

*A. В. МАКОГОНОВ, І. А. МАРИНИЧ*

## СКЛАД ТА СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОВЕДЕННЯ ПЛАНОВО-ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНИХ РЕМОНТІВ

Робота присвячена розгляду складових інформаційної системи, яка може використовуватися для ефективної організації та проведення планово-попереджувальних ремонтів в промислових та інфраструктурних об'єктах. Приведено обґрунтування виконання таких робіт. Також визначено, що одним зі шляхів підвищення їх ефективності є впровадження комп'ютеризованих систем керування технічним обслуговуванням. Відповідно, було проведено огляд деяких існуючих рішень на ринку. Охарактеризовано переваги та недоліки існуючих рішень. Зазначається, що навіть у західних економіках, незважаючи на важливість цього інструменту в управлінні обслуговуванням, ступінь досягнутого успіху в успішному впровадженні таких систем, навіть у великих, добре забезпечених ресурсами організаціях, є поганим. Відповідно до інтернет-досліджень, кількість успішних впроваджень становить лише близько 25–40 %, а кількість користувачів, які використовують системи керування технічним обслуговування або системи управління основними фондами на повну потужність, становить лише 6–15%. З урахуванням відставання розвитку економіки та бізнес процесів в Україні цей показник буде ще нижчим. На основі аналізу цих систем запропонована модель інформаційної системи планово-попереджувальних ремонтів для українського ринку. Модель має такі переваги: простота в розумінні та використанні; доступність для українських користувачів; низька вартість використання. Модель включає такі основні компоненти: реєстрація та управління компаніями; створення та управління проектами; створення та управління завданнями; внесення та відстеження витрат; функціонал для планування робіт; облік лікарняних та відпусток співробітників. Наступним кроком розвитку системи є інтеграція з системами моніторингу обладнання. Зібрані дані по їх стану дозволять розробити модель машинного навчання для реалізації одного з елементів Industry 4.0 - прогнозного обслуговування.

**Ключові слова:** інформаційна система; планово-попереджувальні ремонти; система планово-попереджувальних ремонтів; хмарна платформа; управління активами; CMMS

*A. MAKOHONOV, I. MARYNYCH*

## THE WAREHOUSE AND STRUCTURE OF THE INFORMATION SYSTEM FOR ORGANIZING PLANNED PREVENTIVE MAINTENANCE

The work is devoted to the consideration of the information system components, which can be used for effective organization and implementation of planned and preventive repairs in industrial and infrastructure facilities. The rationale for the performance of such works is given. It is also determined that one of the ways to improve their efficiency is the introduction of computerized maintenance management systems. Accordingly, a review of some existing solutions on the market was conducted. Given the advantages and disadvantages of existing solutions are characterized. It is noted that even in Western economies, despite the importance of this tool in service management, the success rate of successfully implementing such systems, even in large, well-resourced organizations, is poor. According to Internet research, the number of successful implementations is only about 25–40% and the number of users using computerized maintenance management systems or enterprise asset management systems to its full potential is only 6–15%. Taking into account the lag in the development of the economy and business processes in Ukraine, this indicator will be even lower. Based on the analysis of these systems, a model of the planned preventive maintenance information system for the Ukrainian market is proposed. The model has the following advantages: ease of understanding and use; accessibility for Ukrainian users; low cost of use. The model includes the following main components: registration and management of companies; creating and managing projects; creation and management of tasks; entering and tracking expenses; functionality for work planning; accounting of sick leave and vacations of employees. The next step in system development is integration with equipment monitoring systems. The collected data on their condition will allow to develop a machine learning model for the implementation of one of the elements of Industry 4.0 - predictive maintenance.

**Keywords:** information system; scheduled and preventive repairs; preventive maintenance system; cloud platform; asset management; CMMS

**Вступ.** В залежності від того, як визначаються потреби у ремонтних роботах, розрізняють систему планово-попереджувального ремонту та систему ремонту за результатом технічної діагностики [1].

Суть системи планово-попереджувального ремонту полягає у тому, що всі запобіжні заходи та ремонти устаткування здійснюються за встановленими попередньо нормативами. Після відпрацювання кожним верстатом певної, визначеної нормативами кількості годин проводять його огляди та планові ремонти, черговість та послідовність яких залежить від призначення верстата, його конструктивних особливостей, умов експлуатації тощо [1].

Система планово-попереджувального ремонту найбільш поширена на вітчизняних підприємствах. Вона передбачає проведення технічного (міжремонтного) обслуговування устаткування, його періодичних планових ремонтів та модернізацію [1], і має на меті встановити «коли» і «хто» буде обробляти

кожне заплановане завдання, а його основна мета полягає в тому, щоб знайти найкращу послідовність завдань обслуговування для виробничого процесу в кожному періоді протязом горизонту планування [2].

Профілактичне обслуговування не тільки гарантує, що ваші машини працюють на оптимальних рівнях продуктивності, але також допомагає підвищити продуктивність. Регулярне планове профілактичне технічне обслуговування зменшує потребу в реактивному або аварійному ремонті, дозволяючи обслуговуючому персоналу зосередитися на повсякденній діяльності замість не запланованих простояв [3].

Дослідження Брайтлі показали, що добре виконана програма планово-попереджувального ремонту (ППР) може забезпечити до 50–65% скорочення екстрених робіт. З огляду на це, групи технічного обслуговування повинні мати доступні інструменти та ресурси для виконання успішних планів ППР; це найефективніше досягається завдяки

точним даним машини, належному плануванню та використанню надійних деталей від перевірених постачальників[3].

Якщо ви вирішите запровадити програми профілактичного обслуговування, ви побачите, що це може принести значну економію для організацій з точки зору зменшення різних витрат. Ці витрати включають витрати на оплату праці та ремонт, комунальні послуги та витрати, пов'язані з відсутністю запасних частин, коли ремонт виявляється необхідним [3].

Замість того, щоб чекати та мати справу з не запланованою поломкою, профілактичне технічне обслуговування вимагає проактивного підходу, який підтримує роботу машин в оптимальному стані та значно скорочує час не запланованих простоїв. По суті, добре структурована програма профілактичного обслуговування допомагає організаціям скоротити операційні витрати на 12-18%, що робить її ефективним способом економії грошей [3].

Профілактичне технічне обслуговування є ефективною стратегією для будь-якого бізнесу, оскільки воно забезпечує оптимальну роботу обладнання, що, у свою чергу, сприяє підвищенню стабільності поставок продукції. Регулярне технічне обслуговування та перевірки обладнання допомагають виявити будь-які проблеми до їх виникнення, зменшуючи ймовірність поломок і забезпечуючи безперебійну роботу виробничої лінії[3].

Завдяки пом'якшенню тривалих затримок перешкоди для клієнтів зводяться до мінімуму – це неоціненна перевага, коли йдеться про підтримку репутації компанії та збереження задоволеності клієнтів. У поєднанні з надійністю та якісною продукцією профілактичне технічне обслуговування може стати великою перевагою для організацій у довгостроковій перспективі [3].

Ще однією перевагою, яка досить рідко зустрічається у статтях, є підвищення безпеки на виробництві. Для розуміння цього достатньо навести декілька прикладів.

Поломка обладнання може бути наслідком чогось такого простого, як зношений ремінь або пошкоджений ролик. Залежно від ситуації навіть незначна проблема може стати небезпечною. Якщо якась частина обладнання виходить з ладу під час роботи, будь-які працівники поблизу можуть опинитися під загрозою. Наприклад, несправність запірного клапана на котлі може призвести до серйозних травм для тих, хто знаходиться поруч. ППР служить для запобігання таким типам збоїв, тим самим забезпечуючи безпеку оперативних бригад [4].

Деякі ризики, пов'язані з обладнанням, що погано обслуговується, менш драматичні, але все ж значні. Наприклад, погано обслуговувана система вентиляції може призвести до накопичення небезпечного газу. Технічне обслуговування систем опалення, вентиляції, вентиляції та кондиціонування є ключовим для більшості заводів, і це вимагає регулярного технічного обслуговування [4].

Іншим прикладом можуть бути витoki або конденсація, що призводять до накопичення води та становлять небезпеку ковзання та падіння. Ці проблеми часто є результатом погано обслуговуваних активів, таких як конденсат у несправній морозильній камері. Знову ж таки, регулярні перевірки усунуть цю проблему[4].

Одним із напрямків удосконалення систем управління підприємством є використання автоматизованих систем, які підвищують ефективність управління [5]. Зокрема, така система може надати наступні переваги.

1. Підвищення ефективності праці - облік завдань дозволяє швидко й легко планувати, призначати та закривати робочі замовлення. Візуальний інтерфейс: списки, Канбан дошка, діаграма Ганта, сповіщення про появу нових, або зміни в існуючих завданнях дозволяє швидко упорядкувати робочі замовлення та автоматично відстежувати всі робочі замовлення в системі [6].

2. Робить документи легко доступними - система забезпечує централізовану та оцифровану базу даних для всіх файлів, форм і документів. Програмне забезпечення також гарантує безпечне зберігання документів, обмеження по правам доступу, а також автоматичне резервне копіювання. Зберігання в цифровому вигляді полегшує впорядкування та категоризацію документів [7].

3. Скорочення об'єму робіт з управління та планування - за допомогою програмного забезпечення створення документів, звітів, графіків можна автоматизувати, та відповідно пришвидшити. Повна бібліотека цифрових активів включає активну базу даних виконання проєкту, базу даних експлуатації виробничих активів, базу даних технічного обслуговування активів, запис про виконаний проєкт. Бібліотека ресурсів життєвого циклу забезпечує точне бізнес-планування на основі даних із скороченням часу, необхідного для планування [8]. Також можливо ввести цифровий підпис, тоді для узгодження документу не треба буде самостійно обходити всіх відповідальних осіб, а достатньо буде надіслати у систему.

4. Підвищення швидкості реакції на нештатні ситуації - при виникненні непередбачуваних проблем, наприклад при проведенні ППР виявилося, що необхідно замінити ще певну деталь, то система має запропонувати вибір рішень або необхідну інформацію для розв'язання такої проблеми.

5. Програмне забезпечення для обслуговування допомагає створити міцну культуру - відомий вислів Пітера Друкера: «Культура їсть стратегію на сніданок». Цитата не потребує пояснень. У ньому наголошується, що коли бізнес відчуває труднощі, а існуюча стратегія та процеси не дають позитивних результатів, культура має найбільше значення та найбільше впливає на зміну ситуації. Побудова сильної корпоративної культури вимагає часу, виховання та зосередженості. Сильна корпоративна культура не виростає миттєво, і вона залучає людей і плани до розвитку. Програмне забезпечення для

керування обслуговуванням допомагає формувати культуру, оскільки показує, що керівники та менеджери цінують підзвітність, надійність, швидкість реагування, якість, безпеку тощо[9].

6. Віддалений збір даних для визначення KPI [10].

7. Інтеграція систем обслуговування з іншими інформаційними системами[10].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Інформаційні системи для підтримки функції обслуговування називають комп'ютеризованими системами керування технічним обслуговуванням (CMMS)[10]. Як видно з вищезазначеного вони можуть бути дуже корисними і тому вже представлені на ринку. Оглянемо деякі рішення:

1. eWorkOrders - управління активами, запасними частинами та запасами, запити на обслуговування, керування робочими замовленнями, профілактичне обслуговування та надійний список інших функцій. Надає користувачам можливість керувати та переглядати завдання та майбутню роботу разом із датами виконання, критичністю, активами та працівниками, призначеними для кожного завдання. Під час створення робочих нарядів користувачі можуть додавати примітки, зображення, інформацію про активи тощо. Широкі можливості звітування надають користувачам необхідні інструменти для отримання важливої інформації та створення звітів для ведення своїх бізнес-операцій [11].

2. ClickMount - позиціонує платформу, як новий підхід до управління робочими замовленнями, профілактичним обслуговуванням і активами, який радикально відрізняється від інших рішень CMMS на ринку [12]. Базується на швидкій інтеграції та можливості налаштувати систему відповідно до унікальних бізнес-процесів, не вимагаючи складної конфігурації.

3. Limble CMMS - команда заявляє, що її було створено, щоб стати першою по-справжньому простою у використанні, сучасною та мобільною CMMS, яку можна запустити за лічені хвилини з поверненням інвестицій протягом кількох тижнів. За допомогою Limble CMMS ви можете керувати запланованими та незапланованими роботами з технічного обслуговування, автоматизувати запити та планування робіт, контролювати історію роботи, створювати звіти, упорядковувати активи тощо [13].

4. Tractian розробляє оптимізовані апаратно-програмні рішення, які дають технікам з технічного обслуговування та особам, які приймають рішення у промисловості, повний нагляд за своїми операціями. Це демократизує доступ до складних інструментів моніторингу в реальному часі та операцій з активами. Рішення Tractian використовуються в середовищах, які охоплюють загалом 5% світового промислового виробництва. Широке охоплення ринку компанії підтверджується її клієнтською базою з різних галузей, таких як John Deere, Procter & Gamble, Caterpillar, Goodyear, Carrier, Johnson Controls і Bimbo, власник брендів Little Bites і Thomas Bagels. Клієнти

Tractian бачать рентабельність інвестицій у 6-12 разів із економією в середньому 6000 доларів США на контрольовану машину на рік. Ціль допоміжного технічного обслуговування міцно вкорінена в збільшенні кількості фахівців з технічного обслуговування для забезпечення більш наполегливої діагностики зі зворотним зв'язком людини в циклі.

Місія Tractian полягає в тому, щоб об'єднати досвід фахівців з технічного обслуговування з можливостями автоматизованої системи, яка забезпечить точність та швидкість прийняття рішень при вирішенні та попередженні проблем [14].

Але у цих системах є певні недоліки:

- інтерфейс англійською мовою - більшість працівників сучасних підприємств не володіють іноземною мовою на достатньому рівні, для повноцінної роботи. При спробі інтегрування нерозуміння інтерфейсу може призвести до обмеженого використання, а згодом і до відмови від неї.

- складність інтеграції - на всіх платформах можна лише подати заявку на демонстраційну версію. Замість того, щоб можна було легко і просто пройти реєстрацію, та подивитися що там є. Знову ж таки, якщо демонстрація буде проводитися англійською - це значно підвищує вимоги до керівників відділів. Другим елементом є сама багатовимірність системи, наприклад Click Maint зазначає, що їх ціль натренувати користувачів за 30 днів, а не за місяці роботи, як у інших системах [12]. Якби система була б простішою, то на її імplementацію витрачалося би менше часу.

- вартість використання сервісу - більшість встановлює ціну від 30 до 100 доларів за одного користувача. Наприклад Limble CMMS має тарифи 28\$ і 69\$ за одного користувача. Тобто якщо взяти невелику сервісну організацію на 20 людей, то відповідно в місяць треба буде сплачувати від 21280 до 52440 гривень, що при середній зарплаті слюсаря-ремонтника в Україні на січень 2024 року в 11701 гривень [15], є окладами від двох до п'яти працівників.

Тому навіть у західних економіках, незважаючи на важливість CMMS як ключового інструменту в управлінні обслуговуванням, ступінь досягнутого успіху в успішному впровадженні таких систем, навіть у великих, добре забезпечених ресурсами організаціях, є напрохуд поганим. Відповідно до інтернет-досліджень, кількість успішних реалізацій CMMS становить лише близько 25-40 % і кількість користувачів, які використовують CMMS або eAM на повну потужність, становить лише 6-15% [16].

**Мета роботи.** Метою статті є розробка моделі інформаційної системи планово-попереджувальних ремонтів, перш за все, орієнтованої на український ринок, та реалізація на її основі комп'ютеризованої системи керування технічним обслуговуванням з можливістю подальшого розширення та вдосконалення функціоналу.

**Вклад основного матеріалу.** Враховуючи такі вихідні дані можна припустити необхідність створення платформи для організації планово-попереджувальних ремонтів, яка буде орієнтована на український ринок.

Відповідно для початку треба вирішити найперше питання - низький поріг входу. Це буде досягнуто за рахунок двох речей:

- 1) локалізація українською і англійською мовами;
- 2) реєстрацію можна буде пройти без запрошення на демонстрацію з мінімальною кількістю кроків. Достатньо буде мати лише email та номер телефону, які показано на рис. 1.

The image shows a registration form with the following elements:

- E-mail\***: A text input field with the placeholder text "Введіть Ваш email".
- Телефон\***: A text input field with the placeholder text "Введіть Ваш телефон".
- Пароль\***: A password input field with a masked view icon (eye with a slash).
- Мова\***: A dropdown menu currently showing "Українська" with a downward arrow.
- Далі**: A large blue button with white text.

Рис. 1. Сторінка реєстрації у сервісі

Після реєстрації необхідно створити компанію. Після цього відкриється вибір декілька компаній. І після цього відкриється вибір Тому що передбачається, що власник може мати компаній рис 2.

**Доступні компанії:**

The image shows a selection screen with the following elements:

- Maintenance company**: A light blue rounded rectangle containing the text "Maintenance company" and a blue star icon to its right.
- Створити нову компанію**: A large blue button with white text.

Рис. 2. Вибір компанії

На цьому етапі користувач є зареєстрованим та повністю готовим до подальшої імплементації підприємства. Основним елементом компанії є проєкт. Це може бути як окреме підприємство, наприклад шахта або кар'єр або ж одиниця обладнання, наприклад буровий станок.

У проєкті є основна інформація:

- назва;

- тип проєкту - може бути або фіксована вартість за роботи, або Time&Material - коли кожна витрачена година буде оплачена замовником;
- клієнт;
- валюта проєкту;
- бюджет проєкту, якщо це фіксована вартість;
- вартість години роботи сервісного спеціаліста для замовника, якщо обрано тип Time&Material;
- початок та дедлайн робіт;

- статуси задачі, які будуть використані у цьому проєкті;

- опис;
- файли (необхідні документи).

Іншою основною частиною системи є задачі. Це дозволяє розподілити зобов'язання між робітниками, а

також контролювати час виконання. При створенні задачі рис 3. є три обов'язкових поля:

- 1) проєкт;
- 2) керівник;
- 3) відповідальний.

Рис. 3. Інтерфейс створення задачі

Також до завдання можна додати опис та необхідні файли. Це можуть бути наряд-допуск, накладна на отримання матеріалів тощо. Якщо будуть

потрібні додаткові інструкції для виконання, то їх можна буде організувати за допомогою чек-листів або підзадач рис. 4.

Рис. 4. Інтерфейс для додавання підзадач, залежностей між задачами та чек-листа (згори донизу)

В задачу відповідно можна заносити години, скільки було витрачено працівником на її виконання. Це можна зробити в декількох місцях:

- використавши трекер. Може бути актуальним, якщо є доступ до Інтернету. Важливо розуміти точний

час, який регулюється, наприклад, заїздом/виїздом з підприємства;  
 - внести вручну в задачу рис. 5.

Також якщо була бригадна постійна робота, то можливе внесення через більш зручний для керівника екран рис. 6.

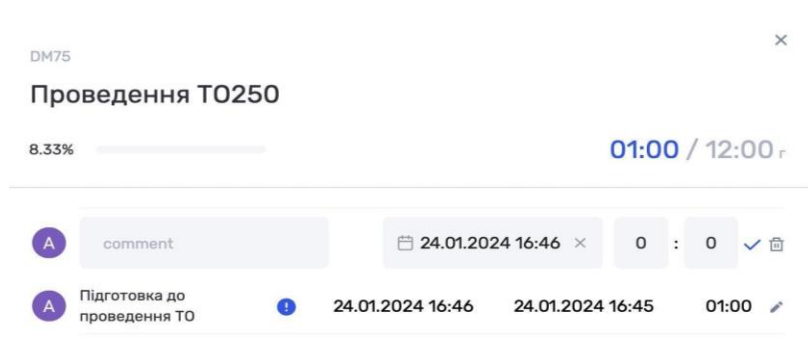


Рис. 5. Інтерфейс внесення витрат часу вручну

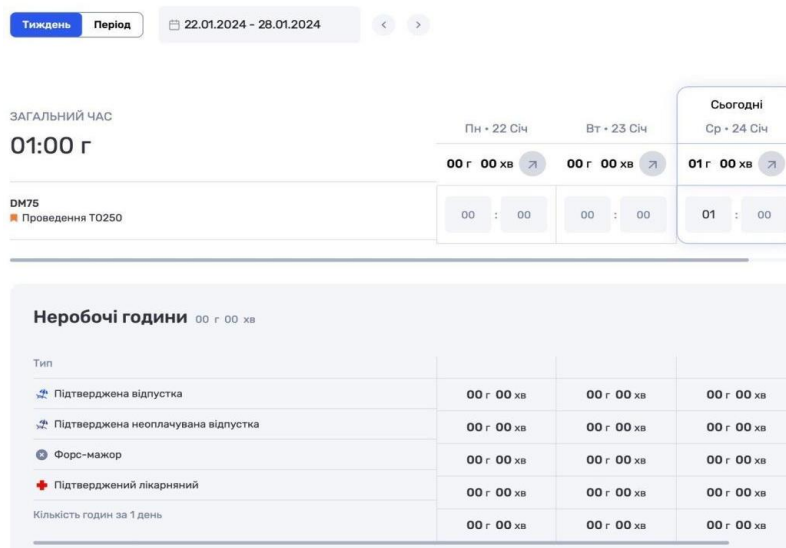


Рис. 6. Екран внесення витрат часу для бригади робітників

Після виконання завдання робітник змінює його поточний стан робіт, наприклад в Канбан дощці статус і керівник може таким чином відслідковувати рис.7.

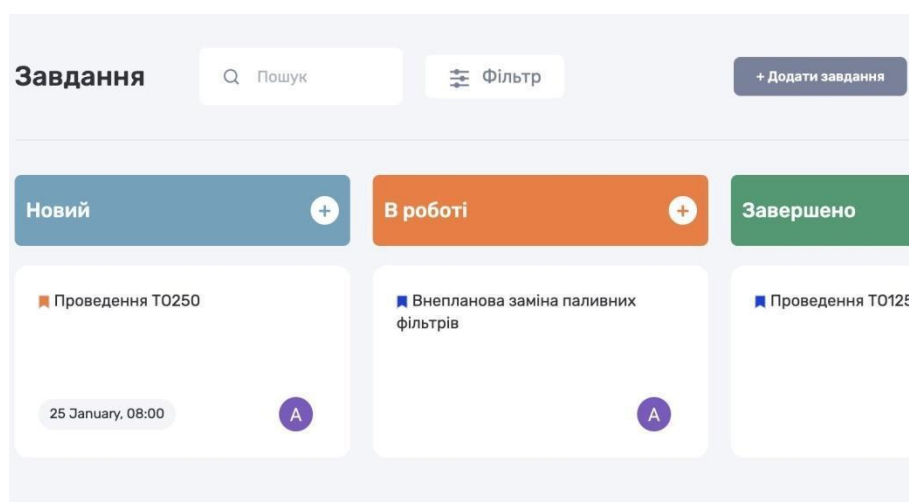


Рис. 7. Інтерфейс Канбан дошки

Для планування зайнятості персоналу на діаграму Ганта, на якій буде видно увесь розподіл наступний тиждень доцільно буде використати задач у часі, рис. 8.

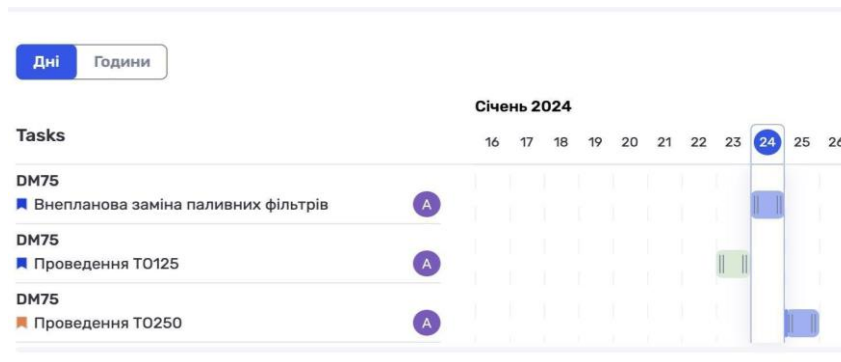


Рис. 8. Планування робіт на поточний тиждень

Для організації робіт на майбутні періоди виконати. Тому актуальним завданням є облік важливо розуміти також, які робітники можуть їх лікарняних та відпусток рис. 9.

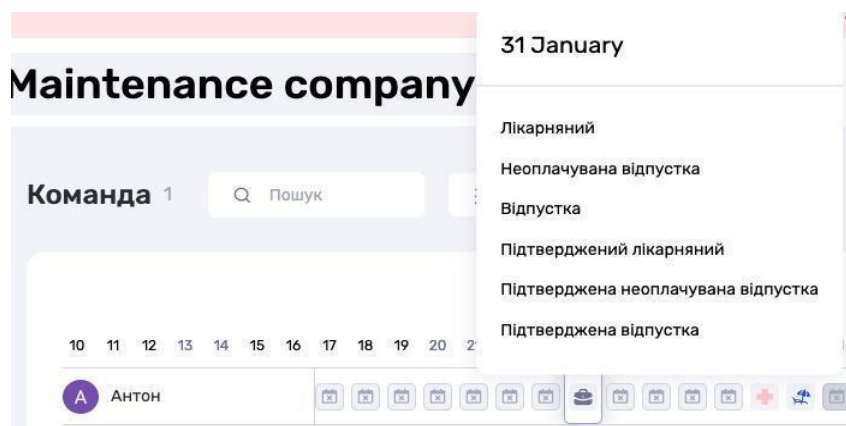


Рис. 9. Інтерфейс обліку лікарняних та відпусток співробітників

У системі є розгалужена система доступів, за допомогою якої можна розмежувати внесення таких днів у календар, та їх підтвердження.

Також у системі є фінансова складова. Кожному працівнику у його картку можна поставити вартість години праці. Години, які були внесені у задачі, будуть помножені на це значення. І в результаті ми маємо автоматичний розрахунок витрат на ту чи іншу операцію. А також сумарно можна оцінити ступінь прибутковості проєкту.

**Висновки.** Хмарні платформи для організації проведення планово-профілактичних ремонтів можуть:

- скоротити час простою на 32%[18];
- підвищити продуктивність на 26%;
- зменшити часткові витрати на 23%;
- збільшити термін служби активів на 18%.

Але на поточний час більшість з них є складними до адаптації на українському ринку через англійський інтерфейс та високий поріг входу для інтеграції. Розроблена система має основні частини для організації та контролю проведення ППР. Також розгалужену систему дозволів, яка може обмежити доступ до фінансової або чутливої інформації компанії. В той же час вона є простою для розуміння та впровадження у діючі сервісні функції. А

тестування можливе через просту реєстрацію без попередніх узгоджень та демонстрацій.

Подальшим удосконаленням цієї системи є збір та аналіз даних для виявлення аномалій у роботі та потенційних дефектів обладнання, що дозволяє своєчасно проводити ремонт до того, як виникають збої. Це спрямовано на мінімізацію частоти технічного обслуговування, уникнення не запланованих відключень і непотрібних витрат на профілактичне обслуговування[17], тобто створення алгоритмів попереджувального обслуговування на базі машинного навчання.

На основі зроблених висновків можна підсумувати, що мету статті було досягнуто.

#### Список літератури

1. Система планово-попереджувальних ремонтів. URL: <https://studfile.net/preview/9248192/page:8> (дата звернення: 20 січня 2024).
2. Ebrahimipour V, Najjarbashi A, Sheikhalishahi M. Multi-objective modeling for preventive maintenance scheduling in a multiple production line. J Intell Manuf 2013; 26:111–22. doi:10.1007/s10845-013-0766-6.
3. How to Create a Preventive Maintenance Plan in 5 Simple Steps. URL: <https://www.brightlysoftware.com/blog/preventive-maintenance-plan> (дата звернення: 20 січня 2024).
4. How can preventive maintenance improve workplace safety? - URL: <https://upkeep.com/learning/preventive-maintenance-improve-workplace-safety/> (дата звернення: 20 січня 2024).
5. Сахно Є.Ю. Менеджмент сервісу: теорія та практика. К. : ЦУЛ, 2019. 328 с.

6. *Benefits of Software-based Preventative Maintenance Systems* - URL: <https://www.leadingedgeonly.com/article/benefits-of-software-based-preventative-maintenance-systems> (дата звернення: 21 січня 2024).
7. *Benefits of Using CMMS Software For Your Business* URL: <https://eworkorders.com/cmms-industry-articles-eworkorders/7-benefits-of-using-cmms/> (дата звернення: 21 січня 2024).
8. Танака Х. Вплив нової нормальності на стратегічне управління та управління проектами та програмами. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. Харків, 2022. No 1(5). С. 3-22. DOI: 10.20998/2413-3000.2022.5.1
9. *Strategic Reasons Why Maintenance Management Software is Good for Business*. URL: <https://www.clickmaint.com/blog/maintenance-management-software-reasons> (дата звернення: 21 січня 2024).
10. Isabel Lopes, Patrícia Senra, Sandrina Vilarinho, Vera Sá, Catarina Teixeira, João Lopes, Anabela Alves, José A. Oliveira, Manuel Figueiredo. Requirements Specification of a Computerized Maintenance Management System. *A Case Study*. Volume 52, 2016, Pages 268-273. DOI: 10.1016/j.procir.2016.07.047
11. *User-Friendly, Powerful and Affordable Computerized Maintenance Management System Software*. URL: <https://eworkorders.com/> - (дата звернення: 21 січня 2024).
12. *Click Maint CMMS Maintenance Software EASY AS 1-2-3* - URL: <https://www.clickmaint.com/> - (дата звернення: 21 січня 2024).
13. *Limble CMMS Modern, Mobile, and Easy-to-Use Maintenance Software* - URL: <https://www.linkedin.com/company/limble-cmms/> (дата звернення: 22 січня 2024).
14. *TRACTIAN Artificial Intelligence Quarterbacking Your Maintenance*. URL: <https://www.linkedin.com/company/gettraction/> - (дата звернення: 22 січня 2024).
15. *Слюсар-ремонтник: середня зарплата в Україні*. URL: <https://ua.jobble.org/salary/%D1%81%D0%BB%D1%8E%D1%81%D0%B0%D1%80+%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA> (дата звернення: 22 січня 2024)
16. Michael Wienker, Ken Henderson, Jacques Volkerts The Computerized Maintenance Management System An essential Tool for World Class Maintenance. *Procedia Engineering*. Volume 138, 2016, Pages 413-420. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.02.100
17. *What is preventive maintenance?* - URL: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-preventive-maintenance> (дата звернення: 22 січня 2024).
18. *Limble CMMS Pricing, Features, Reviews and Alternatives* URL: <https://www.getapp.com/all-software/a/limble-cmms/> (дата звернення: 22 січня 2024).
4. *How can preventive maintenance improve workplace safety?* Available at: <https://upkeep.com/learning/preventive-maintenance-improve-workplace-safety/> (accessed 20.01.2024)
5. Sakhno YE.YU. *Menedzhment servisu: teoriya ta praktyka* [Service management: theory and practice]. K. : TsUL, 2019. 328 p.
6. *Benefits of Software-based Preventative Maintenance Systems* Available at: <https://www.leadingedgeonly.com/article/benefits-of-software-based-preventative-maintenance-systems> (accessed 21.01.2024)
7. *Benefits of Using CMMS Software For Your Business*. Available at: <https://eworkorders.com/cmms-industry-articles-eworkorders/7-benefits-of-using-cmms/> (accessed 21.01.2024)
8. Tanaka Kh. Vplyv novoi normalnosti na stratehichne upravlinnia ta upravlinnia proiektyamy ta prohramamy [The impact of the new normal on strategic management and project and program management]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "KhPI". Seriia : Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proektyamy* [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, management of portfolios, programs and projects]. Kharkiv, 2022. No 1(5). P. 3-22. DOI: 10.20998/2413-3000.2022.5.1
9. *Strategic Reasons Why Maintenance Management Software is Good for Business*. Available at: <https://www.clickmaint.com/blog/maintenance-management-software-reasons> (accessed 21.01.2024)
10. Isabel Lopes, Patrícia Senra, Sandrina Vilarinho, Vera Sá, Catarina Teixeira, João Lopes, Anabela Alves, José A. Oliveira, Manuel Figueiredo Requirements Specification of a Computerized Maintenance Management System. *A Case Study*. Volume 52, 2016, Pages 268-273. DOI: 10.1016/j.procir.2016.07.047
11. *User-Friendly, Powerful and Affordable Computerized Maintenance Management System Software*. Available at: <https://eworkorders.com/> (accessed 21.01.2024)
12. *Click Maint CMMS Maintenance Software EASY AS 1-2-3*. Available at: <https://www.clickmaint.com/> (accessed 21.01.2024).
13. *Limble CMMS Modern, Mobile, and Easy-to-Use Maintenance Software*. Available at: <https://www.linkedin.com/company/limble-cmms/> (accessed 22.01.2024)
14. *TRACTIAN Artificial Intelligence Quarterbacking Your Maintenance*. Available at: <https://www.linkedin.com/company/gettraction/> (accessed 22.01.2024)
15. *Slusar-remontnyk: serednia zarplata v Ukraini* [ Repairman: average salary in Ukraine] Available at: <https://ua.jobble.org/salary/%D1%81%D0%BB%D1%8E%D1%81%D0%B0%D1%80+%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA> (accessed 22.01.2024)
16. Michael Wienker, Ken Henderson, Jacques Volkerts The Computerized Maintenance Management System An essential Tool for World Class Maintenance. *Procedia Engineering*. Volume 138, 2016, Pages 413-420. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.02.100
17. *What is preventive maintenance?* Available at: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-preventive-maintenance> - (accessed 22.01.2024)
18. *Limble CMMS Pricing, Features, Reviews and Alternatives*. Available at: <https://www.getapp.com/all-software/a/limble-cmms/> (accessed 22.01.2024)

#### References (transliterated)

1. *Systema planovo-poperedzhuval'nykh remontiv*. Available at: <https://studfile.net/preview/9248192/page:8/> (accessed 20.01.2024).
2. Ebrahimipour V, Najjarbashi A, Sheikhalishahi M. *Multi-objective modeling for preventive maintenance scheduling in a multiple production line*. *J Intell Manuf* 2013;26:111-22. doi:10.1007/s10845-013-0766-6.
3. *How to Create a Preventive Maintenance Plan in 5 Simple Steps*. Available at: <https://www.brightlysoftware.com/blog/preventive-maintenance-plan> (accessed 20.01.2024)

Надійшла (received) 20.01.2024

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Макогон Антон Валерійович (Makohonov Anton)** – аспірант, Криворізький національний університет, аспірант кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій, інженер-програміст ТОВ "ІФ.ТІМ", м. Кривий ріг; тел.: (099) 0285271; email: antonmakogonov5@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1761-5593>

**Маринич Іван Анатолійович (Marynych Ivan)** – кандидат технічних наук, доцент, Криворізький національний університет, доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій, м. Кривий ріг; тел.: (067) 9991979; email: marynych@knu.edu.ua.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9036-8532>