЬОГО РІВНЯ АВТОМАТИЗОВАНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УРОЖАЙНОСТІ ЛІСОВИХ МАСИВІВ

У статті піднята проблема підвищення та збереження лісових масивів шляхом застосування автоматизованої-інформаційної системи. Це дозволить працівникам лісових масивів здійснювати моніторинг метеорологічних показників лісових масивів у режимі реального часу, а саме: температуру навколишнього середовища, показники з давачів температури, кількості атмосферних опадів та вологості. Саме це дозволить попередити лісові пожежі та зменшити негативний вплив паводкових вод чи селевих потоків на ділянки лісів, які прилягають до водойм. Це завданням є критично важливим, оскільки дозволить підвищити врожайність лісового господарства та зберегти лісові насадження. Спроектований нижній рівень системи "ForestO_2026" забезпечує високу інформативність завдяки інтегрованому веб-інтерфейсу. Це дозволяє здійснювати віддалений моніторинг параметрів нижнього рівня через будь-який сучасний браузер або мобільний гаджет, гарантуючи оперативний доступ до даних у режимі реального часу. Система є зручною для подальшого вдосконалення шляхом використання її для розроблення верхнього рівня автоматизовано-інформаційної системи, тобто проектування інтерфейсу. Основне призначення нижнього рівня – підвищити рівень урожайності лісового господарства щодо протипаводкової безпеки та надати чіткі, практичні рекомендації щодо дій у разі природних лих водного характеру (паводкові води чи повені) та пожежі. На основі цих даних, які видає система "ForestO_2026" є можливість вчасно оцінити потенційну небезпеку. Впровадження нижнього рівня інформаційно-автоматизованої дозволяє автоматизувати процес накопичення та обробки великих масивів інформації про стан лісового господарства. Це мінімізує похибки "людського фактора" та забезпечує високу дискретність замірів.. Створення надійного нижнього рівня автоматизації є фундаментом для побудови комплексної системи підтримки прийняття рішень, що сприяє підвищенню економічної ефективності галузі та гарантує раціональне використання природного капіталу.

Ключові слова: нижній рівень, інформаційна система, урожайність, лісові масиви, автоматизація.

Постановка проблеми. Задача підвищення урожайності лісових масивів завжди буде актуальною. Для того, щоб підвищити рівень урожайності застосовують різні автоматизовано-інформаційні технології та системи. У теперішніх умовах, збереження лісових площ – це збереження свіжого повітря, їжі (гриби, ягоди), рослин лікарського призначення, матеріалів для житла та опалення. Тому постає проблема у проектуванні систем, як дозволять зберегти ліси та підвищити їх врожайність.

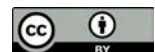
Одним із таких рішень є проектування інформаційно-автоматизованої системи, а саме нижнього рівня (рівня контролерів та давачів) системи "ForestO_2026". Ця система містить різноманітні

дані про метеорологічні показники, які дозволяють підвищити ефективність реагування на водні стихії та пожежі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Створення спеціалізованих автоматизованих та інформаційних систем для моніторингу та можливого зменшення наслідків паводкових процесів, пожеж є стратегічно важливим напрямом сучасних наукових досліджень у сфері екологічної безпеки для підвищення продуктивності лісового господарства.

У [1] авторами Кобець В. М. та Белей О. І. спроектовано конфігурацію нижнього рівня системи для підвищення врожайності лісів. У науковій статті подані тільки технічні вимоги до системи,



тобто розробка є фундаментом для проектування нижнього рівня системи "ForestO_2026".

Також у статті [2] авторами López-Rodríguez G., Rodríguez-Vicente V. та Marey-Pérez M. F. розкрито дослідження продуктивності лісів під час виникнення лісових пожеж у Галісії (Іспанія). У цій статті розглядається виникнення та інтенсивність лісових пожеж, як явище, у якому поєднуються різні фактори, зокрема кліматичні, фізико-географічні, соціально-економічні та територіальні.

Розглянуто авторами Hogan J. A., Domke G. M., Zhu K., Johnson D. J. та Lichstein J. W. вплив вуглецю на збільшення частоти та інтенсивності посухи та лісових пожеж [3]. Отримані результати підкреслюють вразливість глобального поглинача вуглецю в лісах до зміни клімату та врожайності.

Моделі розроблені науковцями Hogan J. A., Domke G. M., Zhu K., Johnson D. J. та Lichstein J. W. виключно для специфічних типів лісів Північної Америки [3].

Також розглянуто розроблену авторами Li C., Barclay H., Roitberg B., Lalonde R. оглядову публікацію [4] з концепції компенсаційного росту для підвищення продуктивності лісів шляхом використання теорії та методів розроблені в інших дослідженнях компенсаційного росту. Одним з недоліків є те, що відсутній інструментарій.

Науковцями Tijerín-Triviño J., Lines E. R., Zavala M. A., García M., Astigarraga J., Cruz-Alonso V., Dahlgren J., Ruiz-Benito P. у [5] розкрито задачу, яка вказує на те, що продуктивність лісів знижується у відповідь на нещодавні зміни в структурі рослинності та кліматі на крайніх широтах Європейського континенту. Авторами не вказано механізми раннього попередження.

Проблема порушення постачання природних ресурсів через кліматичні порушення, такі як лісові пожежі та шторми розглянуто науковцями Mohr J. S., Bastit F., Grünig M., Knoke T., Rammer W., Senf C., Thom D., Seidl R. у [6]. Ця стаття фіксує увагу тільки на економічні збитки від природних катаклізмів.

У [7] спроектовано цифровий додаток Forest для управління часом та підвищення продуктивності лісів. Додаток свого роду ігровим, оскільки користувач «висаджує» віртуальне дерево, яке росте, поки додаток залишається відкритим; якщо користувач виходить з додатку, то віртуальне дерево гине. У додатку відсутній екологічний аналіз.

Розглянуто систему моніторингу врожайності FarmTRX [8], яка інтегрується з хмарним сервісом для автоматичної обробки даних та формування звітів, які допомагають аграріям оптимізувати внесення добрив та посівного матеріалу. Як недолік – це залежність від мобільності техніки.

Комплект системи моніторингу врожайності Trimble [9] дозволяє здійснювати автоматизований

процес збору даних про врожайність безпосередньо під час роботи зернозбирального комбайну. Недоліком цього універсального комплексу є відсутність моніторингу гідрологічних параметрів.

Наукові публікації розкривають різноманіття існуючих та запропонованих інформаційно-автоматизованих систем для підтримки врожайності лісового господарства, проте вони локально прив'язані до певної місцевості [10], а також вони характеризуються складністю у впровадженні, відсутністю аварійними попередженнями.

Одним із напрямків вирішення [10] є проектування нової автоматизовано-інформаційної системи нижнього рівня, яка підкаже, допоможе підвищити урожайність лісових масивів та забезпечити їх безпеку [10].

Постановка завдання. Метою статті є проектування нової автоматизовано-інформаційної системи нижнього рівня "ForestO_2026" з метою попередження підвищення, підтримки та зберігання лісового господарства.

Виклад основного матеріалу. Проектування інформаційно-автоматизованої системи нижнього рівня має надзвичайну актуальність, враховуючи низький рівень врожайності лісових масивів. Варто звернути увагу на те, що система розроблена сучасним програмним пакетом Siemens Simatic Step 7 [11]. Теоретичні основи проектування нижнього рівня "ForestO_2026" та конфігурацію апаратного забезпечення (контролер, модулі, давачі) детально описано у [1], а також показано налагодження інтерфейсного модуля ProfibusDP [1]. Система "ForestO_2026" має стати не лише надійним помічником для працівників лісового господарства, а й важливим освітнім ресурсом [10], що підвищує обізнаність студентів та учнів, сприяючи таким чином розвитку лісових насаджень та збереження екології.

Проведений аналіз існуючих систем з підтримки врожайності лісового господарства став кроком для проектування нижнього рівня "ForestO_2026" автоматизованої-інформаційної системи.

У проекті нижнього рівня "ForestO_2026" спроектовано організаційний блок OB1, який відповідає за чотири основні функції (рис. 1):

В організаційному блоці OB1 (рис.2.4) викликаються функції:

- FC1 – функція, де відбувається нормалізація аналогових сигналів з давачів;
- FC2 – функція, де відбувається порівняння значень з давачів та заданих значень оператором проекту (максимальних, мінімальних та середніх значень по кожному показнику);
- FC3 – функція опрацювання значень з давача опадів;

– FC4 – функція опрацювання значень з давача вологості ґрунту.

Кожна функція здійснює порівняння отриманих значень з давачів та заданих (критичних). На рис. 3 показано процес розроблення та налаштування функції на прикладі FC3.

Для імітаційного моделювання нижнього рівня системи підтримки лісового господарства "ForestO_2026" використовується програмний емулятор S7-PLCSIM. Процес передбачає завантаження проекту з актуальною конфігурацією вузла S7-300 (рис. 3.). Перевірка алгоритмів здійснюється шляхом призначення адрес вводу (MD10 та MD30), що імітують передачу даних від оператора верхнього рівня. Після активації режиму «Run» логічні ланцюги з істинними умовами (True) підсвічуються зеленим. Як демонструє рис. 3., результат операції порівняння активує маркер M1.1, що сигналізує системі моніторингу про перебування рівня в межах встановленого максимуму.

Архітектура розробленої системи "ForestO_2026", що спрямована на оптимізацію врожайності в лісових господарствах, базується на дворівневому принципі. Спроекований нижній рівень слугує фундаментом для подальшої

побудови людино-машинного інтерфейсу у середовищі WinCC [12]. Незалежність функціонування обох рівнів забезпечує гнучкість системи, дозволяючи організувати паралельний моніторинг багатьох територіально розподілених об'єктів [10].

Висновки. Спроековано інформаційно-автоматизовану систему нижнього рівня "ForestO_2026", яка дозволить значно покращити моніторинг та зберегти лісове господарство.

Практичне значення інформаційно-автоматизовану систему нижнього рівня "ForestO_2026" полягає у:

- аналізі та контролі метеорологічних показників у одному інформаційно-автоматизованому пакеті;
- підвищенні безпеки лісового господарства;
- підтримці урожайності;
- зручності, доступності використання інтерфейсу спроектованої системи.

На подальших етапах наукового напрямку потрібно розробити верхній рівень інформаційно-автоматизованої системи нижнього рівня "ForestO_2026". Верхній рівень системи – це свого роду інтерфейс, який дозволить наочніше здійснювати моніторинг даних отриманих з давачів та заданих.

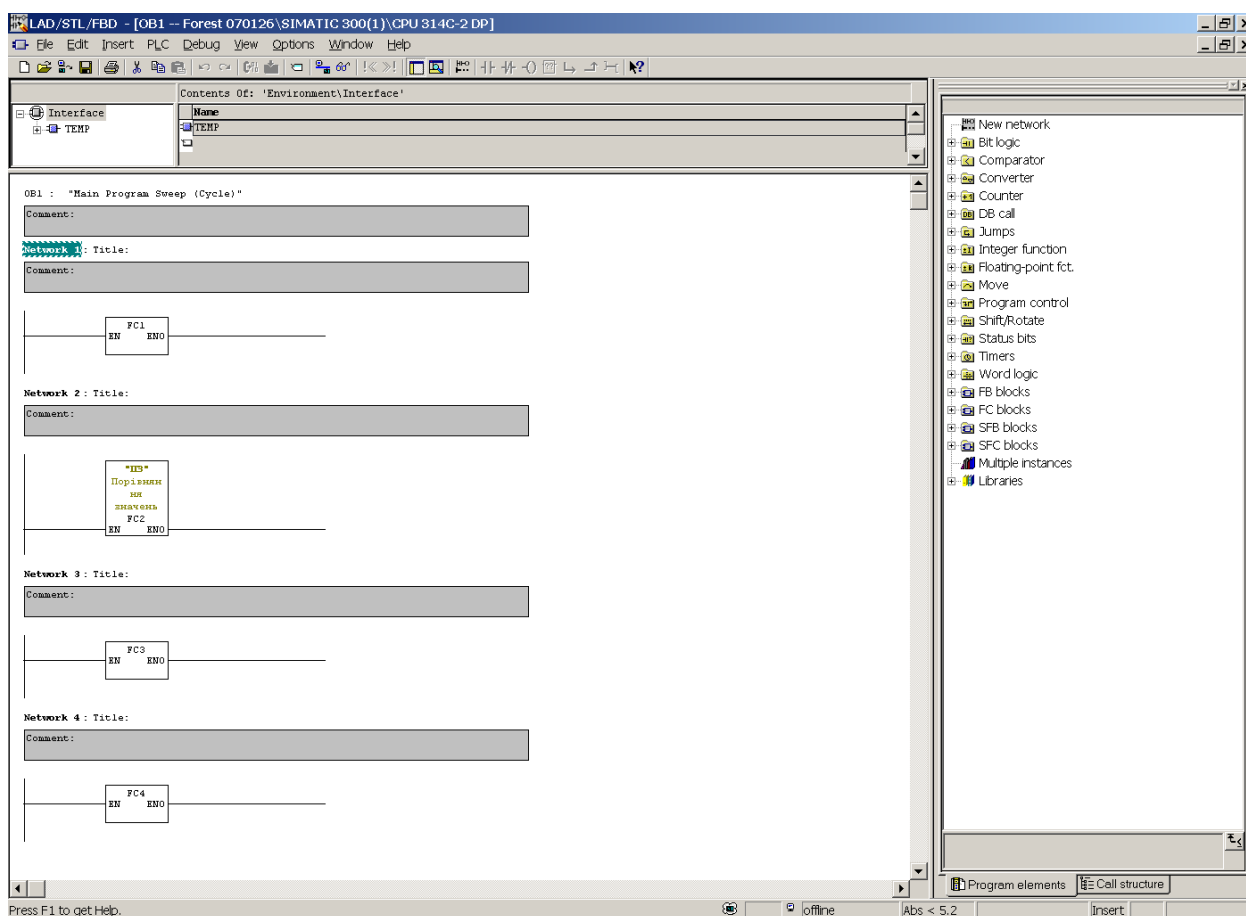


Рис. 1. Організаційний блок OB1 з чотирма функціями

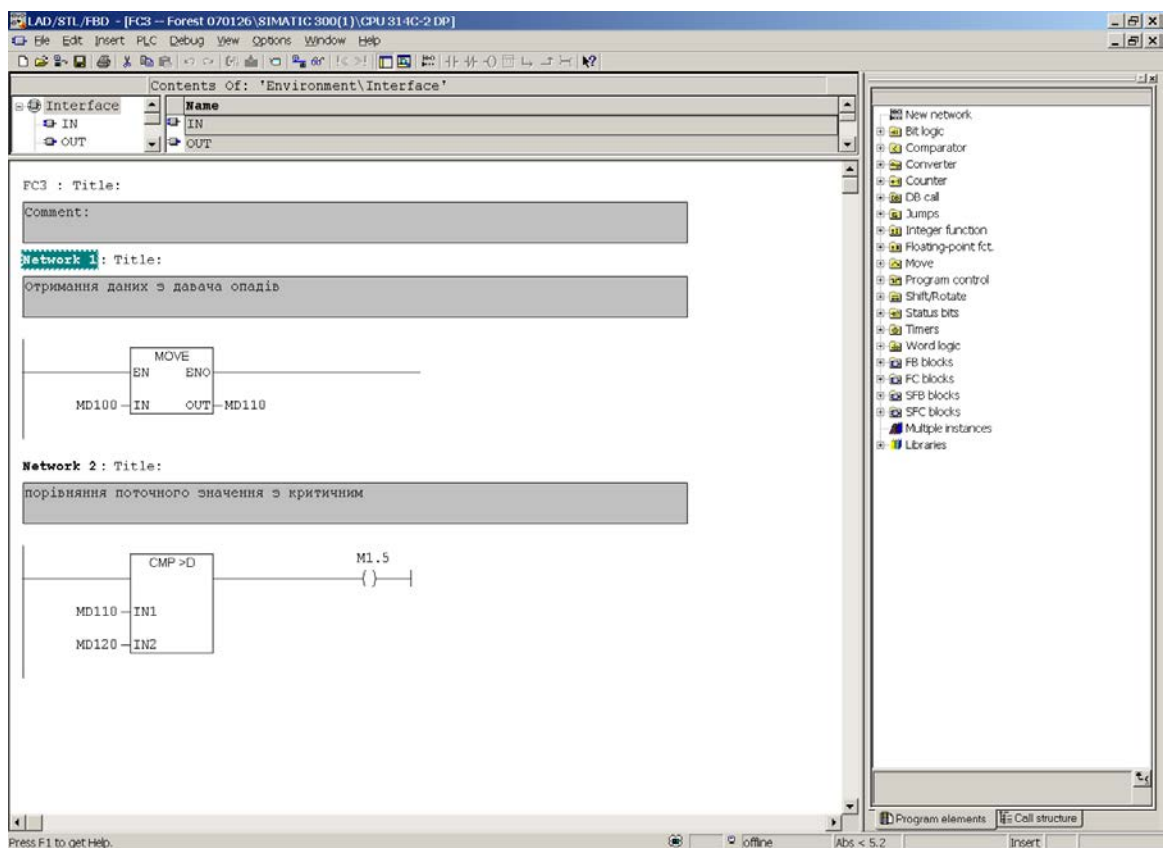


Рис. 2. Налаштування функції FC3

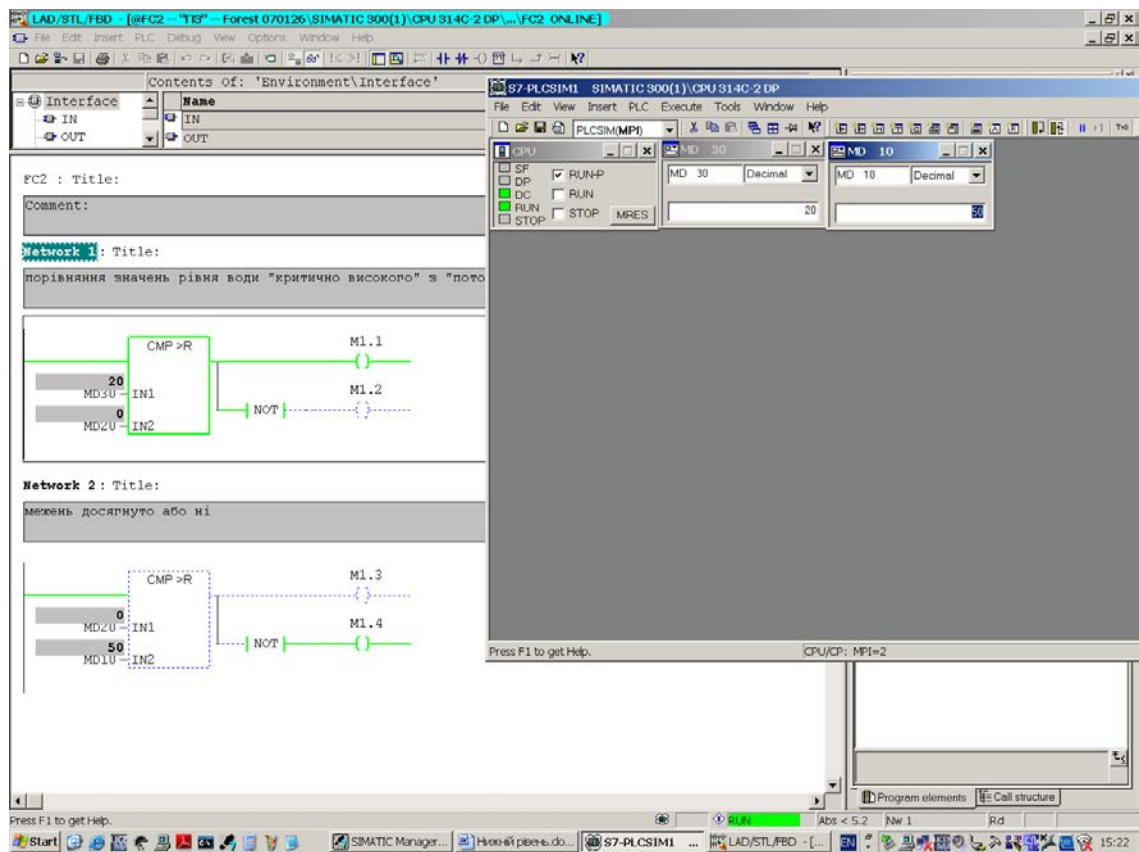


Рис. 3. Запуск проекту нижнього рівня

Доцільним є розширення функціональних можливостей інформаційно-автоматизованої системи "ForestO_2026", що дозволить попередити лісові пожежі та підтоплення лісових ділянок, які при-

легли до водойм. Системне втілення цих ідей створить підґрунтя для вдосконалення аналогічних цифрових платформ та принесе вагомий практичний результат у сфері цивільного захисту [10].

Список літератури:

1. Кобець В. М., Белей О. І. Розроблення конфігурації інформаційної системи підтримки урожайності лісового господарства. *Grail of Science*. 2025. № 59. С. 840–843. DOI: 10.36074/grail-of-science.12.12.2025.096.
2. López-Rodríguez G., Rodríguez-Vicente V., Marey-Pérez M. F. Study of Forest Productivity in the Occurrence of Forest Fires in Galicia (Spain). *Sustainability*. 2021. Vol. 13, No. 15. Art. 8472. DOI: 10.3390/su13158472
3. Hogan J. A., Domke G. M., Zhu K., Johnson D. J., Lichstein J. W. Climate change determines the sign of productivity trends in US forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*. 2024. Vol. 121, No. 4. Art. e2311132121. DOI: 10.1073/pnas.2311132121.
4. Li C., Barclay H., Roitberg B., Lalonde R. Forest Productivity Enhancement and Compensatory Growth: A Review and Synthesis. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. Art. 575211. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.575211>. DOI: 10.3389/fpls.2020.575211.
5. Tijerín-Triviño J., Lines E. R., Zavala M. A., García M., Astigarraga J., Cruz-Alonso V., Dahlgren J., Ruiz-Benito P. Forest Productivity Decreases in Response to Recent Changes in Vegetation Structure and Climate in the Latitudinal Extremes of the European Continent. *Global Ecology and Biogeography*. 2025. DOI: 10.1111/geb.70011.
6. Mohr J. S., Bastit F., Grünig M., Knoke T., Rammer W., Senf C., Thom D., Seidl R. Rising cost of disturbances for forestry in Europe under climate change. *Nature Climate Change*. 2025. Vol. 15. P. 1078-1083. URL: <https://www.nature.com/articles/s41558-025-02408-9>
7. Forest: Stay focused, be present. Seekrtech Co., Ltd. 2026. URL: <https://www.forestapp.cc/>
8. Системи моніторингу врожайності (підрозділ «Основні компоненти системи FarmTRX»). URL: <https://www.agrogeo.com.ua/product-category/farmtrx-yield-monitoring>
9. Універсальний комплект системи моніторингу врожайності (Trimble). Астра-Шоп: Запчастини для с/г техніки. 2026. URL: <https://shop.astra-group.ua/ua/50-777-0002-84.html>
10. Белей О. І., Штаер Л. О., Філюк А., Кравець О. Я. Розроблення інформаційно-довідкової системи "Floods". *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2025. Том 36 (75). № 5, частина 2. С. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.5.2/01>
11. SIMATIC STEP 7 (TIA Portal) - Програмне забезпечення для програмування контролерів SIMATIC. Офіційний сайт Siemens Україна. 2026. URL: <https://www.siemens.com/uk-ua/products/tia-portal/step7/>
12. SIMATIC WinCC (TIA Portal) — Система візуалізації та оперативного керування процесами (SCADA). Офіційний сайт Siemens Україна. 2026. URL: <https://www.siemens.com/uk-ua/products/tia-portal/simatic-wincc/>

Kobets V.M. Belei O.I. DESIGN OF A LOWER LEVEL AUTOMATED INFORMATION SYSTEM FOR FOREST YIELD

The article raises the problem of increasing and preserving forest areas by using an automated information system. This will allow forest workers to monitor meteorological indicators of forest areas in real time, namely: ambient temperature, indicators from temperature sensors, the amount of precipitation and humidity. This will prevent forest fires and reduce the negative impact of flood waters or mudflows on forest areas adjacent to water bodies. This task is critically important, as it will increase forestry productivity and preserve forest stands. The designed lower level of the "ForestO_2026" system provides high information content thanks to an integrated web interface. This allows remote monitoring of lower level parameters through any modern browser or mobile gadget, guaranteeing operational access to data in real time. The system is convenient for further improvement by using it to develop the upper level of the automated information system, i.e. interface design. The main purpose of the lower level is to increase the level of productivity of forestry in terms of flood safety and to provide clear, practical recommendations on actions in case of natural disasters of a water nature (flood waters or floods) and fires. Based on these data, which are issued by the "ForestO_2026" system, it is possible to assess potential danger in a timely manner. The implementation of the lower level of information-automated allows you to automate the process of accumulating and processing large amounts of information about the state of forestry. This minimizes the errors of the "human factor" and ensures high discreteness of measurements. The creation of a reliable lower level of automation is the foundation for building a comprehensive decision-making support system, which contributes to increasing the economic efficiency of the industry and guarantees the rational use of natural capital.

Keywords: lower level, information system, productivity, forest areas, automation.

Дата першого надходження статті до видання: 23.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 19.05.2026