

УДК 631.1.004

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ АРМ ОПЕРАТОРА-ДІАГНОСТА ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Д. Ю. Калініченко, І. Л. Роговський

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Кореспонденція авторів: [irogovskii@ukr.net](mailto:irogovskii@ukr.net).

Історія статті: отримано – березень 2018, акцептовано – травень 2018.

Бібл. 11, рис. 4, табл. 2.

**Анотація.** В основі технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів за технічним станом лежить технічний контроль, за допомогою якого проводять безперервний або періодичний контроль параметрів технічного стану, що характеризують поточний фактичний стан вузлів, механізмів чи агрегатів. Прогнозування виконують при безперервному контролі для визначення наробітку, протягом якого збережеться працездатний стан, а при періодичному контролі – для визначення моменту часу наступного контролю.

Процес технічного контролю несправностей складається з виявлення та локалізації дефектів у системі зернозбиральних комбайнів. Одним з прикладів є система технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів, де потрібна висока надійність і працездатність, низький рівень викидів, крім того, технічний контроль сприяє підвищенню ефективності ТО зернозбиральних комбайнів.

**Ключові слова:** аналіз, система, стратегія, технічне обслуговування, зернозбиральний комбайн.

### Постановка проблеми

В основі технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів за технічним станом лежить технічний контроль, за допомогою якого проводять безперервний або періодичний контроль параметрів технічного стану, що характеризують поточний фактичний стан вузлів, механізмів чи агрегатів [1].

Прогнозування виконують при безперервному контролі для визначення наробітку, протягом якого збережеться працездатний стан, а при періодичному контролі – для визначення моменту часу наступного технічного контролю [2].

### Аналіз останніх досліджень

Процес технічного контролю несправностей складається з виявлення та локалізації дефектів у системі зернозбиральних комбайнів [3]. По мірі ускладнення технічних систем зернозбиральних

комбайнів і зростання вимог до безпеки, надійності та екологічності, технічний контроль несправностей стає все більш значущою процедурою [4]. Одним з прикладів є система технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів [5], де потрібна висока надійність [6] і працездатність [7], низький рівень викидів [8], крім того, технічний контроль сприяє підвищенню ефективності технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів [9].

Процес переходу від планово-попереджувальної системи до адаптивної [10] відбувається на тлі загальної тенденції до укрупнення раніше роздроблених аграрних підприємств. Даний процес [11], спирається на принципи концентрації, спеціалізації і кооперації виробництва, що є ефективним стимулятором росту промисловості будь-якої розвиненої суспільно-політичної системи.

### Мета досліджень

Мета досліджень – узагальнити положення структурної схеми АРМ оператора-діагнosta зернозбирального комбайна в процесах технічного обслуговування самих комбайнів.

### Результати досліджень

Технологія діагностування технічного стану виробу складається з виявлення та локалізації дефектів і їх поєднань. В міру ускладнення технічних систем і зростання вимог до безпеки і надійності, діагностування несправностей стає все більш відповідальною процедурою.

Всі можливі комбінації помилок на етапі передремонтного діагностування і при розподілі агрегатів за технологічними маршрутами ремонту (комплексам ремонтних робіт) наведені в таблиці 1.

Явище помилок I-го роду характеризується виконанням зайвих ремонтних робіт, що веде до збільшення собівартості ремонту двигуна, а помилок II-го роду – недовиконанням потрібних ремонтних робіт, що може позначитися на надійності агрегату після ремонтних впливів.

Помилки I-го і II-го роду, як в сукупності, так і окремо найчастіше призводять до невірної призначення технологічного маршруту ремонту, що характеризується зайвими розбирально-складальними роботами, а також втрати при перенаправленні на інший комплекс ремонтних робіт.

**Таблиця 1.** Можливі комбінації виникнення помилок I-го і II-го роду, а також помилки маршрутизації.

№	Помилковий дефект (1-го роду)	Пропуск дефекту (2-го роду)	Помилки призначення
1	-	-	-
2	+	-	-
3	-	+	-
4	+	+	-
5	+	-	+
6	-	+	+
7	-	-	+
8	+	+	+

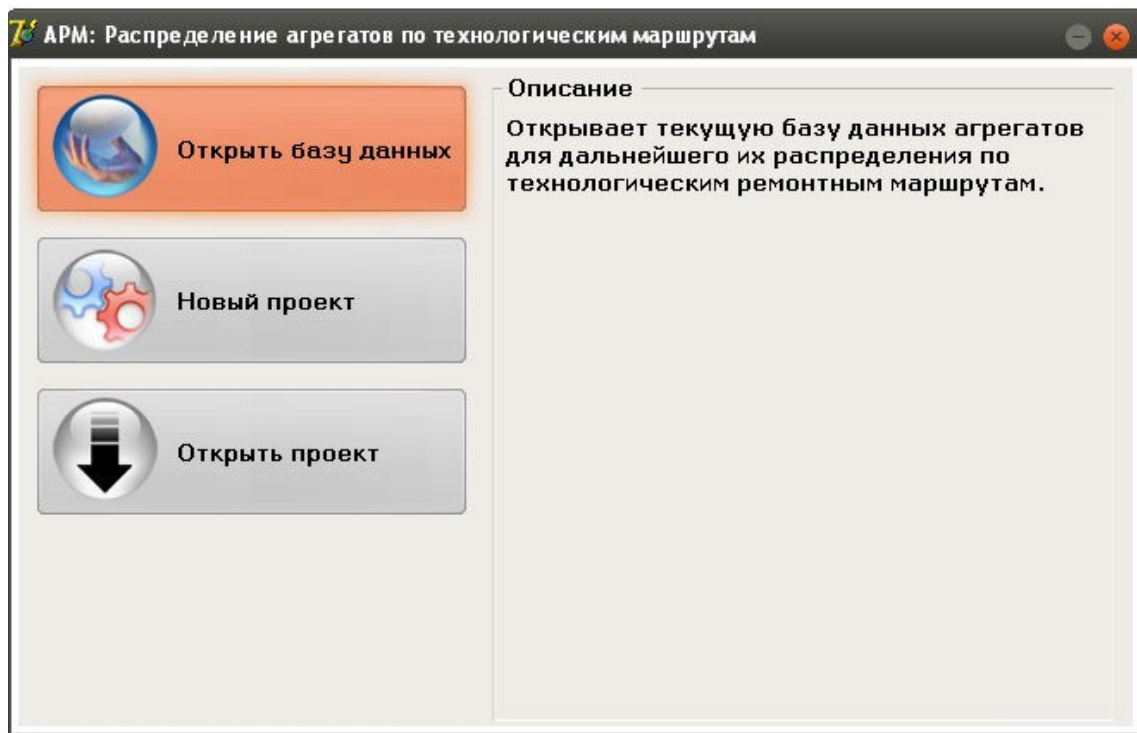
Розроблена структурна схема АРМ оператора-діагноста в укрупненому вигляді складається з трьох частин:

- інструментально-метрологічне і технічне забезпечення (ІМіТЗ);
- програмне забезпечення;
- інформаційно-методичне забезпечення.

Базою даного АРМ є розроблене оригінальне програмне забезпечення (ПЗ) (свідоцтво про державну реєстрацію програми для ЕОМ № 2014614299), яке ґрунтується на результатах дисертаційного дослідження, що дозволяє оператору-діагносту на етапі передремонтного діагностування агрегатів, що надходять з високим ступенем достовірності віднести конкретний агрегат до конкретного комплексу ремонтних робіт з числа заздалегідь сформованих на даному підприємстві.

Розробка оригінального програмного забезпечення (ПЗ) здійснювалася відповідно до алгоритмів [7, 11] під завдання даного дослідження на мові програмування Delphi в однойменному середовищі розробки версії 7.0.

Дане ПЗ (рис. 1) є програмної складової автоматизованого робочого місця, при роботі з яким оператор-діагност стає кваліфікованим користувачем. Для коректної роботи даного ПЗ в таблиці 2 наведені мінімальні системні вимоги.



**Рис. 1.** Головне вікно розробленого ПО, що є ядром АРМ оператора-діагноста.

**Таблиця 2.** Мінімальні системні вимоги для роботи програми.

Назва вимоги	Мінімальне значення
Операційна система	Microsoft Windows XP з пакетом оновлення 2 (SP2) або більш пізня версія
Комп'ютер, процесор, ОЗУ	ПК з процесором 1 ГГц або більш, 512 Мб ОЗУ або більш
Жорсткий диск	10 Мб або більше вільного місця
Роздільна здатність екрану	Мінімум 800x600 пікселів; рекомендовано 1024x768 або більше

В збільшеному вигляді програма виконана у вигляді трьох взаємопов'язаних модулів:

«Модуль роботи з базами даних» – модуль перегляду баз даних, які формуються для вирішення поставлених завдань.

База даних DB1, згідно рис. 2, містить параметри агрегатів, які використовуються в якості вхідних векторів при використанні математичного апарату ШНМ для розпізнавання дефектів різних вузлів агрегатів.

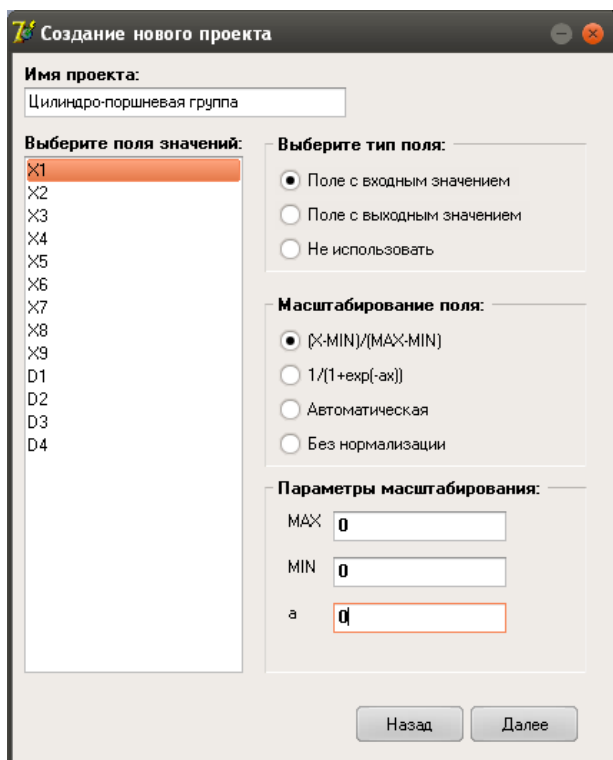


Рис. 2. Вікно створення нового проекту.

База даних DB2, формується за результатами роботи алгоритму, блок-схема якого представлена на рис. 2, у вигляді прямокутної матриці з розмірністю  $m \times n$ ,

де  $m$  – число рядків, яка дорівнює кількості контрольованих агрегатів;  $n$  – число стовпців, рівне сумарній кількості розпізнаються дефектів по всіх вузлах розглянутого агрегату.

База даних DB3 є результатом роботи алгоритму і містить в собі вихідну інформацію про отримані параметрах і помилки при навчанні ШНМ.

«Модуль нового проекту» – модуль, який відповідає за покрокове побудова ШНМ під поточні завдання дослідження, ділиться на два підмодуля:

- рішення завдання розпізнавання сполучень дефектів агрегатів;
- рішення завдання розподілу агрегатів за технологічними маршрутами ремонту.

На рис. 2. і 3 представлені вікна модуля нового проекту зі створення моделі штучної нейронної мережі для навчання рішення завдання розпізнавання дефектів ЦПГ і подальшого розподілу по КРР відповідно.

У програмі використовуються наступні типи полів:

- поля з вхідним значенням – дані поля будуть використовуватися в якості вхідного шару штучної нейронної мережі;
- поля з вихідним значенням – дані поля будуть використовуватися в якості вихідного шару штучного нейронної мережі;
- не використані поля – дані поля не будуть використані при навчанні і тестуванні ШНМ.

Для нормалізації полів доступні наступні види масштабування:

- $(X-MIN)/(MAX-MIN)$  – лінійна нормалізація, згідно блок-схемі алгоритму на рис. 3.
- $1/(1+\exp(-ax))$  – експоненціальна нормалізація.

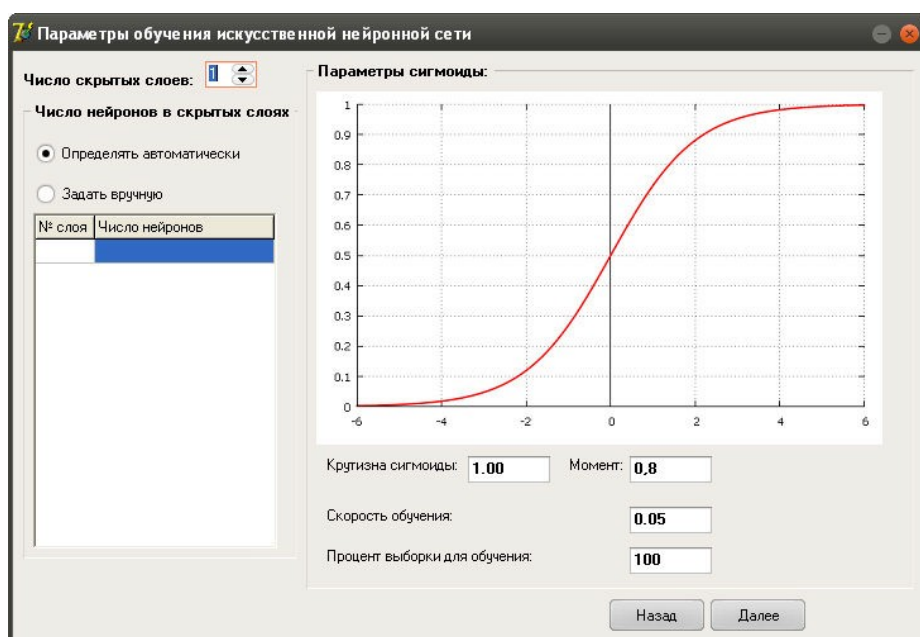
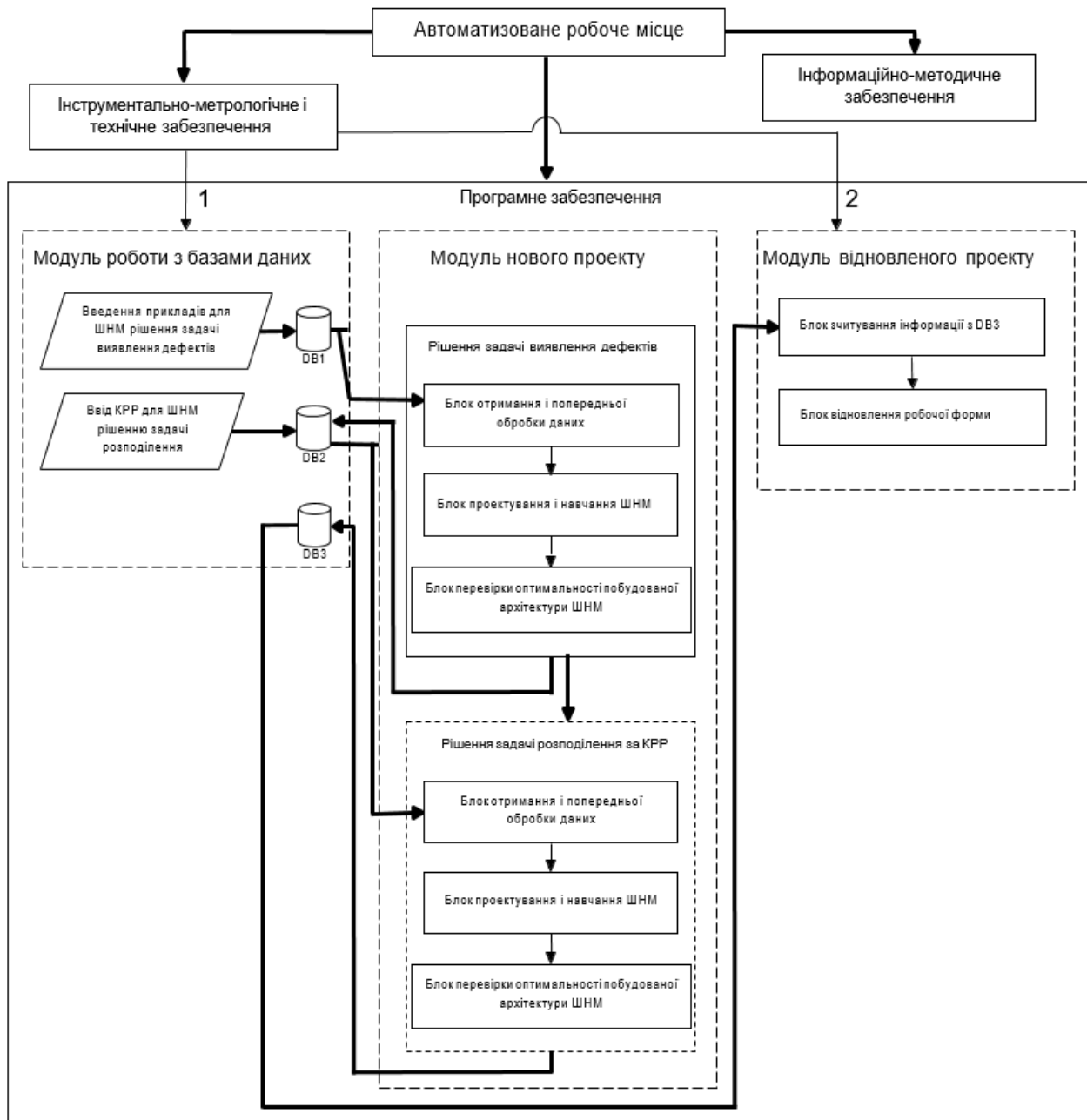


Рис. 3. Вікно параметрів навчання ШНМ.



**Рис. 4.** Розроблена структура організації та взаємодії між елементами автоматизованого робочого місця оператора-діагноста, де: 1 – елемент АРМ ІМіТО взаємодіє з модулем роботи з базами даних ПО при вступі до ремонтний фонд нової моделі агрегату; 2 – елемент АРМ ІМіТО взаємодіє з модулем відновлення проекту при роботі з моделями агрегатів, відомості про яких вже є в базах даних ПО.

Автоматично – застосовується при необхідності нормалізувати ґрунтуючись на характеристиках вибірки.

Без нормалізації – масштабування поточного поля в область значень сигмоїдальної функції активації не виконуватиметься.

Число нейронів в прихованих шарах знаходиться або автоматично, відповідно до блок-схемами алгоритмів і результатами обробки експериментальних даних в розділі 3 цієї дисертації, або задається вручну.

«Модуль відновлення проекту» – відновлення сеансу ранне створеного проекту для продовження роботи з ним.

На рис. 4 схематично представлена внутрішня структура організації та взаємодії між модулями

розробленого програмного забезпечення та їх взаємодія з іншими елементами АРМ.

## Висновок

Розроблене оригінальне алгоритмічне програмне забезпечення є базою для створення АРМ, яке дозволить оператору-діагносту зернозбирального комбайну застосовувати отримані результати даних досліджень для однозначного і достовірного віднесення конкретного агрегату до конкретного технологічного маршруту відновлення працездатності в системі технічного обслуговування.

## Список літератури

1. *Калініченко Д. Ю., Rogovskii I. L.* Аналітичні положення визначення коефіцієнта динамічності параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки, технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2017. Вип. 21 (35). С. 55–61.
2. *Калініченко Д. Ю., Rogovskii I. L.* Аналіз систем і стратегій технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів та їх складових частин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 258. С. 380–390.
3. *Калініченко Д. Ю., Rogovskii I. L.* Штучні когнітивні системи в процесах технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 353–361.
4. *Калініченко Д. Ю., Rogovskii I. L.* Математичний апарат опису маршруту технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів з урахуванням виявлення комбінацій відмов. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 275. С. 337–346.
5. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* Decision for technical maintenance of combine harvesters in system of RCM. MOTROL. Lublin. 2017. Vol. 19. No 3. P. 179–184.
6. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* Modeling technology in centralized technical maintenance of combine harvesters. ТЕКА. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. P. 103–114.
7. *Войтюк В. Д., Рубльов В. І., Rogovskii I. L.* Системні принципи забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки: монографія. Київ. НУБіП України. 2016. 360 с.
8. *Rogovskii I. L.* Відновлення працездатності складальних одиниць сільськогосподарської машини. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2015. Вип. 159. С. 224–232.
9. *Rogovskii Ivan.* Стохастические модели обеспечения работоспособности сельскохозяйственных машин. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. 2014. Tom 16. №3. P. 296–302.
10. *Rogovskii I. L.* Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 403–411.
11. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* Method for Determining Time of next Maintenance of Combine Harvesters. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. 2018. Lublin–Rzeszów. Vol. 18. No 1. P. 105–115.

## References

1. *Kalinichenko D. Yu., Rogovskii, I. L.* (2017). Analytical position determination of the coefficient of dynamic parameters of the technical condition of combine harvesters. Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Doslidnitske. Vol. 21 (35). 55-61.
2. *Kalinichenko D. Yu., Rogovskii, I. L.* (2017). Systems analysis and strategies for technical maintenance of combine harvesters and their parts. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. Vol. 258. 380-390.
3. *Kalinichenko D. Yu., Rogovskii, I. L.* (2017). Artificial cognitive systems in the processes of technical maintenance of combine harvesters. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. Vol. 262. 353-361.
4. *Kalinichenko D. Yu., Rogovskii, I. L.* (2017). Mathematical apparatus of the description of the route maintenance of combine harvesters in accordance with the detection of combinations of failures. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 275. 337-346.
5. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* (2017). Decision for technical maintenance of combine harvesters in system of RCM. MOTROL. Lublin. Vol. 19. No 3. 179-184.
6. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* (2017). Modeling technology in centralized technical maintenance of combine harvesters. ТЕКА. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. 103-114.
7. *Voytyuk, V. D., Rublyov, V. I., Rogovskii, I. L.* (2016). System guidelines for quality assurance of technical service of agricultural machinery. Kiev. NULESU. 360.
8. *Rogovskii, I. L.* (2015). Recovery Assembly units of agricultural machines. Bulletin of Kharkov National Technical University of Agriculture named Peter Vasilenko. Kharkov. Vol. 159. 224-232.
9. *Rogovskii Ivan.* (2014). Stochastic models ensure efficiency of agricultural machinery. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Tom 16. № 3. 296-302.
10. *Rogovskii, I. L.* (2017). Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 262. 403-411.
11. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* (2018). Method for Determining Time of next Maintenance of Combine Harvesters. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin–Rzeszów. Vol. 18. No 1. 105-115.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ  
АРМ ОПЕРАТОРА-ДИАГНОСТА  
ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

*Д. Ю. Калініченко, І. Л. Роговський*

**Аннотация.** В основе технического обслуживания зерноуборочных комбайнов за техническим состоянием лежит технический контроль, с помощью которого проводят непрерывный или периодический контроль параметров технического состояния, характеризующих текущее фактическое состояние узлов, механизмов или агрегатов. Прогнозирование выполняют при непрерывном контроле для определения наработки, в течение которого сохранится работоспособное состояние, а при периодическом контроле – для определения момента времени следующего контроля.

Процесс технического контроля неисправностей состоит из обнаружения и локализации дефектов в системе зерноуборочных комбайнов. По мере усложнения технических систем зерноуборочных комбайнов и рост требований к безопасности, надежности и экологичности, технический контроль неисправностей становится все более значимой процедурой. Одним из примеров является система технического обслуживания зерноуборочных комбайнов, где требуется высокая надежность и работоспособность, низкий уровень выбросов, кроме того, технический контроль способствует повышению эффективности технического обслуживания зерноуборочных комбайнов.

**Ключевые слова:** анализ, система, стратегия, техническое обслуживание, зерноуборочный комбайн.

GENERAL PROVISIONS STRUCTURAL DIAGRAM  
OF AWP OPERATOR-DIAGNOSTICIAN COMBINE  
HARVESTER

*Kalinichenko D. Yu., Rogovskii I. L.*

**Abstract.** The basis of the technical maintenance of combine harvesters for the technical condition is technical control, through which conduct continuous or periodic monitoring of the parameters of the technical condition characterizing the actual state of units, mechanisms or agregatu. Forecasting is performed by continuous monitoring to determine the developments during which you will remain healthy state and under periodic monitoring to determine the time of the next control.

The process of technical control of faults consists of detection and location of defects in the system of combine harvesters. As the complexity of technical systems of combine harvesters and the growth requirements of safety, reliability and sustainability, technical fault monitoring is becoming increasingly important procedure. One example is the system of technical maintenance of combine harvesters, which require high reliability and performance, low emissions, in addition, the technical control helps to improve the effectiveness of the technical maintenance of combine harvesters.

**Key words:** analysis, system, strategy, technical maintenance, combine harvester.