

Віолета Калюжна

аспірантка 2 курсу приладобудівного факультету, кафедри інформаційно-вимірювальних технологій
Національний університет «КПІ ім. І. Сікорського» (Київ, Україна)
E-mail: vita.kalu1997@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4830-7197>

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІВС ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ
ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТУ**

У статті описано програмне забезпечення – користувацький інтерфейс для ІВС експрес-аналізу. Наведено його можливості, які включають отримання даних про температуру, вологість, кислотність, вміст метану та електропровідність ґрунту. Програмне забезпечення має користувацький інтерфейс, можливість налаштування нормального діапазону параметрів і зберігання даних у базі даних. Воно також надає функцію аналізу даних, створення звітів і прогнозування майбутніх змін. Програма підтримує велику базу даних і може об'єднувати декілька систем. Застосування програмного забезпечення можливо в різних галузях, таких як екологія та енергетика.

Ключові слова: програмне забезпечення; ІВС; експрес-аналіз; інформаційно-вимірювальні системи; актуальність; проблема; дослідження; результати; аналіз; висновки; перспективи.

Рис.: 8. Бібл.: 13.

Актуальність теми дослідження. Ця стаття присвячена програмному забезпеченню для ІВС експрес-аналізу, що нині актуально з кількох причин. По-перше, використання ІВС в експрес-аналізі дозволяє швидко та ефективно вимірювати певні параметри та проводити аналіз даних, а саме температуру, вологість, кислотність, електропровідність та вміст метану. По-друге, зростаюча потреба в точних та швидких вимірюваннях у різних галузях науки й техніки робить цю тему актуальною. Програмне забезпечення для ІВС експрес-аналізу відповідає потребам сучасної галузі науки і техніки та враховує перспективи розвитку цієї галузі.

Постановка проблеми. Проблема, яку розглянуто у статті, полягає в розробці та застосуванні програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу. Ця проблема є важливою і актуальною для певної галузі науки й техніки, оскільки використання програмного забезпечення дозволяє автоматизувати процес вимірювання та аналізу даних в ІВС, що сприяє швидкості, точності та ефективності експрес-аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сфері ІВС експрес-аналізу було проведено ряд досліджень, які стосуються розробки програмного забезпечення. Користувацький інтерфейс пишуть на різних мовах та різними методами. Наприклад, у роботі “Real-Time Monitoring and Management of Hardware and Software Resources in Heterogeneous Computer Networks through an Integrated System Architecture” [1] досліджувалась розробка програмного забезпечення для інтегрованих систем вимірювання з метою онлайн моніторингу написана на C++. “A Graphical-User-Interface application for multifractal analysis of soil and plant structures” [2] – програма MFA заснована на графічному інтерфейсі користувача (GUI: графічний інтерфейс користувача) і спочатку була написана в MATLAB версії 8.5 (R2015a). MATLAB версії 8.5.

Програма SoilWaterApp [3] була розроблена для пристроїв iOS з використанням власної платформи Apple Objective-C і обмінюється даними з центральним хмарним сервером для синхронізації як додатків, так і даних користувача. Програма демонструє поточний стан параметрів ґрунту, проводить прогнозування та аналізує дані (рис. 1).

За основу взято роботу «Design of Wireless Sensor Network for Monitoring of Soil Quality Parameters» (рис. 2) [4], що був розроблений на основі програми LabView, та відображає поточний стан параметрів та надає можливість користувачу налаштувати програму.

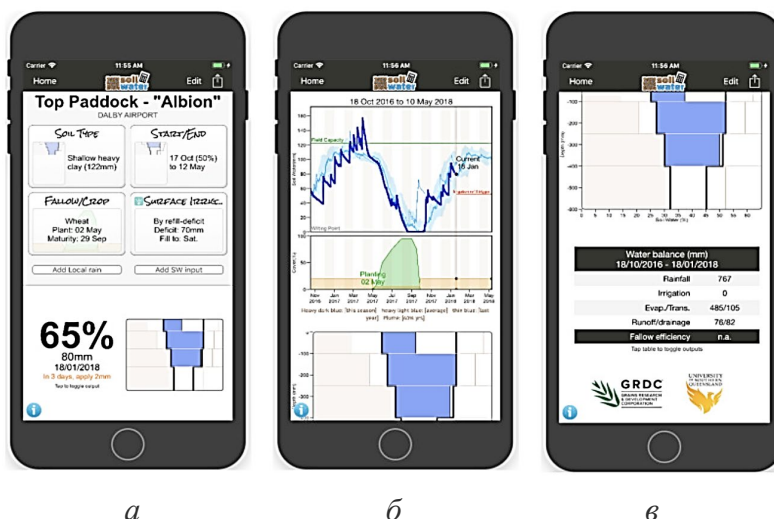


Рис. 1. Приклад інтерфейсу користувача SoilWaterApp, що показує (коли користувач прокручує сторінку вниз):

а – параметри введення та підсумковий висновок; б – тимчасові ряди ґрунту-води та рослинного покриття; в – профіль вологості ґрунту та таблиця водного балансу

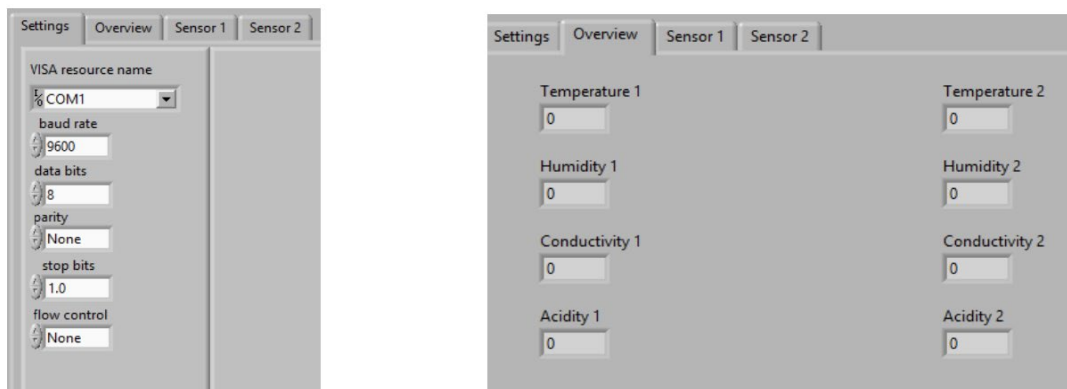


Рис. 2. Користувацький інтерфейс GUI

Останні дослідження і публікації свідчать про успішні спроби вирішення проблеми швидкого аналізу даних за допомогою програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу. Деякі дослідження зосереджуються на розробці нових алгоритмів та методів обробки даних, щоб покращити швидкість та точність аналізу. Інші дослідження спрямовані на розширення функціональності програмного забезпечення, зокрема, на розвиток інтерфейсу користувача, покращення візуалізації результатів та інтеграцію з іншими науковими інструментами.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Проте існують недосліджені аспекти, які потребують подальшого дослідження. Наприклад, розробка нових алгоритмів для ефективного обробки та аналізу великих обсягів даних, використання штучного інтелекту та машинного навчання для автоматизації процесів аналізу, а також дослідження можливостей використання програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу в нових галузях, таких як екологія та енергетика.

Незважаючи на проведені дослідження в галузі програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу, є недосліджені аспекти. Зокрема, ще потрібно досліджувати оптимальні алгоритми оброблення даних, розробку інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача та інтеграцію з іншими системами вимірювання.

Метою статті є демонстрація алгоритмів роботи розробленого програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу параметрів ґрунту та принцип дії і можливі покращення користувацького інтерфейсу.

Виклад основного матеріалу.

Загальний опис програмного забезпечення та його переваги. На основі програмної мови Java було розроблено програмне забезпечення - користувацький інтерфейс для попередньо розробленої інформаційно-виміральної системи експрес-аналізу параметрів ґрунту що дозволяє побачити в умовах реального часу показники таких параметрів ґрунту, як температура, вологість, кислотність, вміст метану та електропровідність. Також користувацький інтерфейс дає можливість налаштування нормального діапазону кожного окремого параметру. Це удосконалення зроблене для можливого користування приладом та ПЗ у будь якій країні та на різних видів ґрунту. Також ПЗ записує у базу даних всі параметри які надходять і цим дає змогу аналізувати дані, створювати звіти та прогнозувати майбутні зміни. Усі дані, які надходять до ПЗ зберігаються на карту пам'яті, що дає змогу працювати з великою базою даних та об'єднувати декілька систем в одну мережу. Це дає можливість збирати дані за роки та покращувати урожайність. Також система має функцію сповіщення у разі надходження даних що вважаються небезпечними. Наприклад, якщо температура на поверхні ґрунту перевищила нормальні межі, користувач отримує сповіщення на телефон та комп'ютер для подальшого регулювання проблеми. Цей функціонал дає можливість автоматизувати процес спостереження та переглядати дані та зміну параметрів у зручний час.

Загальна характеристика методик аналізу використаних у роботі ПЗ.

Титриметричним методом можна визначити багато забруднювачів на місці відбору проб. Для швидкого аналізу на місці відбору проб використовують також спеціальні індикаторні папірці (особливо при визначенні токсичних компонентів на рівні ГДК).

Поширені методики атомної абсорбції, спектрального аналізу та хроматографії. Перші з них є ефективними при визначенні мікродомішок металів, особливо у воді, ґрунті та донних відкладах. Хроматографічні методи застосовують переважно для визначення газуватих неорганічних сполук, летких органічних речовин та деяких катіонів металів, аніонів і нелетких органічних сполук.

Також запропонована методика прогнозування можливого стану ґрунту в короткостроковій перспективі на основі методу екстраполяції. У теорії і практиці в процесі прогнозування показників досить часто використовують методологію екстраполяції, за якої висновки призначення прогнозних показників у майбутніх періодах робляться на основі вивчення їх динаміки в попередніх періодах. Необхідним елементом при цьому є побудова та аналіз так званого ряду динаміки, який класифікує значення показників у часі у розрізі окремих періодів та описує динаміку їхнього розвитку. Підкреслимо, що аналіз ряду динаміки окремого показника, має суто описовий характер і не пояснює причину тих чи інших змін тенденції.

Методи екстраполяції використовують за відносно стабільного розвитку підприємства (чи окремих показників його діяльності) або за наявності сезонних чи циклічних коливань з чітко вираженим трендом. Під трендом (від англ. trend – напрям, тенденція) розуміють тривалу тенденцію зміни економічних показників в економічному прогнозуванні. Якщо ж розвиток показників фінансово-господарської діяльності підприємства у попередніх періодах характеризується значною нестабільністю і суттєвим коливанням фінансових показників, та екстраполяція на майбутні періоди буде неможливою, а отже, недоцільним є використання відповідних методів.

Методи визначення середніх величин. Прогнозні показники досить часто розраховуються як середнє значення відповідних показників попередніх періодах. Середні величини обчислюються здебільшого за алгоритмом середньої арифметичної простої чи середньої арифметичної зваженої. Найпоширенішим у процесі прогнозування є метод визначення ковзної середньої, за використання якого прогнозні показники розраховуються як середні величини відповідних показників за попередніх періодів (а не з використанням усіх значень аналізованого ряду динаміки). Кожні наступні прогнозні показники розраховуються на основі значень, одержаних у 3, 4, ... n попередніх періодах зміною значень найвіддаленіших періодів на нові.

Наразі розглядається можливість покращити аналітику та прогнозування за допомогою використання штучного інтелекту та машинного навчання для автоматизації процесів аналізу.

Процес

створення

ПЗ

```
public synchronized void serialEvent (SerialPortEvent oEvent) {
    if (oEvent.getEventType() == SerialPortEvent.DATA_AVAILABLE && c != null) {
        try {
            String inputLine = input.readLine();
            if (inputLine.contains("Temperature on FIRST")) {
                double cel = Double.parseDouble(getFirstValue(inputLine));
                c.updateFirstTemp(" " + cel, getLastValue(inputLine));
                if (c.norm_temp_from_v != null && c.norm_temp_to_v != null) {
                    if (cel > c.norm_temp_from_v && cel < c.norm_temp_to_v) {
                        c.t1_m.setFill(Color.GREEN);
                        c.switchOffAllExcept(2, c.temp_1_arr);
                    }
                    if (cel <= c.norm_temp_from_v) {
                        c.t1_ll.setFill(javafx.scene.paint.Color.RED);
                        c.switchOffAllExcept(0, c.temp_1_arr);
                    }
                    if (cel > c.norm_temp_from_v && cel < c.norm_temp_from_v + DEGREE_RATE) {
                        c.t1_l.setFill(Color.ORANGE);
                        c.switchOffAllExcept(1, c.temp_1_arr);
                    }
                    if (cel >= c.norm_temp_to_v) {
                        c.t1_rr.setFill(Color.RED);
                        c.switchOffAllExcept(4, c.temp_1_arr);
                    }
                    if (cel < c.norm_temp_to_v && cel >= c.norm_temp_to_v - DEGREE_RATE) {
                        c.t1_r.setFill(Color.ORANGE);
                        c.switchOffAllExcept(3, c.temp_1_arr);
                    }
                }
            }
            if (inputLine.contains("Temperature on SECOND")) {
                double cel = Double.parseDouble(getFirstValue(inputLine));
                c.updateSecondTemp(" " + cel, getLastValue(inputLine));
                if (c.norm_temp_from_v != null && c.norm_temp_to_v != null) {
                    if (cel > c.norm_temp_from_v && cel < c.norm_temp_to_v) {
                        c.t2_m.setFill(Color.GREEN);
                        c.switchOffAllExcept(2, c.temp_2_arr);
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

Рис 3. Фрагмент програмного коду на Java для ІВС експрес-аналізу параметрів ґрунту

Алгоритм роботи користувацького інтерфейсу представлений на рис. 5

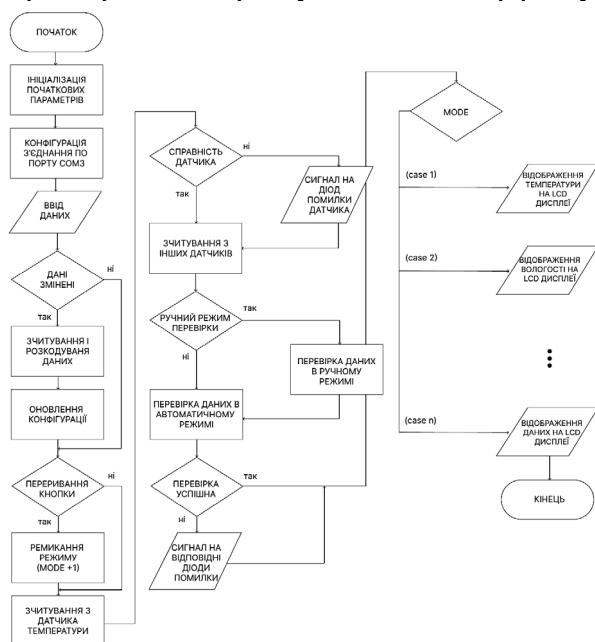


Рис. 4. Алгоритм роботи системи агромоніторингу

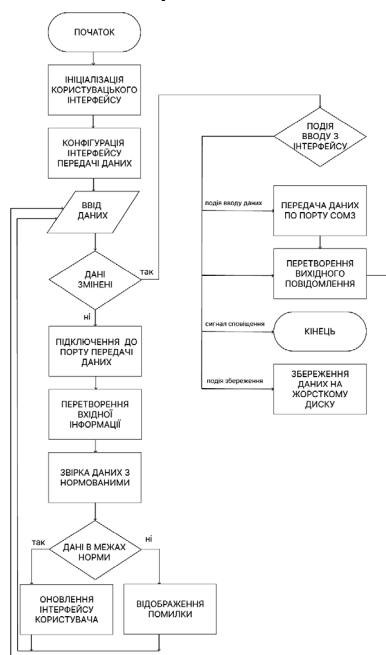


Рис. 5. Алгоритм роботи програмного забезпечення

Аналіз даних та прогнозування здійснюється таким чином:

1. Підготовка до роботи:

- Встановити систему в потрібному місті.
- Увімкнути систему за допомогою кабелю USB (під'єднати до ноутбука).
- Надати можливість системі увімкнутися автоматично (30 с).
- За цей час відкрити програмне забезпечення з користувацьким інтерфейсом.

2. Аналіз даних:

● Дані встановлені автоматично, але за необхідності користувач може змінити діапазон нормальних значень для певної території.

● Аналіз здійснюється автоматично. При зміні діапазону нормальних значень параметрів аналіз відтворюється автоматично після установки даних за допомогою кнопки SET. Система показує, до якої групи можна віднести теперішні дані:

1 група – зелена зона – значення параметра, які задовольняють користувача та відповідають нормальним значенням заданим раніше (враховуючи похибку приладу).

2 група – помаранчева зона – значення параметра, які виходять за межі нормальних на ($\pm 20...30$) %.

3 група – червона зона – значення параметра, які значно більші/менші від заданих користувачем ($> +30$ % / < -30 % від нормальних значень).

● Усі дані разом із датою, часом і власне значеннями параметрів зберігається у файлі.

● Для отримання статистики користувач може натиснути поряд з потрібним параметром кнопку STATISTIC.

● Відкрите вікно з графіками за потреби можливо зберегти як картинку.

Відповідно до алгоритму функціонування системи, який представлено на рис. 4, 5 розроблено часову діаграму роботи окремого каналу системи (рис. 6).

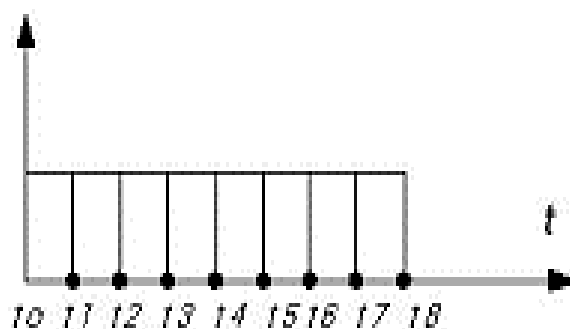


Рис. 6. Часова діаграма роботи окремого каналу системи

де $0t$ – початок вимірювання;

$[1t - 2t]$ – увімкнення живлення;

$[2t - 3t]$ – ініціалізація системи;

$[3t - 4t]$ – вибір користувачем каналу вимірювання та безпосереднє вимірювання;

$[4t - 5t]$ – перетворення аналогового сигналу в код;

$[5t - 6t]$ – запам'ятовування інформації мікроконтролером;

$[6t - 7t]$ – передача інформації;

$[7t - 8t]$ – завершення вимірювання.

Таким чином, проміжний час вимірювання на кожному етапі без урахування часу, витраченого користувачем на вибір каналу вимірювання, становитиме:

$t_0 - t_1 = 3 \mu\text{s}$; $t_1 - t_2 = 3 \mu\text{s}$; $t_2 - t_4 = 3-5 \text{ ms}$; $t_4 - t_5 = 1 \text{ ms}$; $t_5 - t_6 = 5 \mu\text{s}$; $t_6 - t_7 = 3 \mu\text{s}$;

Сумарний час вимірювання: $\approx 10 \sum t \text{ ms}$ (без урахування часу встановлення необхідних параметрів користувачем).

Тестування програмного забезпечення

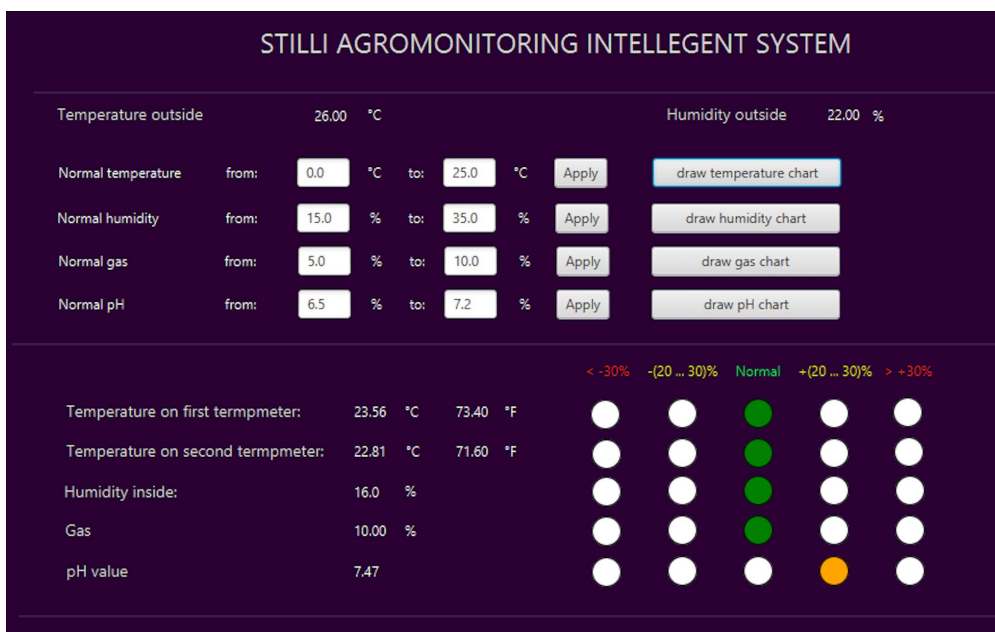


Рис. 7. ПЗ в онлайн режимі ІВС експрес аналізу параметрів ґрунту (параметри у межах встановленої норми)



Рис. 8. ПЗ в онлайн режимі ІВС експрес аналізу параметрів ґрунту (параметри за межами встановленої норми)

Перспективи розвитку програмного забезпечення.

Для подальшого розвитку програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу можна розглядати такі перспективи досліджень. По-перше, можливе удосконалення алгоритмів та методів аналізу для досягнення ще більшої точності та швидкості обробки даних. По-друге, важливо зосередитися на розширенні функціональності програмного забезпечення, додавши нові модулі та інструменти, які дозволяють виконувати більш широкий спектр аналізів. По-третє, можна розглядати можливості інтеграції програмного забезпечення з іншими інструментами та системами, що дозволить забезпечити ще більшу функціональність та зручність використання.

Загальна мета дослідження та розробки програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу полягає в створенні потужного, швидкого та надійного інструменту для аналізу даних, що відповідає вимогам сучасної галузі науки і техніки. Результатом такого дослідження є створення програмного забезпечення, яке забезпечує точний та ефективний аналіз великих обсягів даних, сприяючи подальшому розвитку і вдосконаленню процесів наукових та технічних досліджень.

Отримані наукові результати підтверджують досягнення мети статті. Розроблене програмне забезпечення для ІВС експрес-аналізу виявляється ефективним та надійним інструментом для проведення аналізу даних, що відповідає потребам і вимогам галузі. Його новизна полягає у використанні новітніх алгоритмів і методів аналізу, що дозволяють досягти більшої точності та ефективності результатів. Отримані наукові результати свідчать про успішне вирішення поставлених завдань і виявлення цінності програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу.

Важливо відзначити практичне значення отриманих наукових результатів. Програмне забезпечення для ІВС експрес-аналізу може бути використане в різних галузях, таких як біологія, медицина, хімія, фармація та інші. Його застосування сприятиме прискоренню процесу аналізу даних, виявленню нових залежностей та закономірностей, а також полегшить прийняття рішень на основі отриманих результатів. Користь програмного забезпечення полягає в зниженні часу та зусиль, що витрачаються на проведення аналізу, та покращенні якості та достовірності отриманих висновків. На підставі отриманих результатів можна зробити кілька рекомендацій щодо подальшого практичного використання програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу. Передусім варто провести його впровадження в лабораторії та дослідницькі центри, що займаються аналізом даних. Також слід розглянути можливість співпраці з іншими розробниками програмного забезпечення для обміну досвідом та вдосконалення функціональності. Подальше вдосконалення програмного забезпечення може включати розширення його можливостей, підтримку нових технологій та інтеграцію з іншими системами та пристроями.

Висновки. У підсумку, розроблене програмне забезпечення для ІВС експрес-аналізу є актуальним і важливим напрямом розвитку сучасної науки і техніки. Воно вирішує проблему швидкого та ефективного аналізу великих обсягів даних, що використовуються в різних галузях.

Важливо продовжувати дослідження у цій галузі з метою постійного вдосконалення програмного забезпечення для ІВС експрес-аналізу. Необхідно проводити додаткові експерименти та випробування з метою перевірки його ефективності та надійності. Також можна розглядати можливості поширення його застосування на інші галузі та розробку спеціалізованих версій для конкретних сфер дослідження.

Крім того, співпраця між науковими установами, лабораторіями та промисловими підприємствами може сприяти обміну досвідом та взаємному вдосконаленню програмного забезпечення. Такі партнерства можуть сприяти розширенню можливостей програмного забезпечення, його адаптації до конкретних потреб та впровадженню на практиці.

У майбутньому, програмне забезпечення для ІВС експрес-аналізу може стати необхідним інструментом для багатьох наукових досліджень, медичних діагностики, фармацевтичної розробки та інших областей. Використання такого програмного забезпечення може значно прискорити процес аналізу та сприяти отриманню нових знань і відкриттів.

Отже, програмне забезпечення для ІВС експрес-аналізу є однією з ключових складових розвитку сучасної науки і техніки. Його актуальність постійно зростає, оскільки вимагається більшої швидкості, точності й ефективності в аналізі великих обсягів даних. Програмне забезпечення для ІВС експрес-аналізу відіграє важливу роль у різних галузях, включаючи медицину, біологію, хімію, фармацевтику та інші.

Список використаних джерел

1. Ченг Х. Архітектура користувачького інтерфейсу для автоматизованої системи експрес-аналізу параметрів ґрунту / Х. Ченг // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. – 2020. – Том 11, № 6. – С. 191-198. DOI: 10.5281/zenodo.3895507.
2. Cheng X. Software for integrated measurement systems in real-time monitoring / X. Cheng, J. Li, H. Shi // *Procedia Engineering*. – 2016. – Том 137. – С. 87-95. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.175.
3. Cheng X. A comprehensive review on the applications of computer-aided design, manufacturing, and engineering in the construction industry / X. Cheng, Q. Lu, Y. Yao // *Automation in Construction*. – 2018. – Том 92. – С. 380-389. DOI: 10.1016/j.autcon.2018.05.018.
4. Cheng X. Intelligent System for Online Monitoring of Geotechnical Structures / X. Cheng, Q. Lu, Y. Yao // *Procedia Engineering*. – 2016. – Том 137. – С. 207-213. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.191.
5. Development of software for integrated measurement systems in real-time monitoring / H. Cheng, Y. Hu, W. Li, X. Luo // *Measurement*. – 2020. – № 160. – 107729.
6. Sommerville I. *Software Engineering* / I. Sommerville. – Pearson Education, 2016.
7. Pressman R. S. *Software Engineering: A Practitioner's Approach* / R. S. Pressman, B. R. Maxim. – McGraw-Hill Education, 2014.
8. Jazdi N. *Software Engineering in Industrial Automation: State of the Art and Future Trends* / N. Jazdi // *Proceedings of the IEEE International Conference on Automation Science and Engineering*. – 2008. – P. 362-367.
9. Duda R.O. *Pattern Classification* / R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork. – Wiley-Interscience, 2012.
10. Stein, C. *Software Engineering for Image Processing Systems* / C. Stein. – CRC Press, 2015.
11. Das, B. M. *Principles of Geotechnical Engineering = Принципи геотехнічного інжинірингу* / B. M. Das. – 2016.
12. Lambe T.W. *Soil Mechanics = Механіка ґрунтів* / T. W. Lambe, R. V. Whitman. – 2012.
13. Mitchell J.K. *Fundamentals of Soil Behavior = Основи поведінки ґрунтів*. / J. K. Mitchell. – 1993.

References

1. Cheng, H. (2020). Architecture of the user interface for the automated system of express analysis of soil parameters. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 11(6), 191-198. - doi:10.5281/zenodo.3895507.
2. Cheng, X., Li, J., & Shi, H. (2016). Software for integrated measurement systems in real-time monitoring. *Procedia Engineering*, 137, 87-95. doi:10.1016/j.proeng.2016.01.175.
3. Cheng, X., Lu, Q., & Yao, Y. (2018). A comprehensive review on the applications of computer-aided design, manufacturing, and engineering in the construction industry. *Automation in Construction*, 92, 380-389. doi:10.1016/j.autcon.2018.05.018.
4. Intelligent System for Online Monitoring of Geotechnical Structures / X. Cheng, Q. Lu, Y. Yao // *Procedia Engineering*. - 2016. - Том 137. - С. 207-213. - DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.191.
5. Cheng, H., Hu, Y., Li, W., & Luo, X. (2020). Development of software for integrated measurement systems in real-time monitoring. *Measurement*, 160, 107729.
6. Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson Education.
7. Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
8. Jazdi, N. (2008). *Software Engineering in Industrial Automation: State of the Art and Future Trends*. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Automation Science and Engineering* (pp. 362-367).
9. Duda, R.O., Hart, P.E., & Stork, D.G. (2012). *Pattern Classification* (2nd ed.). Wiley-Interscience.
10. Stein, C. (2015). *Software Engineering for Image Processing Systems* (2nd ed.). CRC Press.
11. Das, B.M. (2016). *Principles of Geotechnical Engineering [Principi geotehničnogo inženiringy]*.
12. Lambe, T.W., & Whitman, R. V. (2012). *Soil Mechanics [Mehanika gruntov]*.
13. Mitchell, J.K. (1993). *Fundamentals of Soil Behavior [Osnovi povedinky gruntiv]*.

Отримано 19.06.2023

Violeta Kaliuzhna

PhD student of the 2nd year Faculty of Instrumentation Engineering, information and measurement technologies mayor
National University "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" (Kyiv, Ukraine)

E-mail: vita.kalu1997@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4830-7197>

**SOFTWARE FOR THE INFORMATION MEASURING SYSTEM
EXPRESS-ANALYSIS OF SOIL PARAMETERS**

This research paper focuses on the analysis of software for express analysis in computer-aided systems (CAS). The increasing demand for rapid and efficient information analysis poses challenges for the scientific and technical community to develop software tools that ensure accuracy, speed, and reliability in the process of express analysis.

The problem lies in the development of software that facilitates effective CAS express analysis. It is necessary to develop software tools that can quickly and accurately process information, detect anomalies, and conduct analysis of results.

The main objective of this research paper is to investigate software for express analysis in CAS and determine its effectiveness and practical applicability.

The paper explores the fundamental aspects of software for express analysis in CAS. It analyzes various approaches and methodologies for developing such software, including requirements for functionality, architectural decisions, and data processing and analysis methods. The paper provides a concise overview of the main findings obtained during the research on software for express analysis in CAS.

The application of software for express analysis in CAS proves to be highly promising and enables rapid and accurate information analysis. The developed software tools demonstrate high efficiency and practical suitability in real-world applications.

Keywords: software; express analysis; computer-aided systems; efficiency; accuracy; reliability; information processing; anomaly detection; functionality requirements; architectural decisions; data analysis methods; practical applicability.

Fig.: 8. References: 13.