

РІВЕНЬ ВИКОНАННЯ ПОВНОТИ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ НА БЕЗВІДМОВНІСТЬ САМОХІДНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ

Любченко Ірина Сергіївна

аспірантка

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5259-1760

lub4enko.ira@gmail.com

Авторкою в статті проведено змістовний аналіз процесів технічного контролю самохідних обприскувачів, на основі якого сформульовано вихідні передумови та обґрунтовано вимоги до системи інформаційного забезпечення технічного контролю самохідних обприскувачів. Розроблено інформаційну модель системи технічного контролю самохідних обприскувачів, що є формалізованим описом об'єктів і процесів технічного контролю самохідних обприскувачів у агрофірмі з урахуванням їх ієрархічної структури. З її використанням визначено основні блоки та взаємозв'язки між її блоками.

Сформована система технічного контролю самохідних обприскувачів складається з блоків. Система технічного контролю самохідних обприскувачів розглядається з позиції, що відображає реальне виконання операцій технічного контролю самохідних обприскувачів у рамках відомих нормативно-технічних вимог. У зв'язку з цим визначається рівнем її функціонування, що розглядається. Як такий рівень виділено певну територіальну освіту як найбільш загальний випадок, а потім подано можливі шляхи переходу до окремих випадків. Кожен блок відрізняється рівнями деталізації залежно від цілісності та змісту інформаційного матеріалу та специфіки предметної області, розроблений як автономний, але може бути використаний як компонент у складі інших інформаційних систем. Для використання основних блоків система технічного контролю самохідних обприскувачів та їх компонентів сформовано файлоу структуру інформаційної бази.

Розроблений блок операції технічного контролю складається з інформаційних компонентів, що докладно характеризують повний набір операцій у кількості 115 з технічного контролю самохідних обприскувачів у вигляді єдиного технологічного процесу, включаючи обладнання, прилади та інструменти, що використовуються при обслуговуванні. Технологічні процеси розглядаються у розрізі кожної марки самохідного обприскувача. Блок обладнання та оснащення містить інформацію про 30 компонентів. У блоці інструменти та прилади кількість опісаних об'єктів 58. Блок паливно-мастильні та витратні матеріали містить інформацію про 14 компонентів. Загальний обсяг інформації системи технічного контролю самохідних обприскувачів становить 58 МБ.

Ключові слова: імітаційна модель, коефіцієнт готовності, самохідний обприскувач, технічний контроль.

DOI <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.4.9>

Постановка проблеми. Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується значним зниженням рівня оснащеності галузі самохідними засобами механізації (Li, 2020) і, зокрема, самохідними обприскувачами (Rogovskii & Titova, 2021c). Час простоїв самохідних обприскувачів з технічних причин становить 47-53% від загального робочого часу (Meng, 2020), у результаті подовжуються терміни виконання польових робіт (Rogovskii et al., 2019), збільшуються втрати сільськогосподарської продукції (Korenko et al., 2015), знижуються показники ефективності аграрного виробництва (Savickas, 2020). Одним із шляхів скорочення таких простоїв є підтримка наявного парку самохідних обприскувачів у працездатному стані (Toro et al., 2021).

Працездатність та технічний стан самохідних обприскувачів багато в чому визначається якістю виконання операцій технічного контролю (Rogovskii & Titova, 2021b). За їх виконання використовуються широке коло досить складних технічних засобів (Nazarenko et al., 2020), численні інструменти та різноманітні матеріали (Rogovskii et al., 2021b), а самі операції характеризуються високою складністю та інформаційною насиченістю (Lee et al., 2016). Все це вимагає від виконавців великого обсягу

знань та оперування динамічно змінюваною та об'ємною інформацією (Findura et al., 2019).

Об'єктивно назріла потреба перейти від обміну сировою інформацією до електронної індустрії знань, як основу для подальшого розвитку (Rogovskii, 2019).

Однак у сфері технічного контролю самохідних обприскувачів використання інформаційних ресурсів дотепер розглядалося лише фрагментарно та недостатньо повно (Hrynkiv et al., 2020). Тому ця стаття, спрямована на подальше вдосконалення прийомів виконання операцій технічного контролю самохідних обприскувачів на основі застосування системи інформаційного забезпечення, є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах недостатньої оснащеності АПК сільськогосподарською технікою та старіючого його машинно-тракторного парку забезпечення його працездатності за рахунок виконання операцій технічного контролю самохідних обприскувачів відповідно до встановлених вимог є найважливішим завданням інженерної служби галузі (Hanna & Jarboe, 2021). Організувати технічний контроль самохідних обприскувачів (Rogovskii & Titova, 2021a), як передбачалося розвитком ринкової економіки аграрному секторі, не вдалося (Prístavka & Bujna, 2013).

Система технічного контролю самохідних обприскувачів складається з сукупності коштів (Craessaerts et al., 2020), документації щодо організації та виконання операцій та виконавців. Основними компонентами інформації є «Посібник з експлуатації», «Технологічні карти технічного контролю» та інша технічна документація та керівні матеріали (Rogovskii et al., 2021a). Витрати часу під час проведення технічного контролю самохідних обприскувачів для отримання завдання на інструктаж (Zagurskiy et al., 2018) та ознайомлення з технічною документацією становить 25% від загального часу (Rogovskii, 2020).

Однак (Žitňák et al., 2015), різноманіття та складність операцій технічного контролю самохідних обприскувачів (Nazarenko et al., 2021), методів локалізації несправностей машин, операцій з усунення їх наслідків, опис яких представлений у різних технологічних картах, інструкціях, схемах, плакатах (Singh et al., 2012).

Розробки зі спрощення технологічної інформації та забезпечення робочого місця майстра-наладчика наочної та зручної довідково-технологічної документації, технологічний графік з проведення технічного контролю самохідних обприскувачів, лінійка-довідник свідчать про пошук у процесах шляхів, спрямованих на покращення інформаційного забезпечення під час їх виконання (Viba et al., 2006).

Незважаючи на наявні розробки в інженерно-технічній системі (Žitňák et al., 2014), нині немає спеціалізованих інформаційних систем з інформаційного забезпечення (Beneš et al., 2015), покликаних задовольняти в комплексі інформацією потреби інженерних працівників інженерної служби з технічного контролю самохідних обприскувачів, що пов'язано з відсутністю науково-методичних засад створення таких систем (Romaniuk et al., 2018).

Метою досліджень є підвищення ефективності виконання операцій технічного контролю самохідних обприскувачів на основі розроблення комплексу засобів інформаційного забезпечення.

Результати досліджень. На першому етапі здійснено змістовний аналіз технічного контролю самохідних обприскувачів, на основі якого обґрунтовано та сформульовано такі вихідні передумови до розробки системи та інформаційного забезпечення технічного контролю самохідних обприскувачів:

1. Підвищення ступеня доступності наявних розробок із проведення технічного контролю самохідних обприскувачів.

2. Систематизація знань та інформації, пов'язаних із технічним контролем самохідних обприскувачів, інтеграції всіх необхідних компонентів знань у єдину систему.

3. Наявність можливості регулярного коригування інформаційних компонентів технічного контролю самохідних обприскувачів; багаторівневе представлення матеріалів із описом операцій.

4. Взаємопов'язка виконання операцій з технічного контролю самохідних обприскувачів залежно від результатів машиновикористання та показників безвідмовності.

5. Реалізація програмно-алгоритмічних засобів та інформаційних компонентів у прогнозуванні залишкових

ресурсів основних вузлів та агрегатів самохідних обприскувачів.

6. Облік під час технічного контролю самохідних обприскувачів та автоматизована фіксація індивідуальних параметрів технічного стану.

7. Облік оснащення пункту технічного контролю самохідних обприскувачів господарства чи сервісного підприємства технічними засобами під час проведення операцій.

8. Забезпечення пункту технічного контролю самохідних обприскувачів господарства чи сервісного підприємства нормативно-технічною інформацією.

9. Актуалізація відомостей про підприємства, що є ресурсами щодо операцій технічного контролю самохідних обприскувачів.

10. Забезпечення легкості оперування інформацією, що є у системі технічного контролю самохідних обприскувачів.

На основі узагальнення викладеного встановлено, що технічний контроль самохідних обприскувачів має відповідати таким вимогам:

1. Базування на використанні сучасних інформаційних технологій.

2. Структуризація, систематизація та інтеграція всіх необхідних компонентів нормативно-технічної документації та знань з технічного контролю самохідних обприскувачів.

3. Здійснення багаторівневого представлення технологій технічного контролю самохідних обприскувачів.

4. Розробка програмно-алгоритмічних та інформаційних засобів для прогнозування залишкового ресурсу вузлів та агрегатів трактора та розрахунку параметрів, що контролюються.

5. Облік хронології технічного контролю самохідних обприскувачів та видача оперативних зведень контролю.

6. Можливість оперативного та регулярного поповнення компонентів системи уточненою чи новою документацією та знаннями.

7. Можливість маневрування за системою з використанням перехресних посилань.

Для цілісного та формалізованого опису процесів технічного контролю самохідних обприскувачів розроблено інформаційну модель, що дозволяє визначити загальну структуру.

Система технічного контролю самохідних обприскувачів розглядається з позиції, що відображає реальне виконання операцій технічного контролю самохідних обприскувачів у рамках відомих нормативно-технічних вимог. У зв'язку з цим склад і структура інформаційної моделі системи технічного контролю самохідних обприскувачів багато в чому визначається рівнем її функціонування, що розглядається. Як такий рівень виділено певну територіальну освіту як найбільш загальний випадок, а потім подано можливі шляхи переходу до окремих випадків.

Спочатку інформаційну модель системи технічного контролю самохідних обприскувачів представляють як сукупність наступних двох основних об'єктів, які безпосередньо беруть участь у процесі технічного контролю самохідних обприскувачів:

$$TI_S = \{I_a; R_e\}, \quad (1)$$

де TI_S – інформаційна модель системи технічного контролю самохідних обприскувачів; I_a – сервісне підприємство (організація), стосовно якого розглядається СТОН; R_e – сукупність (безліч) господарств, самохідних обприскувачів яких контролюється даним сервісним підприємством.

Для випадків обліку в моделі безлічі всіх обслуговуваних господарств агрофірми (EI_a), сервісних підприємств агрофірми (EI_b), безліч усіх наявних пунктів технічного контролю (EI_c) інформаційна модель TI_{SD} і натомість (1) запишеться у такому загальному вигляді:

$$TI_{SD} = \{EI_a; EI_b; EI_c\}, \quad (2)$$

Вираз (2) ми розглядаємо як базовий варіант інформаційної моделі системи технічного контролю самохідних обприскувачів, що дозволяє вирішувати низку питань щодо організації технічного контролю у агрофірмі.

З метою розкриття структур інформаційних компонентів системи технічного контролю самохідних обприскувачів (2) враховується таке:

1. При проведенні операцій технічного контролю прийнято оперувати технологічними картами, в яких наводяться правила виконання операцій, а також необхідні обладнання, пристрої, слюсарно-монтажний інструмент, контрольовано-вимірвальні прилади, витратні матеріали з нормативами їх потреби.

2. Для зручності оперування технологічної карти групуються за видами технічного контролю самохідних обприскувачів, що визначаються умовами машиновикористання.

Крім операцій технічного контролю самохідних обприскувачів, під час машиновикористання найчастіше виконуються певні розрахункові операції. Наприклад, до них належить розрахунок залишкового ресурсу самохідних обприскувачів за параметрами його технічного стану, встановленими в результаті безвідмовності. Звідси впливає необхідність введення інформаційну модель такого параметра, як реєстр розрахункових завдань (RI_{11}).

На основі обліку описаних компонентів на додаток до (2) другий, розширений варіант інформаційної моделі записаний у вигляді:

$$TI_{SD} = \left\{ \begin{array}{l} EI_a; EI_b; EI_c; RI_1; RI_2; RI_3; \\ RI_4; RI_5; RI_6; RI_7; RI_8; RI_9; RI_{10}; RI_{11} \end{array} \right\}, \quad (3)$$

де RI_1 – реєстр марок самохідних обприскувачів, що контролюються; RI_2 – комплекти альбомів технологічних карток технічного контролю (по кожній марці самохідних обприскувачів – свій альбом); RI_3 – реєстри (відомості) необхідного обладнання; RI_4 – реєстри необхідних пристроїв; RI_5 – реєстри слюсарно-монтажних інструментів; RI_6 – реєстри контрольовано-вимірвальних приладів; RI_7 – реєстри витратних матеріалів та RI_8 – нормативи їх витрат; RI_9 – нормативи витрат часу виконання операцій технічного контролю самохідних обприскувачів; RI_{10} – кваліфікаційний склад виконавців робіт.

Для розробки програмно-алгоритмічних та інформаційних засобів прогнозування залишкового ресурсу, як базового взято відомий номограмний варіант прогнозування параметрів вузлів та агрегатів самохідних обприскувачів при відомому напрацюванні його від початку експлуатації.

Напрацювання самохідних обприскувачів t_p від початку експлуатації до досягнення аналізованим параметром допустимого значення X_p визначається як:

$$t_p = \left(\frac{\Delta X}{v_c} + X_d \right)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (4)$$

де α – показник ступеня, що враховує характер зміни параметра від напрацювання; v_c – швидкість зміни параметра; ΔX – різниця між величинами X_p та X_d (значення параметра гранична та під час технічного контролю) при контролі параметра, який може бути використаний самохідним обприскувачем від моменту технічного контролю X_d до моменту X_p .

При цьому враховуються також закономірності зміни кожного параметра відповідно через коефіцієнти кривизни α .

Висновок за результатами розрахунку залишкового ресурсу за параметром формується з урахуванням його порівняння з періодичністю технічного контролю самохідних обприскувачів. Розроблено також інформаційну базу, як складові якої виступають модулі інформації у вигляді наступних таблиць: «Звід самохідних обприскувачів, що контролюються», «Відомості про технічний контроль самохідних обприскувачів», «Довідник параметрів стану агрегатів і вузлів самохідних обприскувачів», «Дані щодо стану самохідних обприскувачів, що контролюються», «Висновки за результатами технічного контролю».

З урахуванням викладеного система технічного контролю самохідних обприскувачів, що контролюються сформовано на основі наступних інформаційних блоків:

1. Типові пункти технічного контролю самохідних обприскувачів із докладним описом їх характеристик.

2. Операції технічного контролю самохідних обприскувачів моделей, що розглядаються, відповідно до наявної системи технічного контролю, з описом прийомів виконання самих операцій та з вимогами до їх виконання.

3. Обладнання та оснащення. Їх пристрій, технічні характеристики та правила використання під час операцій технічного контролю самохідних обприскувачів.

4. Інструменти та прилади. Їх характеристики та особливості застосування.

5. Паливно-мастильні та витратні матеріали. Їх характеристики та особливості використання у процесі технічного контролю самохідних обприскувачів.

6. Норми витрати матеріалів та ресурсів, необхідні виконання операцій технічного контролю самохідних обприскувачів.

7. Опис конструкцій вузлів і агрегатів самохідних обприскувачів, що контролюються.

8. Хронологія стану самохідних обприскувачів, що контролюються, в моменти їх надходження на технічний контроль.

9. Прогнозування залишкового ресурсу основних вузлів та агрегатів трактора.

10. Відомості про постачальників обладнання та оснащення, витратних матеріалів, сервісних послуг.

Загальна структура розробленої інформаційної системи представлена на рис. 1.

Сполучною є головний блок. Кожен блок, що входить до системи, може бути використаний окремо.

Інформаційні компоненти поділяються на ті, які застосовні в умовах будь-якого господарства, і на такі, які характерні тільки для конкретного господарства.

Для вирішення поставлених завдань програма досліджень передбачає:

1. Підготувати інформаційні матеріали та здійснити формування блоків стосовно технічного контролю самохідних обприскувачів.

2. Систематизувати операції технічного контролю самохідних обприскувачів.

3. Розробити форму записів хронології даних щодо контролю технічного стану самохідних обприскувачів та особливостей його технічного контролю.

4. Підготувати та сформувати інформаційно-довідкові матеріали для прогнозування залишкового ресурсу дизеля самохідних обприскувачів.

5. Розробити програмно-алгоритмічні та інформаційні засоби для прогнозування залишкового ресурсу основних вузлів та агрегатів самохідних обприскувачів.

6. Сформувати оперативну інформацію стосовно умов певного господарства.

7. Провести дослідну експлуатацію системи технічного контролю самохідних обприскувачів у виробничих умовах.

Методика формування блоків з технічного контролю самохідних обприскувачів заснована на прийомах інтеграції та систематизації інформаційних компонентів і складається з кількох етапів:

1. Зведення електронних текстів.

2. Структуризація набору електронних текстів.

3. Створення гіпертекстової інформаційної системи.

4. Створення системи інформаційного забезпечення технічного контролю.

В основу формування компонентів системи технічного контролю самохідних обприскувачів та організації взаємозв'язків між ними покладено гіпертекстову технологію, що отримала визнання рядом провідних учених країни.

Основні блоки системи технічного контролю самохідних обприскувачів, залежно від складу структурних складових, поділені на групи. Перша складається із сукупності однотипних автономних складових, а друга – характеризується певною монолітністю, цілісністю.

За схемою набору однотипних складових формується інформаційний зміст таких блоків, як «Пункти технічного контролю», «Обладнання та оснащення», «Інструменти та прилади», «Паливно-мастильні та витратні матеріали», «Норми витрати та витрат ресурсів», «Підприємства ресурсного забезпечення».

Блок «Обслуговуються самохідні обприскувачі» характеризується деякою монолітністю, цілісністю інформаційного матеріалу та формується як єдиних складових.

Методичні прийоми та процеси, що забезпечують коректну роботу зазначених блоків, включають такі процедури:

1. Збір, формування інформації з різних публікацій та обробка зібраної інформації.

2. Компонування повного набору рисунків та специфікацій приладів, пристроїв, об'єктів.

3. Розшифровка аббревіатур.

4. Коригування термінології з метою зведення її до єдиної.

5. Забезпечення можливості отримання необхідної інформації під час проведення технічного контролю будь-якому етапі виконання.



Рис. 1. Структура системи інформаційного забезпечення технічного контролю самохідних обприскувачів

6. Виключення дублюючих операцій та об'єднання однакових прийомів їх виконання.

7. Забезпечення повноти описів операцій технічного контролю самохідних обприскувачів.

8. Компонування в таблиці переліку операцій за видами технічного контролю за марками самохідних обприскувачів, що розглядаються.

9. Конкретизація контрольованих даних стосовно аналізованих моделей самохідних обприскувачів.

10. Конкретизація виконання операцій стосовно аналізованих моделей самохідних обприскувачів.

11. Формування зворотного зв'язку – після отримання необхідної інформації забезпечувати повернення на початок або поточну точку системи.

Основну увагу приділено багаторівневому представленню інформації у блоках.

Для прикладу візьмемо формування блоку «Операції технічного контролю». Вихідними були: види технічного контролю; операції, передбачені з технічного контролю; вимоги до виконання операцій; технологічні карти з технічного контролю; порядок (послідовність) виконання операцій.

Передбачено маневрування за інформацією блоку за схемою: вид технічного контролю; операції технічного контролю; технологічні карти з технічного контролю. Створено взаємозв'язок з блоками інформаційної системи «Інструменти та прилади», «Обладнання та оснащення», «Паливно-мастильні та витратні матеріали», «Обслуговувані самохідні обприскувачі».

Для формування інформаційних засобів та зручності організації обчислювальних робіт у блоці «Прогнозування залишкового ресурсу» по кожній марці самохідних обприскувачів заводиться окремий файл, прийнятий в електронній таблиці називати «книгою». Далі за схемою алгоритму виконуються операції з оцінки залишкового ресурсу самохідного обприскувача та його параметрів, що враховуються, у певній послідовності.

Як програмне середовище при розробці системи інформаційного забезпечення технічного контролю самохідних обприскувачів вибрано інструментарії, наявні в пакеті MS Office, які застосовуються в наступних версіях.

Інформація блоків «Пункти технічного контролю», «Обладнання та оснащення», «Інструменти та прилади», «Обладнання та оснащення» представлена на трьох рівнях. Як перший рівень виступає перелік груп об'єктів, другого – найменування об'єктів, третього – опис самих об'єктів. Блоки «Паливно-мастильні та витратні матеріали» та «Норми витрати та витрат ресурсів» представлені на двох рівнях.

Блок «Інструменти та прилади» містить докладний опис та технічні характеристики приладів та інструментів, передбачених для використання для операцій з тех-

нічного контролю самохідних обприскувачів відповідно до наявних посібників. Інформаційна структура блоку представлена на рис. 2.

Перший рівень інформації представлений у вигляді найменувань за групами. Другий рівень – перелік усіх приладів та інструментів за групами. По кожній групі наводиться список марок або моделей з відповідними кодами. Перехід до перегляду інформації приладу або інструменту, що цікавить, здійснюється за допомогою коду і гіперпосилання. Третій рівень це його зображення з необхідними перерізами і розрізами, найменування всіх складових його частин. Тут же наводиться опис принципу роботи та докладна інструкція щодо його застосування, а також технічна характеристика компонента. Загальна кількість описаних компонентів – 58. Аналогічно сформовані всі вищезазначені блоки.

Блок «Обслуговує самохідні обприскувачі» на комп'ютері складається з 10 підблоків (файлів) із загальним обсягом 28,7 МБ. Файл «Блок самохідні обприскувачі, що контролюються» виступає в якості головного. На початку цього файлу представлено перелік основних систем, вузлів та обладнання самохідних обприскувачів. Кожна компонента з переліку представлена як ієрархічно сформованих частин. Так, другий рівень компоненти «Двигун» складається з 9 складових. Сюди входять кривошипно-шатунний механізм, газорозподільний механізм, мастильна система. Третій рівень – докладна інформація щодо компоненту. Інформаційна структура блоку з переходами як гіперпосилань надана на рис. 3.

Блок «Операції технічного контролю» складається з інформаційних компонентів, які докладно характеризують повний набір операцій, передбачених з технічного контролю наявних самохідних обприскувачів, включаючи вимоги до виконання операцій та порядок їх виконання. У цьому блоці надаються всі операції як єдиного технологічного процесу. Багаторівнева інформаційна структура блоку представлена на рис. 4.

Перший рівень цього блоку – загальний інформаційний. Тут використані загальноприйняті умовні позначення видів контролю.

Другий рівень складається з переліку операцій технічного контролю, що формується у вигляді таблиць за перерахованими вище видами контролю (компоненти першого рівня), у розрізі марок самохідних обприскувачів, що розглядаються. Загальна кількість операцій обслуговування 115.

Третій рівень містить операції та технічні вимоги до їх виконання. Тут же зазначаються номери технологічних карт з технічного контролю.

Четвертий рівень містить технологічні карти технічного контролю, у яких докладно описується послідовність виконання операцій.

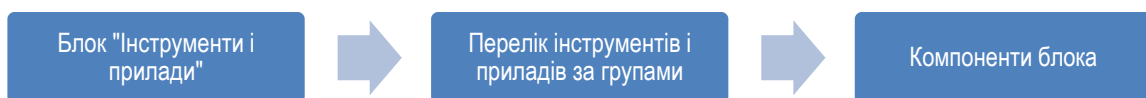


Рис. 2. Інформаційна структура блоку «Інструменти та прилади»

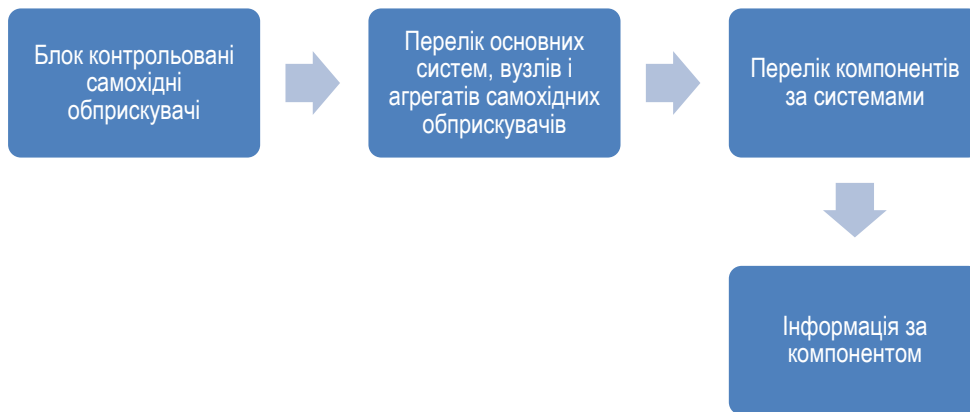


Рис. 3. Інформаційна структура блоку «Контрольовані самохідні обприскувачі»

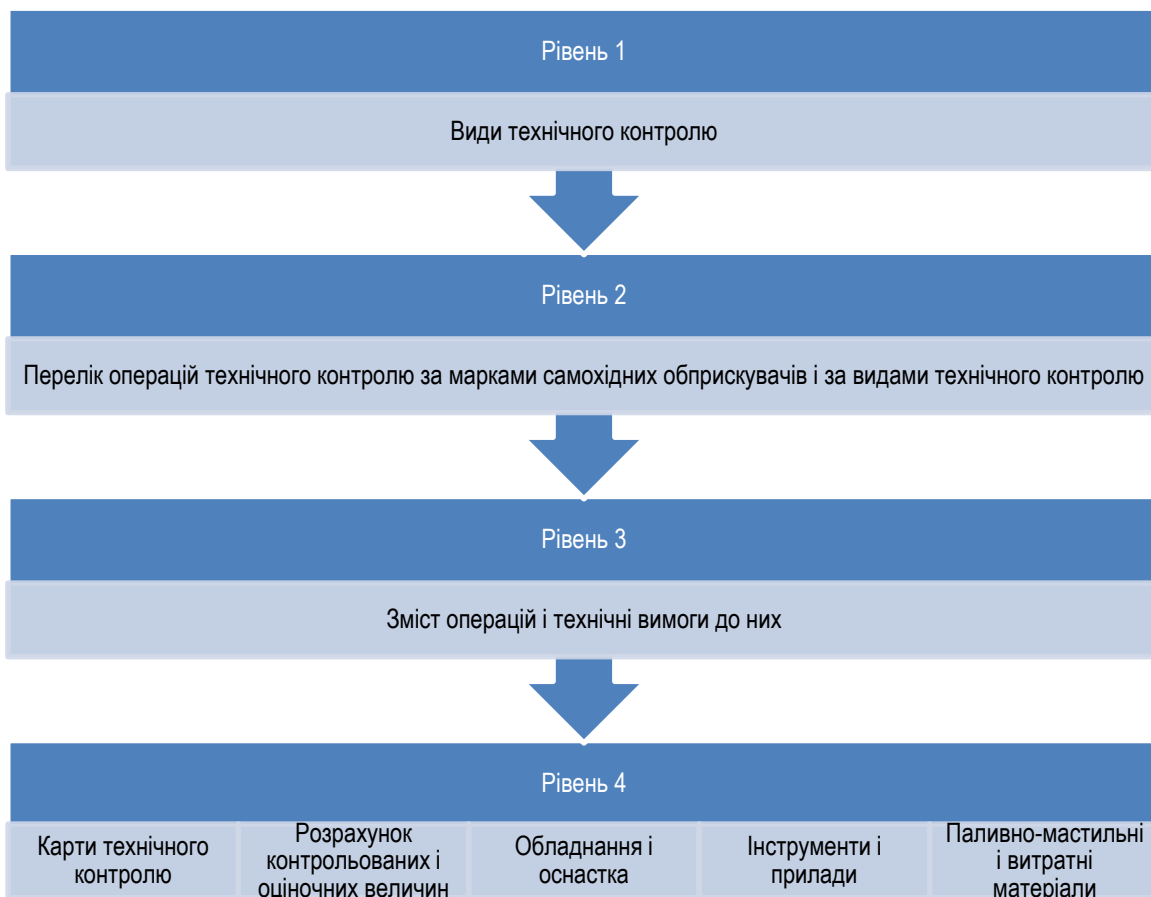


Рис. 4. Інформаційна структура блоку «Операції технічного контролю»

У технологічних картах представляється також неявний рівень, призначений реалізації підрахунків певних величин, зазвичай виконуваних вручну. У тих місцях технологічної карти, де наводяться відповідні формули для підрахунку контрольованих чи оціночних величин, передбачаються гіперпосилання – переходи до спеціально розроблених таблиць. Вони містять алгоритмічні засоби підрахунку величин та необхідні вихідні дані для цього.

Блок «Прогнозування залишкового ресурсу» представлений у вигляді програмно-алгоритмічних та

інформаційних засобів, що дозволяють замінити процедуру використання номограм комп'ютерними засобами у середовищі електронної таблиці. Для вирішення завдань використовується нормативно-довідкова інформація, оперативна інформація та програмно-алгоритмічні засоби.

Основою є форма «Звід самохідних обприскувачів що враховуються». За допомогою гіперпосилань колонки «Перехід до книг самохідних обприскувачів» здійснюється перехід до книг, в яких містяться дані по

самохідних обприскувачів, що враховуються, з групуванням їх за марками.

При необхідності у форму можна додати інші моделі самохідних обприскувачів, модифікуючи відповідно інформаційну базу, або видалити з неї певні моделі. У цьому вся проявляється універсальність розроблених коштів. Інформаційна структура розв'язання задачі щодо оцінки залишкового ресурсу параметрів самохідних обприскувачів представлена на рис. 5.

Дії користувача прості і зводяться до наступного:

- завдання дати обслуговування, марки, номера самохідних обприскувачів та його напрацювання;
- роздрукування форми з даними для запису результатів технічного контролю;
- введення результатів технічного контролю самохідних обприскувачів;
- отримання та роздрукування висновків за результатами прогнозування.

На кожний самохідний обприскувач заводиться «карта», у якій зафіксовано його стан на момент надходження технічного контролю. Така інформація може бути використана при аналізі причин виникнення несправностей самохідних обприскувачів, а також з метою уточнення змісту робіт з їхнього технічного контролю.

Перевірка працездатності системи технічного контролю самохідних обприскувачів в умовах господарства показала, що вона в цілому виконує всі основні функції, передбачені при її розробці.

Залежно від виду технічного контролю, увійшовши в систему, фахівець отримує інформацію з операцій технічного контролю та їх послідовності, обладнання, інструменту, приладів. На її основі виконує технічний контроль з наступним занесенням до «карти» самохідних обприскувачів відомостей про технічний контроль.

Далі виконується процедура оцінки залишкового ресурсу вузлів чи агрегатів дизеля самохідних обприскувачів.

Використання інформації на робочих місцях дозволило впорядкувати технологічний процес технічного контролю самохідних обприскувачів, уникнути пропуску окремих операцій та дотримуватись технічних вимог до виконання операцій, що є запорукою підтримки самохідних обприскувачів у постійній готовності до виконання робіт.

Технологічний процес технічного контролю самохідних обприскувачів із застосуванням системи представлений у вигляді блок-схеми на рис. 6.

Обговорення. Робота в інформаційній системі доступна для розуміння фахівцем некомп'ютерної галузі і може бути успішно використана для інженерного менеджменту процесів технічного контролю самохідних обприскувачів (Prístavka et al., 2013). Застосування системи дозволяє заощадити часу на 14,3 години на самохідний обприскувач за рахунок скорочення часу пошуку необхідної інформації (Palamarchuk et al., 2021), проведення підготовчих операцій та встановлення діагнозу по залишковому ресурсу, що знизить трудомісткість операцій обслуговування в 1,2 рази (Rogovskii et al., 2022).

Висновки. Розроблено та реалізовано в середовищі електронної таблиці програмно-алгоритмічні та інформаційні засоби автоматизованого вирішення завдань прогнозування залишкового ресурсу та оцінки ряду параметрів технічного стану самохідних обприскувачів (тільки по дизелю їх число дорівнює 8). Вони включають аналітичні співвідношення щодо прогнозування параметрів технічного стану на основі поточних даних технічного контролю, форми подання довідкових, оперативних і вихідних даних, а також прийоми їх автоматизованого формування в комп'ютері з використанням електронної



Рис. 5. Інформаційна структура задачі

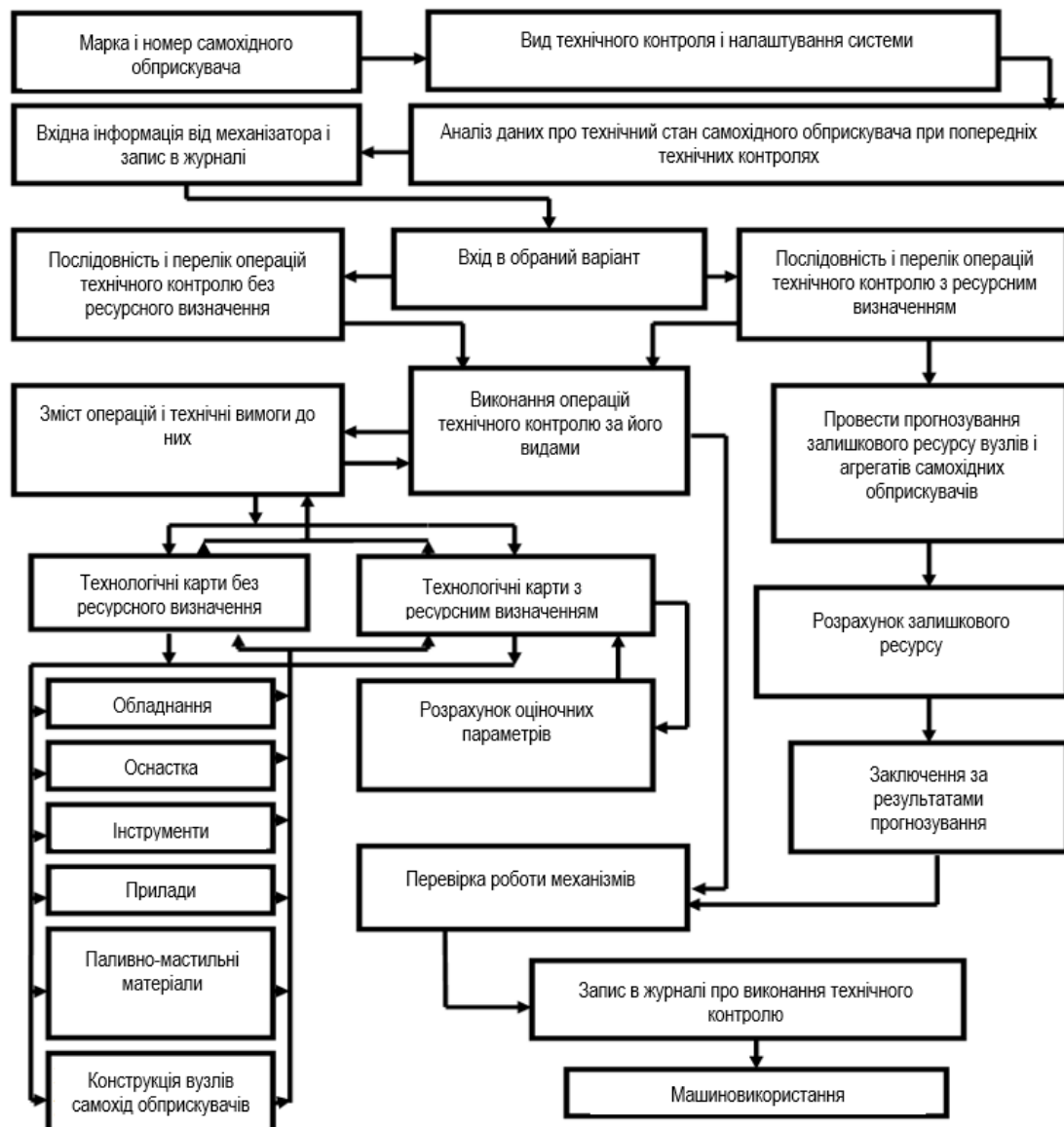


Рис. 6. Блок-схема використання системи у технологічному процесі технічного контролю самохідних обприскувачів

таблиці. Економічна ефективність застосування системи складається від зниження трудових та вартісних показників. Скорочення часу пошуку необхідної інформації

становитиме 14,3 години на самохідний обприскувач на рік, а трудомісткість операцій обслуговування зменшиться в 1,2 рази.

Бібліографічні посилання:

1. Beneš, L., Novák, P., Mašek, J. & Petrášek, S. (2015). John Deere self-propelled sprayers fuel consumption and operation costs. *Engineering for Rural Development*, 15: 13–17.
2. Craessaerts, G., De Baerdemaeker, J. & Saeys, W. (2020). Fault diagnostic systems for agricultural machinery. *Biosystems Engineering*, 106(1): 26–36.
3. Findura, P., Turan, J., Jobbágy, J., Angelovič, M. & Ponjican, O. (2019). Evaluation of work quality of the green peas self-propelled sprayers. *Research in agricultural engineering*, 59: 56–60.
4. Hanna, H. M. & Jarboe, D. H. (2021). Effects of full, abbreviated, and no clean-outs on commingled grain during self-propelled sprayers. *Applied Engineering in Agriculture*, 27(5): 687–695.
5. Hrynkiv, A., Rogovskii, I., Aulin, V., Lysenko, S., Titova, L., Zagurskiy, O. & Kolosok, I. (2020). Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(105): 19–29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206073>.
6. Korenko, M., Bujna, M., Földešiová, D., Dostál, P. & Kyselica, P. (2015). Risk analysis at work in manufacturing organization. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63: 1493–1497.

7. Lee, D. H., Kim, Y. J., Choi, C. H., Chung, S. O., Nam, Y. S. & So, J. H. (2016). Evaluation of operator visibility in three different cabins type Far-East self-propelled sprayers. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 9(4): 33–44.
8. Li, P. (2020). Design and experimental study of broadband hybrid energy self-propelled sprayers with frequency-up conversion and nonlinear magnetic force. *Micro- and Nanosystems Information Storage and Processing Systems*, 5. <https://doi.org/10.1007/s00542-019-04716-5>.
9. Meng, A. (2020). Modeling and experiments on Galfenol energy self-propelled sprayers. *Acta Mechanica Sinica*. <https://doi.org/10.1007/s10409-020-00943-6>.
10. Nazarenko, I., Dedov, O., Bernyk, I., Rogovskii, I., Bondarenko, A., Zapryvoda, A. & Titova, L. (2020). Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(7–108): 71–79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747>.
11. Nazarenko, I., Mishchuk, Y., Mishchuk, D., Ruchynskiy, M., Rogovskii, I., Mikhailova, L., Titova, L., Berezovyi, M. & Shatrov, R. (2021). Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(7(112)): 41–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.
12. Palamarchuk, I., Rogovskii, I., Titova, L. & Omelyanov, O. (2021). Experimental evaluation of energy parameters of volumetric vibroseparation of bulk feed from grain. *Engineering for Rural Development*, 20: 1761–1767. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF386>.
13. Prístavka, M. & Bujna, M. (2013). Use of statistical methods in quality control. *Acta Technologica Agriculturae. SUA in Nitra*, 13: 33–36.
14. Prístavka, M., Bujna, M. & Korenko, M. (2013). Reliability monitoring of self-propelled sprayers in operating conditions. *Journal of Central European Agriculture*, 14: 1436–1443.
15. Rogovskii, I. L. & Titova, L. L. (2021a). Change of technical condition and productivity of grain harvesters depending on term of operation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 720: 012110. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/720/1/012110>.
16. Rogovskii, I. L. & Titova, L. L. (2021b). Modeling of normativity of criteria of technical level of forage harvesters combines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 720: 012109. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/720/1/012109>.
17. Rogovskii, I. L. & Titova, L. L. (2021c). Modeling the weight of criteria for determining the technical level of agricultural machines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 677: 022100. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022100>.
18. Rogovskii, I. L. (2019). Systemic approach to justification of standards of restoration of agricultural machinery. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine, 10(3): 181–187. <https://doi.org/10.31548/machenergy2019.03.181>.
19. Rogovskii, I. L., Titova, L. L. & Berezova, L. V. (2021a). Conceptual bases of system technology of designing of logistic schemes of harvesting and transportation of grain crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 723: 032032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032032>.
20. Rogovskii, I. L., Titova, L. L., Gumenyuk, Yu. O. & Nadtochiy, O. V. (2021b). Technological effectiveness of formation of planting furrow by working body of passive type of orchard planting machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 839: 052055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/5/052055>.
21. Rogovskii, I., Titova, L., Sivak, I., Berezova, L. & Vyhovskiy, A. (2022). Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*, 21: 884–890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
22. Rogovskii, I. L. (2020). Model of stochastic process of restoration of working capacity of agricultural machine in inertial systems with delay. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine, 11(3): 143–150.
23. Rogovskii, I., Titova, L., Novitskii, A. & Rebenko, V. (2019). Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*, 18: 291–298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.
24. Romaniuk, W., Polishchuk, V., Marczuk, A., Titova, L., Rogovskii, I. & Borek, K. (2018). Impact of sediment formed in biogas production on productivity of crops and ecologic character of production of onion for chives. *Agricultural Engineering*, 22(1): 105–125. <https://doi.org/10.1515/agriceng-2018-0010>.
25. Savickas, D. (2020). Self-propelled sprayers fuel consumption and air pollution reduction. *Water, Air & Soil Pollution*. 231: 95. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-4466-5>.
26. Singh, M., Verma, A. & Sharma, A. (2012). Precision in grain yield monitoring technologies: a review. *AMA-Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America*, 43(4): 50–59.
27. Toro, A., Gunnarsson, C., Lundin, G. & Jonsson, N. (2021). Cereal harvesting – strategies and costs under variable weather conditions. *Biosystems Engineering*, 111(4): 429–439.
28. Viba, J. & Lavendelis, E. (2006). Algorithm of synthesis of strongly non-linear mechanical systems. *Industrial Engineering – Innovation as Competitive Edge for SME*, 22 April 2006. Tallinn, Estonia: 95–98.
29. Zagurskiy, O., Ohienko, M., Rogach, S., Pokusa, T., Titova, L. & Rogovskii, I. (2018). Global supply chain in context of new model of economic growth. Conceptual bases and trends for development of social-economic processes. Monograph. Opole. Poland: 64–74.
30. Žitňák, M., Kollárová, K., Macák, M., Prístavková, M. & Bošanský, M. (2015). Assessment of risks in the field of safety, quality and environment in post-harvest line. *Research in Agricultural Engineering*, 61: 26–36.
31. Žitňák, M., Macák, M. & Korenko, M. (2014). Assessment of risks in implementing automated satellite navigation systems. *Research in Agricultural Engineering*, 60: 16–24.

Liubchenko I. S., Postgraduate student, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Performance level of complete technical control for failure of self-propelled sprayers

In the article, the author conducted a meaningful analysis of the processes of technical control of self-propelled sprayers, on the basis of which the initial prerequisites were formulated and the requirements for the information support system of technical control of self-propelled sprayers were substantiated. An information model of the system of technical control of self-propelled sprayers has been developed, which is a formalized description of objects and processes of technical control of self-propelled sprayers in an agricultural company, taking into account their hierarchical structure. With its use, the main blocks and relationships between its blocks are defined.

The formed system of technical control of self-propelled sprayers consists of blocks. The formed system of technical control of self-propelled sprayers consists of blocks. The system of technical control of self-propelled sprayers is considered from the position that reflects the actual implementation of technical control operations of self-propelled sprayers within the framework of known regulatory and technical requirements. In this regard, the composition and structure of the information model of the system of technical control of self-propelled sprayers is largely determined by the level of its functioning under consideration. As this level, a certain territorial education is highlighted as the most general case, and then possible ways of transition to individual cases are presented. Each block differs in levels of detail depending on the integrity and content of the information material and the specifics of the subject area, designed as an autonomous unit, but can be used as a component in other information systems. The file structure of the information base was created for the use of the main blocks of the system of technical control of self-propelled sprayers and their components. Each block differs in levels of detail depending on the integrity and content of the information material and the specifics of the subject area, designed as an autonomous unit, but can be used as a component in other information systems. The file structure of the information base has been created for the use of the main blocks of the system of technical control of self-propelled sprayers and their components.

The developed block of technical control operations consists of information components that describe in detail a complete set of operations in the amount of 115 from the technical control of self-propelled sprayers in the form of a single technological process, including equipment, devices and tools used in maintenance. Technological processes are considered in terms of each brand of self-propelled sprayer. The equipment and equipment block contains information about 30 components. In the tools and devices block, the number of described objects is 58. The fuel, lubricants and consumables block contains information on 14 components. The total amount of information of the system of technical control of self-propelled sprayers is 58 MB.

Key words: *simulation model, readiness factor, self-propelled sprayer, technical control.*