

оснащение и квалификация обслуживающих работников, номенклатура и качество производимых обслуживающих воздействий.

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

## **SYSTEMS ANALYSIS AND STRATEGIES FOR TECHNICAL MAINTENANCE OF COMBINE HARVESTERS AND THEIR PARTS**

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

**Abstract.** *The effectiveness of the use of combine harvesters depends on the ways and methods of keeping them in a condition of technical serviceability at the desired level, which in practice contribute to various forms of organization of maintenance systems. The currently existing forms and methods of organization of technical maintenance of combine harvesters in Ukraine and abroad can be reduced to three basic strategies. Any mechanism of combine harvesters consists of a large number of tolerances, ranging from design and construction (design tolerances), production (production technology) to the tolerances in the operation (operational), and during maintenance which are carried out by different qualification specialists. Since, in practice, may not exist exactly the same processes of operation, it does not exist two identical mechanisms for their implementation. Among the most significant factors that impacts the performance of combine harvesters are the conditions of manufacture, storage conditions, transport conditions, operating conditions, technical equipment and the qualification of service employees, the range and quality of service impacts.*

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

УДК 656.1.004

## **ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВОГО ЗБІЖЖЯ**

***О. А. Воронков, аспірант\****

***І. Л. Роговський, кандидат технічних наук***

***e-mail: irogovskii@gmail.com***

**Анотація.** *Для вирішення завдань управління необхідно застосовувати не тільки сучасні математичні моделі та методи*

**\*Науковий керівник – кандидат технічних наук І. Л. Роговський**

© О. А. Воронков, І. Л. Роговський, 2017

управління, але і сучасні обчислювальні та телекомунікаційні засоби. Особливо це відноситься до того випадку, коли система управління транспортними потоками є підсистемою інтелектуальних транспортних систем перевезення зернового збіжжя. Система управління транспортними потоками перевезення зернового збіжжя створюється для вирішення задач керування в реальному часі як підсистема інтелектуальних транспортних систем. Система є системою зі зворотним зв'язком. На підставі проведеного аналізу можна виділити наступні дванадцять особливостей системи. Засоби комутації повинні забезпечити задані структуру і параметри системи зв'язку для передачі зібраних даних. Слід зазначити, що для передачі даних можливо, при дотриманні вимог безпеки, використовувати загальнодоступні канали зв'язку, наприклад Інтернет провайдерів або канали зв'язку операторів зв'язку даного регіону. Підсистема повинна бути орієнтована на зміни в структурі мережі зв'язку, типів каналів зв'язку (провідні, радіо, супутникові) і одночасну роботу різнотипних каналів зв'язку. Надійність підсистеми забезпечується резервуванням засобів збору і передачі даних. Виконання зазначених вимог забезпечується створенням відповідного профілю стандартів для даної підсистеми.

**Ключові слова:** зернове збіжжя, перевезення, потік, система, управління, транспорт

**Постановка проблеми.** Для вирішення завдань управління необхідно застосовувати не тільки сучасні математичні моделі та методи управління, але і сучасні обчислювальні та телекомунікаційні засоби. Особливо це відноситься до того випадку, коли система управління транспортними потоками є підсистемою інтелектуальних транспортних систем (далі – ІТС) перевезення зернового збіжжя.

**Аналіз останніх досліджень.** Система управління транспортними потоками (далі – СУТП) перевезення зернового збіжжя створюється для вирішення задач керування в реальному часі як підсистема ІТС. Система є системою зі зворотним зв'язком. На підставі проведеного аналізу [1–5] можна виділити наступні особливості системи:

1. Велика територіальна розгалуженість елементів системи. Засоби збору даних та виконавчі пристрої розташовані в елементах транспортної мережі, яка має відстань між окремими вузлами в кілька десятків кілометрів.

2. Велика кількість засобів збору (102–103) даних і виконавчих пристроїв (102–103) пов'язаних у єдину мережу передачі даних.

3. Велика розмірність простору станів (до 103 параметрів) і велика кількість станів (104–105).

4. Наявність досить автономних підсистем (груп елементів транспортної мережі) керування якими слабо впливає на стан інших елементів, що не входять у підсистему.

5. Необхідність «ручного управління» при знаходженні мережі в особливих станах.

6. Зміна критеріїв якості управління в процесі роботи системи.

7. Необхідність роботи в режимі «non-stop» 24 години на добу і 47 днів у році (період збирання зернового збіжжя і транспортування на первинну переробку).

8. Необхідність обліку національного законодавства при прийнятті рішень (ПДР, постанови місцевих органів влади тощо).

9. Залежність прийнятих рішень від часу доби і випадкових чинників (погодні умови, місцеві свята тощо).

10. Необхідність забезпечення безпеки каналів зв'язку, захист засобів збору даних та виконавчих пристроїв від несанкціонованого доступу.

11. Обмежений час на усунення несправностей (відновлення).

12. Необхідність реакції на зовнішні управління (рішення адміністрації, рішення органів МВС України).

**Мета досліджень** – узагальнити принципи створення системи управління транспортними потоками перевезення зернового збіжжя.

**Результати досліджень.** У таблиці 1 показано залежність часу обробки на серверах від розмірності простору станів. Параметри отримані розрахунковим шляхом, виходячи з необхідної і можливої кількості операцій.

### 1. Зміна часу обробки на серверах.

Кількість датчиків	1000	Формула простору стану $(10^3 \times 10)^5 = 10^{20}$	
Кількість вимірюваних датчиком параметрів	10		
Кількість станів параметра	5		
Сервер	Продуктивність, терафлопс	Розмір простору вимірювання	Час обробки
Супер ПК Т-платформ	15	$10^{20}$	2,5 місяців
Кластер із серверов HP	1		3,1 років
Сервер HP Proliant	0,12		-
Робоча станція	0,056		-
Супер ПК Т-платформ	15	$10^{15}$	1 хвилинка
Кластер із серверов HP	1		16,7 хвилин
Сервер HP Proliant	0,12		2,3 годин
Робоча станція	0,056		5 гдин
Супер ПК Т-платформ	15	$10^{10}$	0,6 мс
Кластер із серверов HP	1		9 мс
Сервер HP Proliant	0,12		83 мс
Робоча станція	0,056		0,18 секунди

Перераховані особливості диктують певні вимоги до системи управління і вирішуваним завданням, до основних з яких можна віднести:

1. Створення автономної мережі передачі даних для системи.
2. Наявність у системі зв'язку різнотипних каналів зв'язку.
3. Резервування програмних засобів, даних та обладнання.
4. Постановка завдань управління як задач оптимізації на кожному кроці управління, а не заданому періоді управління.
5. Скорочення числа станів, з яких приймаються управлінські рішення шляхом укрупнення (об'єднання), або шляхом декомпозиції об'єкта управління на ряд підсистем.

Перша вимога пов'язана з необхідністю забезпечення безпеки системи і захисту від несанкціонованого доступу. При певних умовах можливе використання загальнодоступних каналів зв'язку, але з застосуванням засобів захисту переданих даних.

Друга вимога пов'язана з неможливістю використання тільки дротових каналів (хоча це хороше рішення забезпечує безпеку переданої інформації) із-за складних умов великих відстаней і високої вартості їх прокладки, однак наявність в одній системі дротяних і різних бездротових каналів значно ускладнює структуру системи зв'язку і підвищує її вартість.

Третя вимога пов'язана з необхідністю забезпечення безперебійної роботи системи і малої тривалості відновлення, що пов'язано зі збільшенням вартості системи.

Четверта вимога викликано, по-перше, наявністю особливих станів, що потребують «ручного управління», яке не може бути оптимальним, а по-друге, наявністю зовнішніх керуючих впливів, які не можна оптимізувати. Слід зазначити, що практично неможливо отримати статистичну модель, що дозволяє передбачати появу особливих станів і зовнішніх управлінь. Таким чином, найбільш кращим рішенням є застосування покрокової оптимізації управління, коли управління вибирається оптимальним за заданим критерієм якості на кожному кроці. Такий підхід виправданий ще і тому, що стану системи схильні до впливу випадкового шуму, що знижує зв'язок між ефективністю управління на сусідніх кроки.

П'яте вимога викликана необхідністю приймати управлінські рішення (виробляти управління) в реальному часі при великій розмірності простору станів. У цьому випадку рішення задач оптимізації може вимагати або занадто дорогих обчислювальних пристроїв (високої продуктивності), або розробки складних алгоритмів проведення розрахунків. Зменшення множини станів і зниження розмірності простору станів значно спрощує вирішення завдань управління. Досягти бажаних результатів можна різними шляхами, які досліджуються у третій главі роботи. Виходячи зі

сказаного вище, узагальнена структура системи управління транспортними потоками включає наступні підсистеми (рис. 1), наявність яких властиво багатьом системам управління: підсистема збору і передачі інформації про стан елементів транспортної мережі; підсистема вироблення управлінь; підсистема реалізації управлінь.

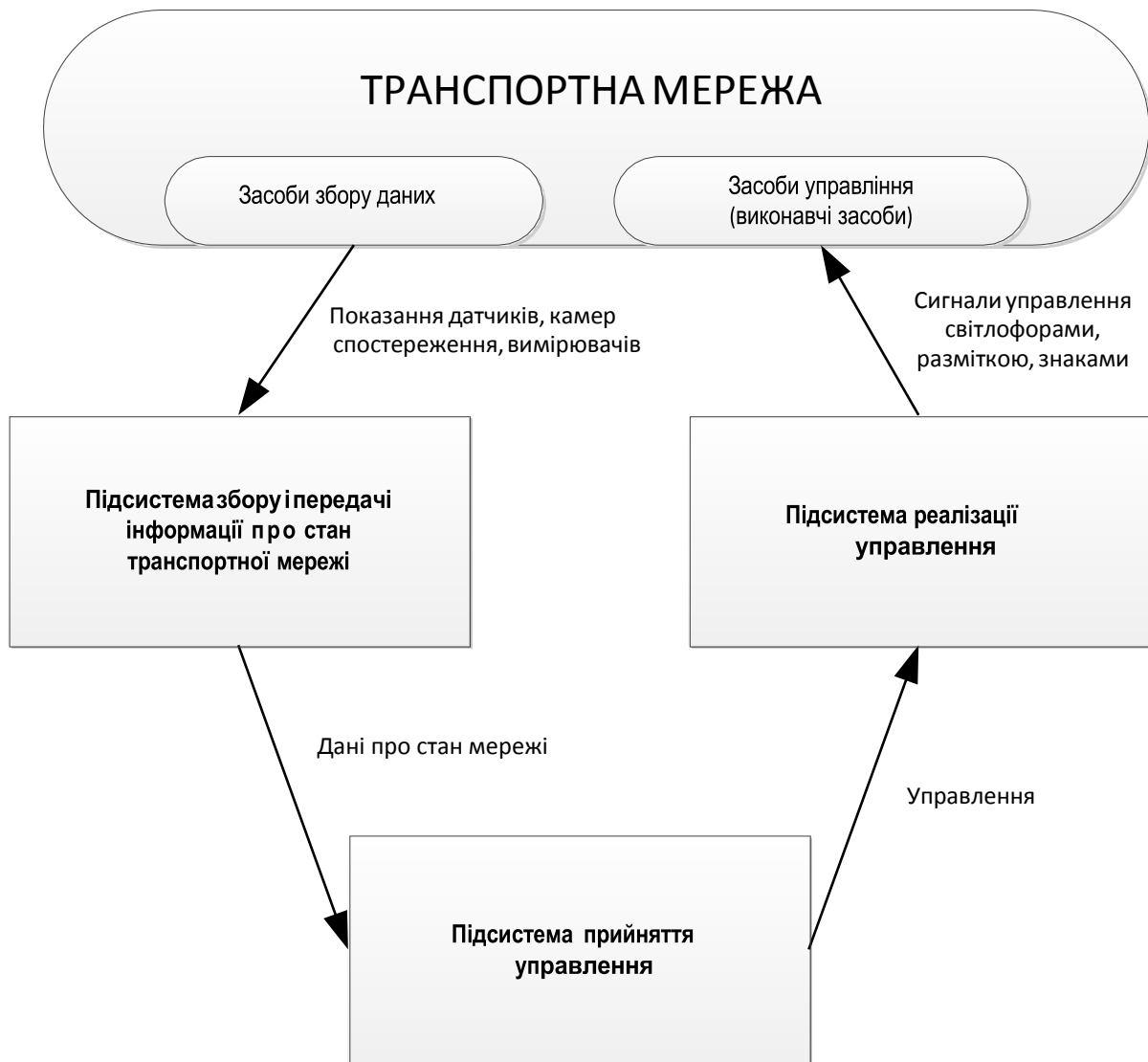


Рис. 1. Узагальнена структура системи управління транспортними потоками перевезення зернового збіжжя.

Підсистема збору і передачі інформації про стан транспортної мережі призначена для збору і передачі даних про стан елементів мережі в підсистему вироблення управлінь.

Підсистема включає:

- засоби збору інформації (даних про стан елементів транспортної мережі) (датчики, реєстратори, фотокамери, мобільні засоби зв'язку для передачі інформації від інспекторів ДПС і т. д.);
- засоби комутації і передачі зібраних даних по каналах зв'язку, що утворюють систему зв'язку для передачі зібраних даних у підсистему вироблення управлінь;

- засоби забезпечення заданої надійності підсистеми.

Засоби збору інформації повинні задовольняти наступним вимогам:

- задана точність представлення зібраних даних;
- задане швидкодія (час одного циклу збору даних);
- заданий формат представлення зібраних даних;
- задана форма подання даних для передачі в канал зв'язку;
- підтримка заданих протоколів для взаємодії з підсистемою вироблення управлінь.

Засоби комутації повинні забезпечити задані структуру і параметри системи зв'язку для передачі зібраних даних. Слід зазначити, що для передачі даних можливо, при дотриманні вимог безпеки, використовувати загальнодоступні канали зв'язку, наприклад Інтернет провайдерів або канали зв'язку операторів зв'язку даного регіону.

Підсистема повинна бути орієнтована на зміни в структурі мережі зв'язку, типів каналів зв'язку (провідні, радіо, супутникові) і одночасну роботу різнотипних каналів зв'язку.

Надійність підсистеми забезпечується резервуванням засобів збору і передачі даних.

Виконання зазначених вимог забезпечується створенням відповідного профілю стандартів для даної підсистеми.

Підсистема вироблення управлінь призначена для збору інформації про стан транспортної мережі, обчислення необхідних залежно від стану управлінь, видачі управлінь на кошти управління, а також збору і обробки статистики про стан мережі, класифікації станів, ведення журналів реєстрації станів і управлінь.

Підсистема включає: апаратно-програмні засоби для збору даних, апаратно-програмні засоби обробки даних і обчислення управлінь, апаратно-програмні засоби для підтримки заданого рівня надійності підсистеми, апаратно-програмні засоби для передачі управлінь на кошти управління.

Всі апаратно-програмні засоби підсистеми повинні відповідати профілю стандартів на підсистему. Апаратно-програмні засоби для передачі управлінь на кошти управління повинні забезпечувати задані форми подання даних і задані формати даних. Апаратно-програмні засоби для передачі управлінь на кошти управління також повинні забезпечувати можливість роботи в захищеному режимі при використанні загальнодоступних каналів зв'язку.

Апаратно-програмні засоби обробки даних і обчислення управлінь повинні забезпечувати обробку даних, що надходять з підсистеми збору даних, у відповідності з їх поданням (дискретні сигнали, цифрові дані, текстовий формат, аудіо дані, мультимедійні дані). Програмне забезпечення для обчислення управлінь повинно

проводити обчислення в режимі реального часу, масштаб якого встановлюється залежно від стану транспортної мережі і може змінюватися протягом доби.

Підсистема повинна дозволяти операторам здійснювати «ручне управління» у разі особливих станів транспортної мережі (перекриття вулиць, вихід з ладу засобів управління, непередбачені стану мережі і т. д.). Підсистема повинна бути масштабованою і забезпечувати можливість введення нових елементів транспортної мережі, нових засобів управління і нових коштів збору даних, а також функціонувати при виході з ладу частини коштів збору даних і управління. Надійність підсистеми забезпечується резервуванням апаратно-програмних засобів та каналів зв'язку, можливістю міграції та виконання програмних засобів на різні апаратні засоби.

Підсистема повинна забезпечувати операторам можливість тестування та перевірки працездатності засобів, що входять до складу підсистем збору і передачі інформації та реалізації управлінь.

Підсистема реалізації управлінь призначена для виконання управлінь, що надходять з підсистеми вироблення управлінь. Підсистема включає: засоби управління (виконавчі пристрої), канали зв'язку між виконавчими пристроями і підсистемою вироблення управлінь, засоби забезпечення заданої надійності підсистеми.

Засоби управління повинні задовольняти наступним вимогам: задане швидкодія (час реакції на яке надійшло керуючий вплив), заданий формат одержуваних даних, задана форма представлення отриманих даних, підтримка заданих протоколів для взаємодії з підсистемою вироблення управлінь.

**Висновок.** Для даної підсистеми управління транспортними потоками перевезення зернового збіжжя також повинен бути розроблений профіль стандартів. При дотриманні вимог безпеки можливе підключення виконавчих пристроїв до захищених загальнодоступних каналів зв'язку. Підсистема повинна бути орієнтована на зміни в структурі мережі зв'язку, типів каналів зв'язку.

### Список літератури

1. Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К., Лановий О. Т., Линник І. Е., Поліщук В. П. Системологія на транспорті. Основи теорії систем і управління: книга 1. Київ. Знання. 2005. 344 с.
2. Воронков О. А., Rogovskiy І. Л. Аналіз ролі автомобільного транспорту в транспортно-технологічному забезпеченні АПК. Збірник тез доповідей II-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології аграрного виробництва», 9-10 листопада 2016 року. Київ. 2016. С. 215—216.
3. Войтюк В. Д., Рубльов В. І., Rogovskiy І. Л. Системні принципи забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки: монографія. Київ. НУБіП України. 2016. 360 с.

4. Pavel Vavra. Role, Usage and Motivation for Contracting in Agriculture. OECD. 2017. France. 36 p. <http://www.oecd.org/tad/agricultural-trade/43057136.pdf>.
5. Rogovskii I. L. Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 254. С. 424—431.

### References

1. Gavrilov E. V., Dmitrichenko M. F., Dolya V. K., Lanovoy A. T., Linnik E. I., Polishchuk V. P. (2005). Systematology transport. Fundamentals of the theory of systems and control: book 1. Kiev. 344.
2. Voronkov O. A., Rogovskii I. L. (2016). Analysis of the role of road transport in the transport-technological support of agriculture. Collection of abstracts of II-nd International scientific-practical conference "Modern technologies of agricultural production", 9-10 November 2016. Kiev. 215-216.
3. Voytyuk V. D., Rublyov V. I., Rogovskii I. L. (2016). System guidelines for quality assurance of technical service of agricultural machinery. Kiev. NULESU. 360.
4. Pavel Vavra. (2017). Role, Usage and Motivation for Contracting in Agriculture. OECD. France. 36 p. <http://www.oecd.org/tad/agricultural-trade/43057136.pdf>.
5. Rogovskii I. L. (2016). Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. Vol. 254. 424-431.

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ ПЕРЕВОЗКИ ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

**А. А. Воронков, И. Л. Роговский**

**Аннотация.** Для решения задач управления необходимо применять не только современные математические модели и методы управления, но и современные вычислительные и телекоммуникационные средства. Особенно это относится к тому случаю, когда система управления транспортными потоками является подсистемой интеллектуальных транспортных систем перевозки зернового хлеба. Система управления транспортными потоками перевозки зернового хлеба создается для решения задач управления в реальном времени как подсистема интеллектуальных транспортных систем. Система является системой с обратной связью. На основании проведенного анализа можно выделить следующие двенадцать особенности системы. Средства коммутации должны обеспечить заданные структуру и параметры системы связи для передачи собранных данных. Следует отметить, что для передачи данных возможно, при соблюдении требований безопасности, использовать общедоступные каналы связи, например Интернет провайдеров или каналы связи операторов связи данного региона. Подсистема должна быть ориентирована



на изменения в структуре сети связи, типов каналов связи (проводные, радио, спутниковые) и одновременную работу разнотипных каналов связи. Надежность подсистемы обеспечивается резервированием средств сбора и передачи данных. Выполнение указанных требований обеспечивается созданием соответствующего профиля стандартов для данной подсистемы.

**Ключевые слова:** зерно, перевозки, поток, система, управление, транспорт

## **GENERAL PRINCIPLES OF CREATION OF CONTROL SYSTEMS OF TRANSPORT STREAMS TRANSPORT GRAIN PRODUCTION**

***O. A. Voronkov, I. L. Rogovskii***

**Abstract.** *For the solution of management tasks is necessary to apply not only modern mathematical models and control methods, and modern computing and telecommunication tools. This particularly applies to the case when the system of traffic control is a subsystem of intelligent transportation systems transportation of corn bread. Control system of transport flows transport grain bread is created for the solution of management tasks in real time as a subsystem of intelligent transport systems. The system is a feedback system. On the basis of the conducted analysis it is possible to distinguish the following twelve features of the system. Means of commutation shall provide the specified structure and parameters of the communication system to transfer collected data. It should be noted that for the transmission of data is possible, subject to safety requirements, use of public communication channels, such as Internet service providers or channels of communication Telecom operators in the region. The subsystem should be focused on changes in the structure of communication network, types of communication channels (wire, radio, satellite) and simultaneous operation of different types of communication channels. The reliability of the subsystem is provided by redundant means of data collection and transmission. Compliance with these requirements is ensured by the corresponding profile of standards for a given subsystem.*

**Key words:** ***grain, transportation, stream, system, management, transport***