

DOI 10.36074/logos-04.04.2025.038

ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА АНАЛІЗУ НЕСПРАВНОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ

Мащенко Анастасія Романівна¹**Науковий керівник: Васильцова Наталія Володимирівна²**

1. здобувач вищої освіти факультету комп'ютерних наук*Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА***2.** канд. техн. наук, професор кафедри інформаційних управляючих систем*Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА***ORCID ID: 0000-0002-4043-487X**

Складна електронна техніка, до якої належить широкий спектр технічних приладів (комп'ютери, телефони, побутова техніка, промислове обладнання тощо), стала необхідною складовою життя й діяльності людей та організацій, забезпечуючи комфорт та продуктивність як у побуті, так і в професійних сферах. Зі збільшенням кількості та складності електронних пристроїв зростає й потреба в їх належному обслуговуванні та ремонті. Для забезпечення безперебійної роботи таких пристроїв активно використовуються сервісні центри, які виконують діагностику, технічне обслуговування та ремонт техніки.

Проведений аналіз діяльності ряду сервісних центрів показав, що для збільшення ефективності управління їх бізнес-процесами необхідно проводити якісний автоматизований облік і аналіз технічних приладів, що підлягають ремонту, знайдених несправностей приладів, деталей, необхідних для виправлення несправностей тощо. Аналіз даних про несправності техніки, які отримані в результаті виконання облікових задач, дає можливість визначити найбільш часті несправності в приладах, шляхи їх вирішення, спрогнозувати необхідні ресурси на майбутнє, що зменшує час та покращує якість обслуговування клієнтів.

Проведені дослідження наявних готових програмних рішень для виконання обліку несправностей, створення звітів, відстеження статусів

SECTION 18.

TECHNOLOGIES ET SYSTÈMES D'INFORMATION

ремонту тощо показали, що наразі програмних продуктів (ПП), які б повністю відповідали визначеним вимогам, немає. Однак, на ринку існують ПП, які дозволяють частково виконувати затребувані вимоги до функціоналу. Такі ПП можна розділити на два класи: облікові інформаційні системи (ІС) та комп'ютеризовані системи управління технічним обслуговуванням [1], [7], [8].

Проте, не дивлячись на різноманітний функціонал, реалізований у існуючих ПП, створення власного рішення має ряд переваг у порівнянні з адаптацією існуючих систем. Перш за все, створення ПП забезпечить більшу гнучкість та масштабованість. За необхідності можна додавати або видаляти функціонал, а також впроваджувати до системи нові модулі без обмежень. З урахуванням нових потреб при звітуванні завжди є можливість створення нових форм звітів, які будуть повністю відповідати запиту сервісного центру. Власний ПП може інтегруватися з вже готовими системами, які використовуються в сервісному центрі. Не менш важливим є те, що для впровадження готового ПП потрібні значні витрати для виконання адаптації, навчання співробітників, особливо у випадку впровадження ІС іноземного виробництва. Окрім того необхідно вносити щомісячні платежі за ліцензією. Також на вартість впливає те, що існуючі програмні рішення пропонують дуже широкий набір функціональних можливостей, які не повністю будуть використовуватися невеликим сервісним центром.

Проведений в роботі аналіз показав, що розробка власного ПП забезпечить повну автономність інформаційної системи і знизить ризики, пов'язані з діяльністю розробників існуючих готових рішень.

Однією з важливих і складних задач розробки модулів ІС, яка впроваджується у сервісних центрах, вважається задача проведення моделювання бізнес-процесів, які є основою для побудови моделей функціональної структури ІС та її елементів.

Метою даної роботи є побудова структурних і математичних моделей вирішення задач діагностування, обліку та аналізу несправностей технічних виробів, які обслуговуються в сервісних центрах.

Побудова таких моделей пропонується в рамках розробки модуля «Облік та аналіз несправностей технічних виробів» ІС сервісного центру з ремонту електронної техніки, який автоматизованим способом виконує функції діагностування, обліку та аналізу несправностей технічних виробів.

Аналіз бізнес-процесів, проведених в сервісному центрі з ремонту електронної техніки, надав можливість провести структурне візуальне моделювання та сформуванню контекстну діаграму бізнес-процесу діагностування несправностей електронних приладів (рис. 1). Декомпозиція першого рівня бізнес-процесу діагностики несправностей електронних приладів представлена на рис. 2 у вигляді структурної візуальної моделі.



Рис. 1. Контекстна діаграма бізнес-процесу діагностики несправностей електронних приладів

Модуль «Облік та аналіз несправностей технічних виробів» ІС сервісного центру з ремонту електронної техніки розробляється з метою: збільшення ефективності виконання бізнес-процесів завдяки зменшенню операцій, що виконуються «вручну»; підвищення точності та швидкості формування звітів при проведенні обліку та аналізу несправностей технічних виробів; підвищення точності розрахунків, пов'язаних з аналізом несправностей технічних виробів; забезпечення надійності зберігання та уникнення дублювання даних в ІС.

Модуль використовує інформацію, яка формується такими модулями ІС: модуль «Персонал», модуль «Розподіл навантаження», модуль «Прийом техніки та обслуговування клієнтів». Вихідні дані, сформовані модулем «Облік та аналіз несправностей технічних виробів», надходять до модуля «Логістика та склад» та модуля «Маркетинг» ІС сервісного центру. Зв'язок між модулями ІС сервісного центру у вигляді структурної схеми представлений на рис. 3.



SECTION 18.
TECHNOLOGIES ET SYSTÈMES D'INFORMATION

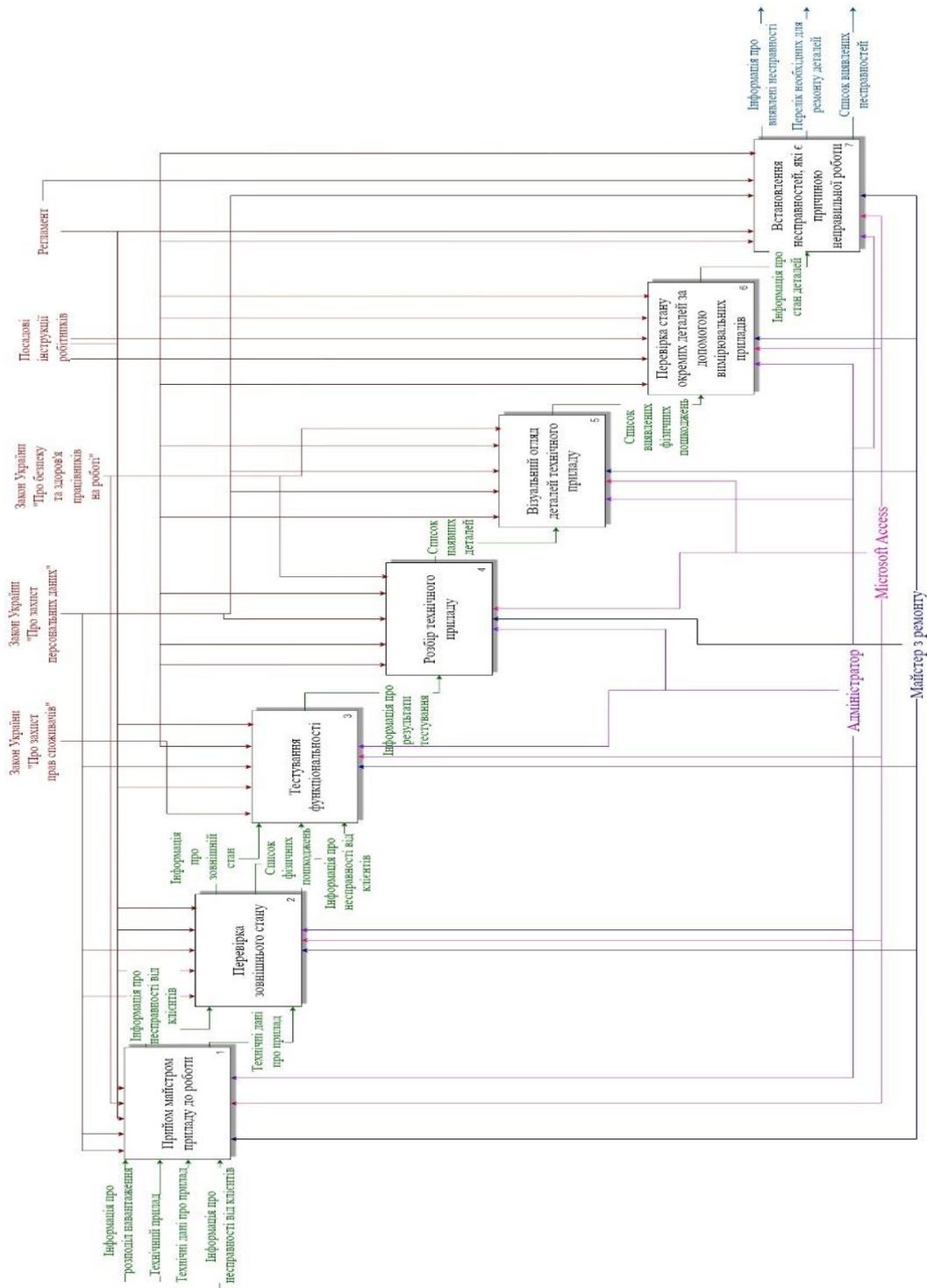


Рис. 2. Декомпозиція першого рівня бізнес-процесу діагностики несправностей електронних приладів

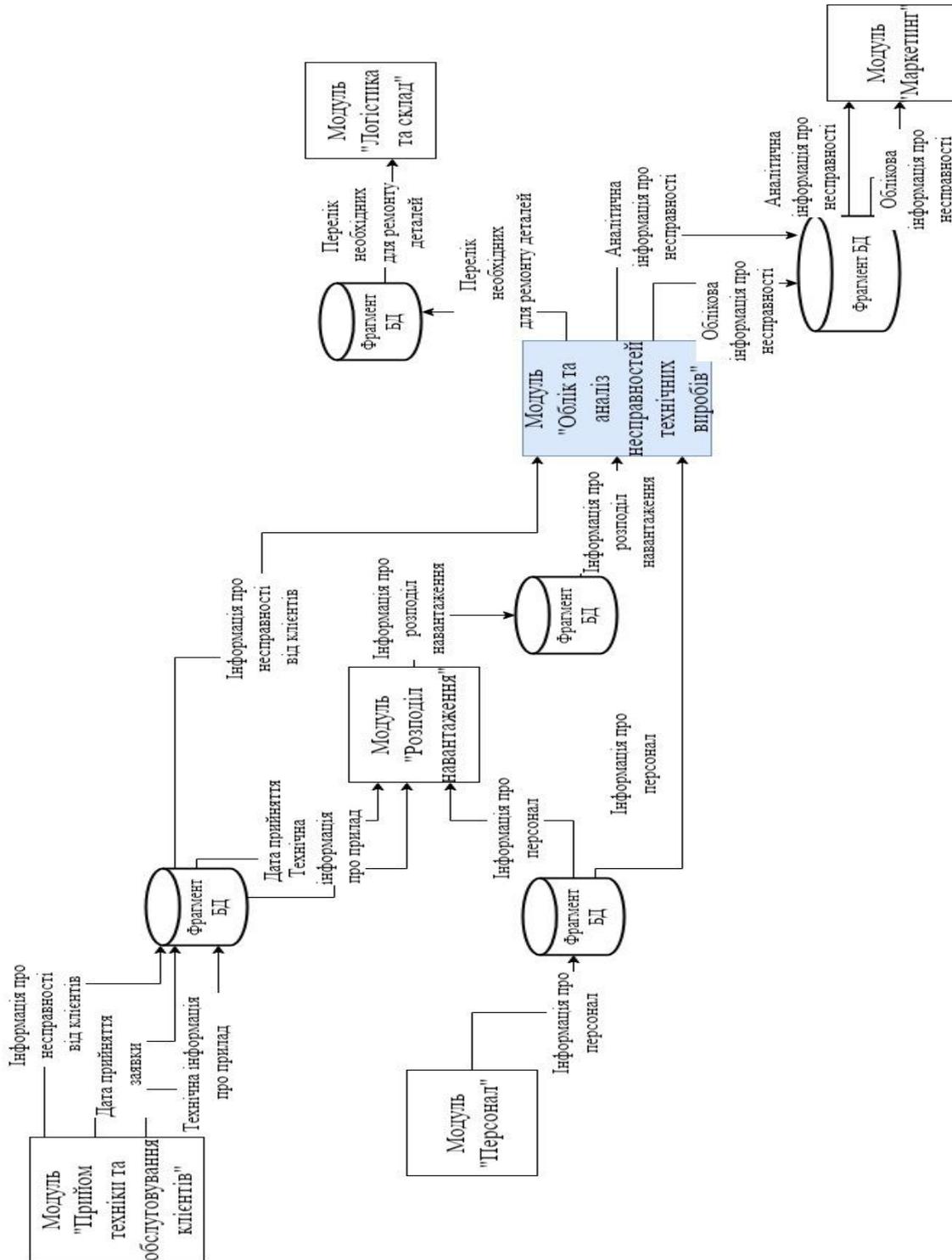


Рис. 3. Схема архітектури інформаційної системи сервісного центру з ремонту електронної техніки

SECTION 18.

TECHNOLOGIES ET SYSTÈMES D'INFORMATION

При розробці модуля «Облік та аналіз несправностей технічних виробів» використовуються моделі, які будуються з використанням технологій візуального проектування та нотацій IDEF0, DFD та блок-схем для моделювання та візуалізації бізнес-процесів [5],[9]. Розроблена структурна візуальна функціональна модель (у вигляді контекстної діаграми) модуля представлена на рис. 4. Декомпозиція першого рівня функціональної моделі модуля «Облік та аналіз несправностей технічних приладів» (у вигляді структурної візуальної моделі) зображена на рис. 5.

Вхідними даними для функціонування модуля є: технічні дані про прилад; інформація від клієнтів про несправності приладу; дата прийому заявки; інформація про виявлені несправності; інформація про персонал, який здійснює діагностику й ремонт приладів; інформація про розподіл навантаження для кожного майстра сервісного центру; інформація про період звітності.

Управління модулем (та його обмеження) здійснюються з використанням: посадових інструкцій співробітників, регламенту та Законів України (закону «Про права споживачів», закону «Про захист персональних даних», закону «Про безпеку та здоров'я працівників на роботі») [2]–[4].



Рис. 4. Контекстна діаграма модуля «Облік та аналіз несправностей технічних виробів» ІС сервісного центру з ремонту електронної техніки (A0, IDEF0)

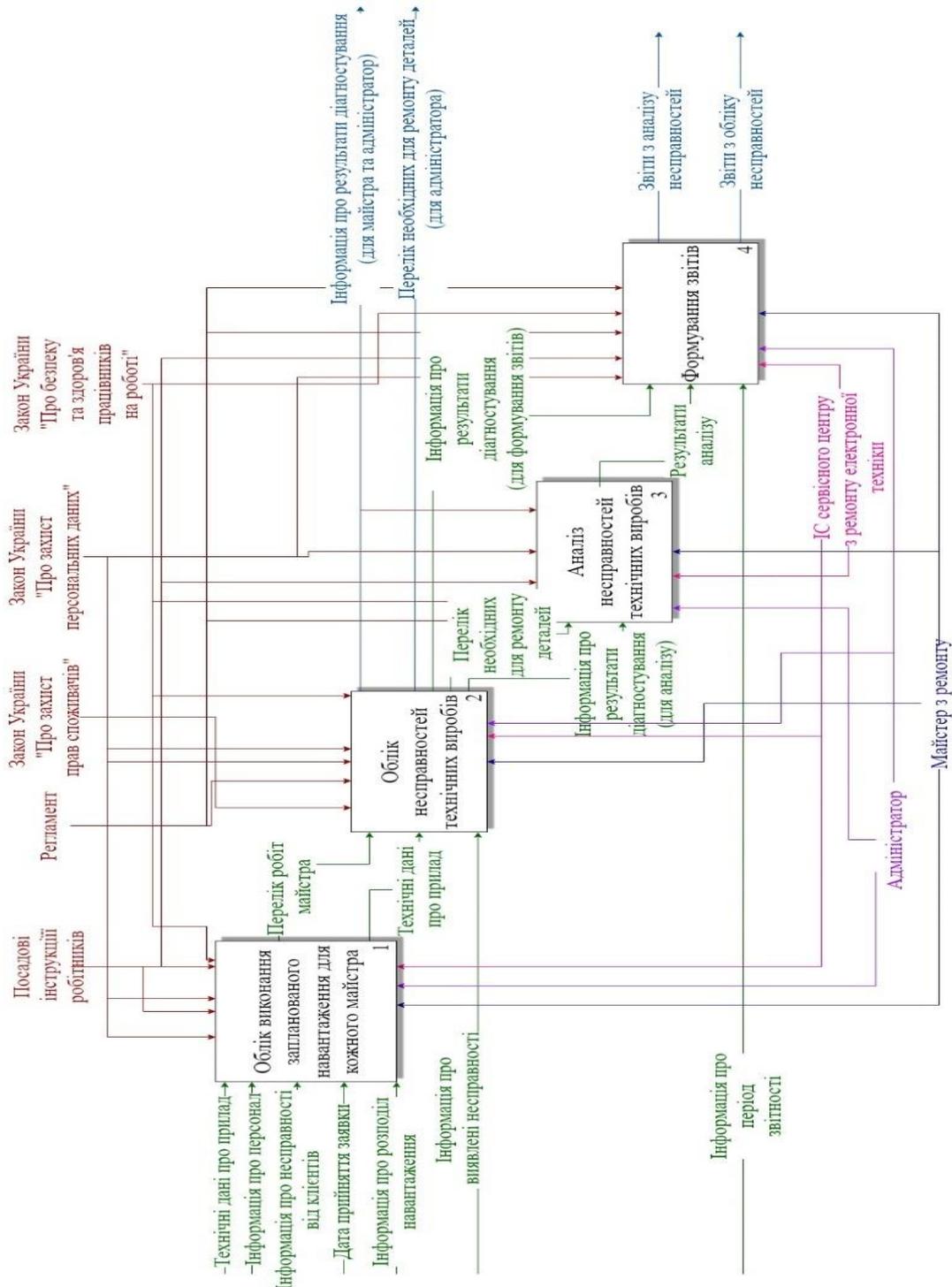


Рис 5. Діаграма декомпозиції першого рівня модуля «Облік та аналіз несправностей технічних виробів» ІС сервісного центру з ремонту електронної техніки (A0, IDEF0)



SECTION 18.

TECHNOLOGIES ET SYSTÈMES D'INFORMATION

Механізмами, які позначені на рис. 4 і рис. 5, є: майстер з ремонту, адміністратор, ІС сервісного центру з ремонту електронної техніки.

Вихідними повідомленнями модуля є: звіти з обліку несправностей приладів, звіти з аналізу несправностей приладів, інформація про результати діагностування (для майстра та адміністратора), перелік необхідних для ремонту деталей (для адміністратора).

У межах модуля «Облік та аналіз несправностей технічних приладів» проводиться вирішення наступних задач: облік виконання запланованого навантаження для кожного майстра, облік несправностей технічних виробів, аналіз несправностей технічних виробів, формування звітів [6], [10].

Проведення аналізу часу виконання ремонтних робіт майстрами дозволить визначити загальний час, за який майстер може виконати ремонт. Звертаючись до цих даних, головний менеджер планує навантаження для кожного майстра. Окрім того, порівняння виконання робіт кожним майстром певної спеціалізації дозволить визначити причини розбіжностей за часом і покращити виконання обслуговування приладів.

Необхідними даними для виконання аналізу є наступні дані: номер, що ідентифікує ремонтну роботу; час початку і завершення кожної ремонтної роботи, які вносяться безпосередньо майстром; табельний номер майстра; тип технічного виробу, що ремонтувався; тип несправності.

Аналіз часу виконання ремонтних робіт проводиться за допомогою запропонованих моделей, представлених у вигляді формул (1) та (2).

Обчислення загального часу виконання конкретного ремонту певним майстром здійснюється за формулою (1):

$$T_{P,i,j} = T_{ЗР,i,j} - T_{ПР,i,j}, \quad (1)$$

де:

$T_{P,i,j}$ – загальний час виконання j -го ремонту i -м майстром;

$T_{ЗР,i,j}$ – час завершення j -го ремонту i -м майстром;

$T_{ПР,i,j}$ – час початку j -го ремонту i -м майстром.

Окрім того, використовуючи формулу (1), виконується візуалізація часу, витраченого на ремонт певного типу несправності, що виконувався кожним майстром окремо.

Обчислення середнього часу виконання ремонтних робіт для конкретного майстра за певним типом несправності здійснюється за формулою (2):

$$\bar{T}_{i,k} = \frac{1}{n_{i,k}} \sum_{j=1}^{n_{i,k}} T_{p,ij}, \quad (2)$$

де:

$\bar{T}_{i,k}$ – середній час виконання ремонту за k -тим типом несправності для i -го майстра певної спеціалізації;

$T_{p,ij}$ – загальний час виконання j -ї ремонтної роботи для i -го майстра певної спеціалізації;

$n_{i,k}$ – кількість ремонтних робіт за k -тим типом несправності, виконаних i -м майстром певної спеціалізації.

Після виконання розрахунків за пропонованими моделями отримані дані представляються у вигляді діаграми, що візуалізує середній час виконання ремонтних робіт певного технічного пристрою за конкретною несправністю для всіх майстрів цієї спеціалізації.

Даний вид аналізу дозволить визначити частоту виникнення несправностей за кожним типом технічного виробу відповідно до фірми-виробника, що надасть можливість виявити фірму-виробника з найбільшою кількістю несправностей для конкретної моделі приладу та дати його випуску.

Адміністратори сервісного центру надають інформацію фірмам-виробникам, що дозволяє цим фірмам покращити процес виготовлення електронних приладів. Для підвищення ефективності виготовлення електронних приладів також пропонується використовувати моделі (3) і (4).

Обчислення суми всіх ремонтів з визначеного типу приладу, його моделі й фірми-виробника, що були виконані певним майстром, і мали конкретний тип несправності, здійснюється за формулою (3):

$$R_{j,k,f,r,p} = \sum_{i=1}^{n_{j,k,f,r,p}} I_{(X_i=X)}, \quad (3)$$

де:

$R_{j,k,f,r,p}$ – кількість ремонтів j -го типу виробу, k -ї моделі, f -ї фірми-виробника, r -го типу несправності, виконані p -тим майстром;

$I_{(X_i=X)}$ – індикаторна функція, що дорівнює 1, якщо i -й ремонт відповідає всім вказаним умовам X , і 0 в іншому випадку;

$n_{j,k,f,r,p}$ – кількість ремонтів j -го типу виробу, k -ї моделі, f -ї фірми-виробника, r -го типу несправності, які виконані p -тим майстром;

X – умова, що відповідає заданому типу технічного виробу, моделі технічного виробу, фірмі-виробнику технічного виробу, типу несправності технічного виробу, табельному номеру майстра, що проводив ремонт.



SECTION 18.

TECHNOLOGIES ET SYSTÈMES D'INFORMATION

Обчислення суми виконаних робіт кожним майстром з певного типу приладу, його моделі та фірми-виробника, що стосувались визначеного типу несправності, здійснюється за формулою (4):

$$R_{j,k,f,r} = \sum_{p=1}^{n_{j,k,f,r,p}} R_{j,k,f,r,p}, \quad (4)$$

де:

$R_{j,k,f,r}$ – кількість ремонтів j -го типу виробу, k -ї моделі, f -ї фірми-виробника, r -го типу несправності, які виконані всіма майстрами;

$R_{j,k,f,r,p}$ – кількість ремонтів j -го типу виробу, k -ї моделі, f -ї фірми-виробника, r -го типу несправності, які виконані p -тим майстром;

$n_{j,k,f,r,p}$ – кількість ремонтів j -го типу виробу, k -ї моделі, f -ї фірми-виробника, r -го типу несправності, які виконані p -тим майстром.

Використовуючи отримані дані, будуються діаграми за певною фірмою-виробником, за типом та моделлю електронного пристрою, а також за типами несправностей.

Проведення аналізу роботи сервісного центру щодо визначення та усунення несправностей за допомогою моделей (1)–(4) дозволить скоротити час виконання ремонтних робіт і своєчасно покращити їх якість.

Висновки. Розробка модуля «Облік та аналіз несправностей технічних приладів» ІС сервісного центру з ремонту електронної техніки, яка здійснюється на основі проведення структурного, візуального і математичного моделювання, спрямована на підвищення ефективності виконання процесів, що досягається завдяки зменшенню кількості операцій, які виконуються «вручну». Це дозволить значно підвищити точність і швидкість формування звітів під час обліку та аналізу несправностей технічних виробів. Крім того, модуль може забезпечити покращення точності розрахунків, пов'язаних з аналізом несправностей, а також гарантувати надійність зберігання даних, мінімізуючи ризик їх дублювання в інформаційній системі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Програма для обліку та автоматизації бізнесу. Взято з <https://remonline.ua/>
- [2] Про затвердження Мінімальних вимог до охорони здоров'я та безпеки працівників, які піддаються впливу електромагнітних полів. (б. д.). Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0184-23>.
- [3] Про захист персональних даних. (б. д.). Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/go/2297-17>

- [4] Про захист прав споживачів. (б. д.). Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/go/3153-20>.
- [5] Augusto, A., Gill, A., Bork, D., Nurcan, S., Reinhartz-Berger, I., & Schmidt, R. (Ред.). (2022). Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-07475-2>.
- [6] Barenji R. V., & Azizi A. (2022) Industry 4. 0: Technologies, Applications, and Challenges. Springer.
- [7] CMMS, EAM & IIoT Software by UpKeep Asset Operations Management | Try Free. (б. д.). [onupkeep](https://upkeep.com/). <https://upkeep.com/>.
- [8] CMMS for Ease of Use | Refreshingly Simple Maintenance. (б. д.). [Maintainly](https://maintainly.com/). <https://maintainly.com/>.
- [9] Dennis, A. (2006). Systems Analysis Design (3-тє вид.). John Wiley & Sons Inc.
- [10] Kaliraj, P., & Devi, T. (2022). Industry 4. 0 Technologies for Education: Transformative Technologies and Applications. CRC Press LLC.

