

ЗАСОБИ ТРАНСПОРТУ. ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС. ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЛОГІСТИКА

УДК 656:338

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1\(32\).36-45](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1(32).36-45)

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, **Д.В. Голуб**, доц., канд. техн. наук, **Д.О. Великодній**, канд. техн. наук, здобувач, **В.О. Дьяченко**, асп.

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: AulinVV@gmail.com, dimchik529@gmail.com*

Розв'язання проблеми надійності технологічних процесів вантажних перевезень підприємствами агропромислового виробництва

Розроблено структурно-функціональні схеми технологічного процесу перевезень в агропромисловому виробництві на прикладі транспортування зерна на експорт підприємством виробником. Виявлено взаємодію автомобільного транспорту з іншими видами транспорту в цьому процесі. Запропоновано різні варіанти реалізації структурно-функціональних схем процесу перевезення зерна та проаналізовано їх елементи як технологічні операції. Дана оцінка ймовірності безвідмовної роботи при реалізації технології перевезення зерна на експорт від кількості структурних елементів і запропоновані варіанти структурно-функціональної схеми. Виявлено, що структуризація процесу перевезень у вигляді послідовності взаємодії його учасників дозволяє вирішити завдання зниження кількості структурних елементів функціонально-структурної схеми і відповідно підвищити надійність транспортних систем.

агропромислове виробництво, технологічний процес, перевезення, надійність, забезпечення, структурний елемент

В.В. Аулин, проф., д-р техн. наук, **Д.В. Голуб**, доц., канд. техн. наук, **Д.О. Великодній**, канд. техн. наук, соискатель, **В.О. Дьяченко**, асп.

Центральноукраїнський національний технічний університет, г. Кропивницький, Украина

Решение проблемы надежности технологических процессов грузовых перевозок предприятиями агропромышленного производства

Разработаны структурно-функциональные схемы технологического процесса перевозки в агропромышленном производстве на примере транспортировки зерна на экспорт предприятием производителем. Выявлено взаимодействие автомобильного транспорта с другими видами транспорта в этом процессе. Предложены разные варианты реализации структурно-функциональных схем процесса перевозки зерна и проанализированы их элементы как технологические операции. Дана оценка вероятности безотказной работы при реализации технологии перевозки зерна на экспорт от количества структурных элементов и варианта структурно-функциональной схемы. Выявлено, что структуризация процесса перевозок в виде последовательности взаимодействия его участников позволяет решить задачу снижения количества структурных элементов функционально-структурной схемы и соответственно повысить надежность транспортных систем.

агропромышленное производство, технологический процесс, перевозка, надежность, обеспечение, структурный элемент

Постановка проблеми. Відомо, що рівень надійності технологічних процесів перевезень значною мірою залежить від їх виду і області використання [1, 2-4]. На сьогодні рівень надійності перевезень підприємствами агропромислового виробництва (АПВ) не достатньо розглянуто з точки зору теорії і практики її забезпечення та методів і засобів її підвищення. В зв'язку з чим, в першу чергу, необхідна розробка структуризації процесу перевезень у вигляді послідовності взаємодії його учасників,

що дозволить вирішити завдання зниження кількості структурних елементів функціонально-структурної схеми надійності транспортних систем АПВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. О. В. Сироткіна [5] підкреслює, що транспортні процеси характеризуються не простим переміщенням вантажу, а дотриманням конкретних параметрів і умов задоволення потреб, при відхиленні яких від встановленого рівня настає часткова або повна відмова. Ці параметри можна відновити для подальшої експлуатації автотранспортних засобів, на що знадобиться деякий час і витрати, а транспортний процес доцільно оцінювати в термінах і визначеннях надійності технічних об'єктів. При цьому безвідмовність транспортного процесу визначається інтервалами часу або напрацюванням в кілометрах пробігу, а довговічність транспортного процесу визначається напрацюванням до моменту, коли його здійснення не може задовольняти потреби з економічних або технічних причин. Відновлюваність характеризується часом або витратами, необхідними для приведення транспортного процесу у відповідність з потребами споживача, а збережуваність транспортного процесу - можливістю його здійснення після тривалого призупинення з яких-небудь причин.

Д. В. Бичков [6] виділяє у складі транспортного обслуговування дві групи процесів, що зв'язують підприємство з контрагентами, і внутрішньовиробничі процеси, що забезпечують транспортний зв'язок між підрозділами підприємства.

Автори робіт [7-10] підкреслюють, що надійність вантажних автомобільних перевезень АПВ – це складний параметр, який визначає здатність компанії-постачальника виконувати узяті на себе зобов'язання по дотриманню графіка доставки вантажів, збереженню партії вантажу і збереженню споживчих властивостей товарів при перевезенні.

З аналізу публікацій можна бачити, що при розгляді проблеми забезпечення надійності технологічного процесу перевезення підприємствами, у тому числі і підприємствами АПВ передусім враховується тільки надійність технічних засобів, але проблема надійності виконуваних послуг розглядається недостатньо. Що є безумовно актуальним для більш точної комплексної оцінки надійності автомобільної транспортної системи АПВ.

Постановка завдання. Метою даної роботи є розроблення структурно-функціональної схеми технологічного процесу перевезення в АПВ, на прикладі транспортування зерна на експорт підприємством виробником.

Виклад основного матеріалу. В загальному вигляді технологічний процес перевезень вантажів в АПВ можна представити у вигляді послідовної структурно-функціональної схеми, що характеризує функціональний взаємозв'язок його структурних елементів. Зазначимо, що структурним елементом процесів перевезень є будь-який його учасник, що виконує окрему технологічну операцію. Кількість елементів процесу перевезень завжди є обмеженою.

З участю автомобільного транспорту (АТ) у АПВ одним з найскладніших по рівню організації є процес перевезення підприємством виробником або транспортним підприємством зерна на експорт в змішаному сполученні, включаючи транспортно-складські і пряму транспортну схему, враховуючи структури транспортних систем.

Структурними елементами процесу перевезення зерна в даному випадку є технологічні операції по його переміщенню між терміналами, а також операції по їх термінальній обробці. В процесах перевезення зерна кількість структурних елементів n (рис. 1а) залежить від обраного варіанту транспортно-технологічної схеми. Виявлено, що структурних елементів в даному випадку може бути 7-11. Їх деталізацію проводили у відповідності з деревом відмов процесу перевезень зерна. Було визначено, що число структурних елементів при цьому збільшувалось.

Залежність величини ймовірності безвідмовної роботи транспортної системи від кількості структурних елементів процесу перевезень наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати оцінки величини надійності P транспортної системи (підприємство АПВ) від кількості елементів структурно-функціональної схеми

Назва показника	Варіанти перевезень в транспортній системі		
	Пряма транспортна схема	Транспортно-складська схема	
Кількість структурних елементів n	7	9	11
Принцип розрахунку P_i^n	$0,95^7$	$0,95^9$	$0,95^{11}$
Величина загальної надійності P	0,698	0,630	0,569

Джерело: розроблено авторами

Загальна структурна схема взаємодії учасників технологічного процесу вантажних перевезень наведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Загальна структурна схема взаємодії учасників технологічного процесу перевезення зерна підприємством АПВ - перевізником на експорт

Джерело: розроблено авторами

Структурно-функціональна схема взаємодії учасників технологічного процесу перевезення зерна, представлена на рис. 2.

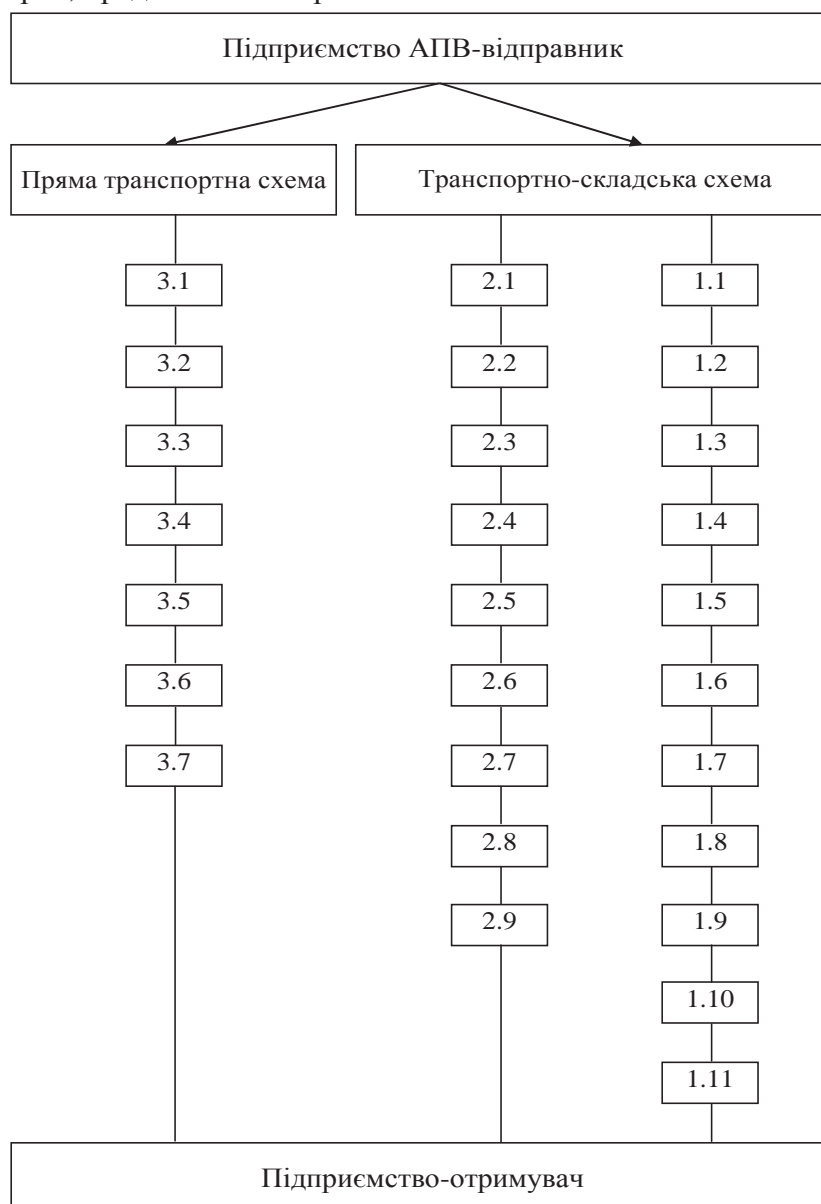


Рисунок 2 – Структурно-функціональна схема взаємодії учасників технологічного процесу перевезення зерна підприємством АПВ - перевізником на експорт і варіанти її реалізації
Джерело: розроблено авторами

Проаналізуємо запропоновану структурно-функціональну схему та варіанти її реалізації, а також з'ясуємо зміст елементів (операцій) технологічного процесу перевезення зерна на експорт підприємством АПВ. Операції 1.1, 2.1, 3.1 являють собою термінальну обробку на терміналі відправника. Операції 1.2, 2.2 – перевезення АТ до навантажувально-розвантажувального терміналу. Операції 1.3, 2.3 - термінальна обробка на навантажувально-розвантажувальному терміналі. Операції 1.4 – перевезення залізничним транспортом до станції примикання, 1.5 - операції з термінальної обробки на станції примикання підприємства-відправника, 1.6 - перевезення залізничним транспортом до передаточної станції, 1.7 – операції з термінальної обробки на передаточній або прикордонній станції, 1.8 - перевезення залізничним транспортом до передаточної станції та навантажувально-

розвантажувального терміналу, 1.9 - операції з термінальної обробки на передаточній станції, митному пункті, навантажувально-розвантажувальному терміналі. Сукупність операцій 1.10, 2.8, 3.6 – перевезення АТ до навантажувально-розвантажувального терміналу підприємства-отримувача, 1.11, 2.9, 3.7 - операції з термінальної обробки на навантажувально-розвантажувальному терміналі підприємства-отримувача. Решта операцій мають наступний зміст: 2.4 – автомобільні перевезення до порту відправлення та навантажувально-розвантажувального терміналу, 2.5 - операції з термінальної обробки в порту відправлення та на навантажувально-розвантажувальному терміналі, 2.6 – перевезення водним транспортом до порту призначення та навантажувально-розвантажувального терміналу, 2.7 - операції з термінальної обробки в порту призначення та на навантажувально-розвантажувальному терміналі, 3.2 – автомобільні перевезення до митного пункту при виїзді з території України на територію транзитної держави, 3.3 - операції з термінальної обробки на митному пункті при виїзді з території України на територію транзитної держави, 3.4 - автомобільні перевезення транспортом до митного пункту при виїзді з території транзитної держави на територію країни-імпортера, 3.5 - операції з термінальної обробки на митному пункті при виїзді з території транзитної держави на територію країни-імпортера.

Ймовірність безвідмовної роботи P даних варіантів оцінювали за умови, що всі структурні елементи є рівнонадійними. Оцінка їх надійності свідчить, що жоден варіант перевезень не є високонадійним і процес перевезень реалізується з високим ступенем ризику. При організації другого варіанту процесу перевезень відмови різних видів відбуваються в середньому в 37 випадків зі 100, що ніяк не можна визнати задовільним в умовах конкурентоспроможності автоперевізників на ринку транспортних послуг. Збільшення кількості структурних елементів до 12-13 наближає надійність перевезень до 50%, що робить її практично непрацездатною.

Для підтримки величини надійності технологічного процесу перевезення підприємством АПВ на високому рівні необхідно, щоб надійність структурних елементів задовольняла наступній умові:

$$p_i \geq \sqrt[n]{P}. \quad (1)$$

Врахування цієї умови свідчить, що для підтримки величини надійності (ймовірності безвідмовної роботи) технологічного процесу перевезень на рівні не нижче 0,95, необхідно вибирати структурні елементи з надійністю: в 1-у варіанті (транспортно-складська схема) - 0,993; в 2-у варіанті - 0,994; в 3-у варіанті (пряма транспортна схема) - 0,995. Реалізувати такі варіанти перевезень з високою надійністю вельми проблематично.

Визначено, що підвищити надійність технологічних процесів перевезень можна зниженням кількості структурних елементів. Теоретично максимальна їх надійність забезпечуватиметься за наявності одного структурного елемента з дотриманням рівності: $P = p_i$. Разом з тим, якщо розглядати процес перевезень у вигляді транспортно-технологічної схеми, то здійснити його автомобілем в один етап неможливо. Основних етапів буде як мінімум три: навантаження - транспортування - розвантаження. Наявність допоміжних або забезпечуючих технологічних операцій значно збільшують величину n . Останнє передбачає подальших і ретельних досліджень.

Незалежно від кількості структурних елементів в процесі перевезень обов'язковою для перевезень вантажів є умова:

$$\prod_{i=1}^n p_i \geq \beta, \quad (2)$$

де β – рівень надійності процесу вантажних перевезень, задовільний для замовника і ним встановлюється при укладенні договору на перевезення.

Вирішення завдання зниження кількості структурних елементів в процесі перевезень значно спрощується у разі, коли в якості структурного елемента розглядати не окрему технологічну операцію, а роботу певного учасника процесу перевезень, яка може бути виконана не однією, а цілим набором технологічних операцій. Учасник процесу перевезень є фізичною або юридичною особою, що надає послуги з транспортування, організації перевезень, супроводу вантажів, митного оформлення, складування, вантажопереробки, оформлення товарно-транспортних і супровідних документів, надання інших транспортних послуг.

До участі в процесі перевезень можуть бути залучені перевізники, оператори процесу в змішаному сполученні, експедитори, стівідори, митні брокери і інші посередники, що працюють на умовах аутсорсингу. Послуги цих посередників необхідні у разі, коли у автоперевізника або замовника відсутні або організаційно-технологічні можливості виконання всієї схеми процесу перевезень або він може виконаний власними силами тільки їх частини. Елементи транспортно-технологічної схеми, які не можуть бути виконані автоперевізником або замовником власними силами внаслідок низької надійності або високих витрат також реалізуються посередниками.

Зазначене свідчить про те, що при оцінці ймовірності безвідмовної роботи транспортних систем необхідно в першу чергу мати на увазі не кількість технологічних операцій в їх транспортно-технологічних схемах, а число учасників процесу перевезень. Слід врахувати і їх статус, який визначається масштабом роботи і ступенем відповідальності. Врахування останніх факторів процесу перевезень вантажів і пасажирів надає учасникам статус місцевого, регіонального або міжнародного рівня. В рамках однієї транспортно-технологічної схеми процесу перевезень можлива одночасна робота декількох учасників різних статусів. При цьому можна виділити різні комбінації, які визначаються числом учасників процесу перевезень, включаючи вантажовідправників, вантажоодержувачів, автоперевізників і інших учасників (рис. 2). Першій комбінації (I) характерна наявність одного учасника, який виконує весь комплекс технологічних операцій процесу доставки. Друга комбінація (II) налічує двох учасників, третя комбінація (III) - відповідно трьох учасників, і т.д.

Використовуючи метод математичної індукції кількість комбінацій взаємодії учасників процесу перевезень вантажів і пасажирів можна визначити по формулі числа розміщень з комбінаторики:

$$A_r^m = r(r-1)(r-2) \cdot \dots \cdot (r-m+1) = \frac{r!}{(r-m)!}, \quad (3)$$

де r , m – відповідно число окремих технологічних операцій в транспортно-технологічній схемі та учасників процесу перевезень.

Обчислення по формулі (3) передбачає наступний порядок дій:

- з'ясувати кількість учасників процесу перевезень;
- виділити усі можливі транспортно-технологічні операції і надати їм нумерацію;
- з'ясувати можливі комбінації взаємодії учасників процесу перевезень при виконанні технологічних операцій;
- враховуючи попередні пункти, побудувати схеми взаємодії учасників процесу перевезень;
- оцінити ймовірність виконання технологічних операцій та взаємодії учасників процесу перевезень, структурованої в послідовності варіантів їх комбінацій.

Аналізуючи зазначене, можна твердити, що вирішення задачі оптимізації структурно-функціональної схеми процесу перевезень потребує розробки математичного забезпечення з побудовою економіко-математичної моделі і проведенням оцінки показників надійності транспортних систем. Зменшення кількості структурних елементів транспортної системи можна досягти включенням в структуру процесу перевезень учасників з більш широкою зоною відповідальності.

Більш достовірною оцінкою надійності, що передбачає деталізацію процесу перевезення по ділянках, вимагає використання кількісних критеріїв. Розроблений алгоритм застосування підходу підвищення надійності транспортних систем при оптимізації кількості їх структурних елементів приведена на рис. 3.

Розроблений алгоритм свідчить, що транспортна робота проводиться в три етапи. Перший етап містить ітерації по отриманню автоперевізником замовлення на перевезення та формування транспортно-технологічної схеми процесу перевезень, а також аналізу ринку транспортних послуг на відбір учасників процесу перевезень на умовах аутсорсинга.

Блок вибору передуює перехід до аналізу ринку транспортних послуг, що визначає можливість реалізації силами автоперевізника структурної схеми процесу перевезень, сформованої у вигляді послідовності технологічних операцій.

Автоперевізннику при цьому необхідно мати в розпорядженні власні або арендовані технологічні потужності, парк рухомого складу та необхідну кількість виробничих ресурсів. Якщо у нього технологічних можливостей для реалізації процесу перевезень в повному об'ємі достатньо, то здійснюється перехід до другого етапу алгоритму.

У разі, коли автоперевізник здатний виконати власними силами лише частину технологічних операцій процесу перевезень, то необхідно провести аналіз ринку транспортних послуг і здійснити відбір необхідних посередників. Після вибору учасників процесу перевезень вантажів, необхідно приступити до розрахунків показників надійності.

Другий етап є обчислювальним, оскільки містить ітерації по розрахунку складових оптимізаційної моделі, а також безпосередньо оптимізацію кількості структурних елементів транспортної системи. Ітерації здійснюються послідовно, блоки вибору на цьому етапі відсутні. Основою оптимізації кількості структурних елементів є економіко-математичне моделювання приведених витрат на перевезення вантажів і пасажирів.

Моделювання приведених витрат здійснюється по будь-якій із знайдених на першому етапі комбінацій взаємодії учасників. Після цього проводиться вибір комбінації, що забезпечує мінімум приведених витрат на реалізацію транспортно-технологічної схеми. При перевезенні вантажів і пасажирів в повному об'ємі силами автоперевізника, слід проводити економіко-математичне моделювання приведених витрат для сформованої у вигляді послідовності технологічних операцій транспортно-технологічної схеми процесу перевезень. На третьому етапі алгоритму здійснюється перевірка результатів оптимізації на дотримання обмеження по перевищенню величини приведених витрат і розміру прибутку, одержуваного автоперевізнником над ринковою вартістю аналогічної транспортної послуги. В рамках третього етапу також здійснюється перевірка можливостей підтримки автоперевізнником задовільного рівня конкурентоспроможності з аспекту забезпечення надійності транспортної системи. Дані ітерації представлені у вигляді двох послідовних блоків вибору.

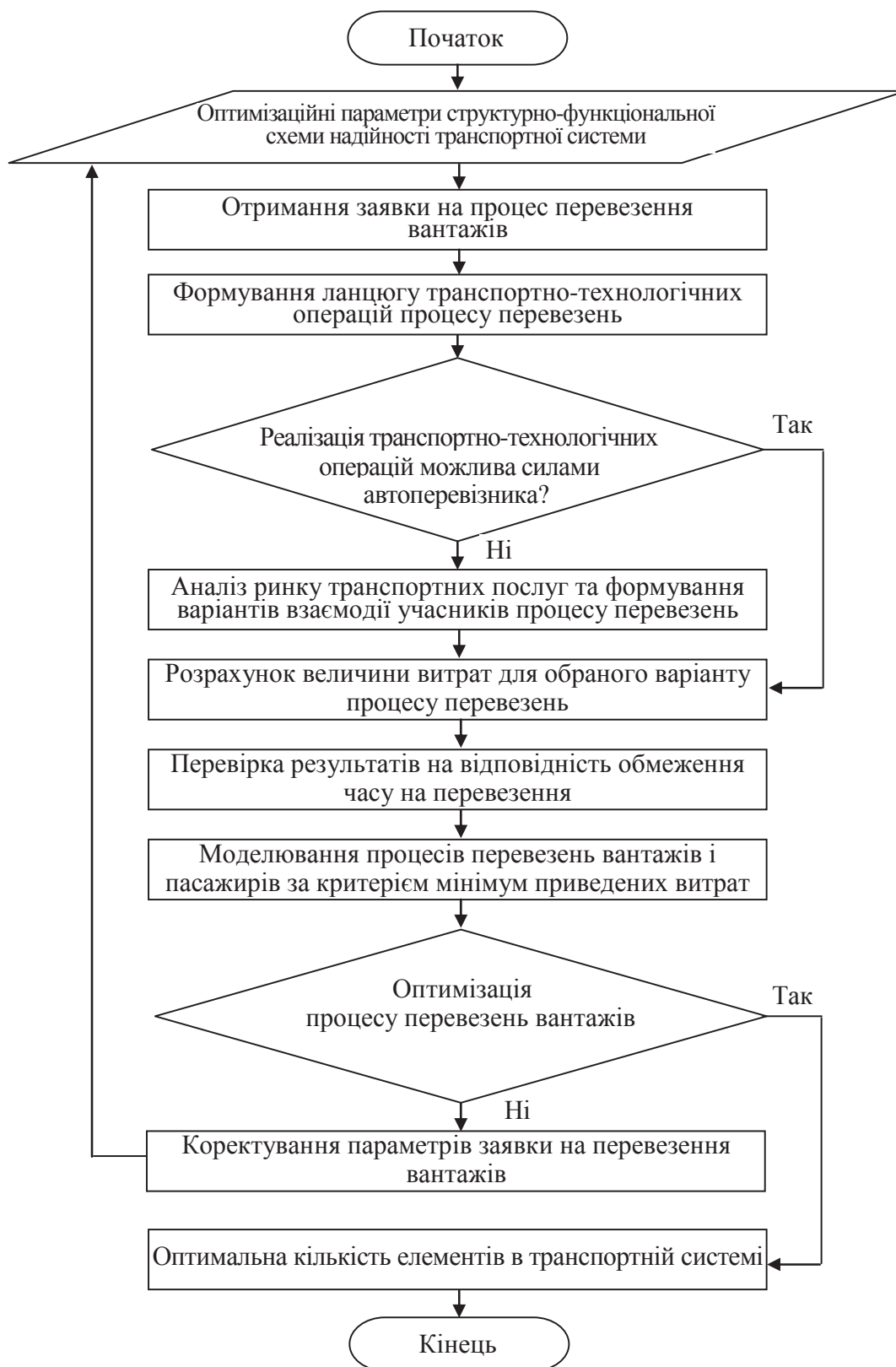


Рисунок 3 - Алгоритм оптимізації структурно-функціональної схеми транспортної системи
Джерело: розроблено авторами

Дотримання першого обмеження дозволяє перейти до перевірки рівня конкурентоспроможності автоперевізника. Зазначимо, що негативний результат

перевірки по першому і другому обмеженню, коли $Z_{np} + P < C_{риск}$, а також $P < \beta$ свідчить про необхідність коректування параметрів заявки на перевезення, що надійшла на адресу автоперевізника.

Здійснення цієї ітерації можливо лише з відома замовника, і вимагає повторного проходження етапів у вказаній послідовності. Задоволення результатів оптимізації всім умовам, що перевіряються, означає що завдання остаточно вирішене.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Виявлена необхідність взаємодії автомобільного транспорту з іншими видами транспорту у складному технологічному процесі перевезення зерна підприємством АПВ на експорт. Запропоновано різні варіанти реалізації структурно-функціональної схеми процесу перевезення зерна. Проаналізовані їх елементи як технологічні операції. Дана оцінка ймовірності безвідмовної роботи при реалізації технологічного перевезення зерна на експорт від кількості структурних елементів і варіанту структурно-функціональної схеми, що в подальшому буде використано при розробці економіко-математичної моделі оцінки показників надійності транспортних систем.

Список літератури

1. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гупка А.Б. Логістичний підхід в дослідженні процесів вантажних перевезень у фермерських господарствах агропромислового комплексу України. Київ: Вісник інж. академії України. 2016. С. 61-66.
2. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія / під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД". 2017. 370 с.
3. Сханова С.Э. Проблемы развития теории надежности цепей поставок. *Логистика: современные тенденции развития*: материалы IX Междунауч. науч.-практ. конф. 15, 16 апреля 2010 г. СПб.: СПбГИЭУ. 2010. С. 378-381.
4. Курганов В.М. Управление эффективностью и надежностью функционирования систем доставки. *Грузовое и пассажирское автомобильное хозяйство*. Москва. 2009. Вып. № 6. С. 8-13.
5. Сироткина А.В. Транспортный процесс как интегральный критерий оценки качества АТС в эксплуатации. *Автотранспортное предприятие*. 2009. Вып. №3. С. 51-58.
6. Бычков Д.В. Системный подход к организации транспортного обслуживания промышленного предприятия. *Вопросы современной науки и практики*. Университет им. В.И. Вернадского. 2010. Вып. 4-6. С. 218-224.
7. Некрасов А.Г., Миротин Л.Б., Меланич Е.В. Управление цепями поставок в транспортном комплексе. Москва: Гор. линия – Телеком. 2012. 262 с.
8. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення: навчальний посібник. Київ: Слово. 2010. 408 с.
9. Кириллова А.Г. Мультимодальные контейнерные и контрейлерные перевозки: монография. Москва: ВИНТИ РАН. 2011. 260 с.
10. Курганов В.М. Управление эффективностью и надежностью функционирования систем доставки. *Грузовое и пассажирское автомобильное хозяйство*. 2009. Вып. № 6. С. 8-13.

References

1. Aulin, V.V., Golub, D.V. & Gupka, A.B. (2016). *Logistichnij pidhid v doslidzhenni procesiv vantazhnih perevezen u fermerskih gospodarstvah agropromislovogo kompleksu Ukraini* [Logistic approach in the study of freight transport processes in farms of the agro-industrial complex of Ukraine]. Kyiv: Visnik inzh. akademiyi Ukraini [in Ukrainian].
2. Aulin, V.V., Golub, D.V., Grinkiv, A.V. & Lisenko, S.V. (2017). *Metodologichni i teoretichni osnovi zabezpechennya ta pidvishennya nadijnosti funkcionuvannya avtomobilnih transportnih system* [Methodological and theoretical bases of maintenance and increase of reliability of functioning of automobile transport systems]. V.V. Aulin (Ed.). Kropivnickij: Vidavnictvo TOV "KOD" [in Ukrainian].
3. Shanova, S.E. (2010). *Problemy razvitiya teorii nadezhnosti cepej postavok* [Problems of development of the theory of reliability of supply chains]. *Logistics: current development trends: IX Mezhdunam. nauch.-*

- prakt. konf. 15, 16 aprelya 2010 hoda – IX International Scientific and Practical Conference.* (pp. 378-381). SPb.: SPbGIEU [in Russian].
4. Kurganov, V.M. (2009). Upravlenie effektivnostyu i nadezhnostyu funkcionirovaniya sistem dostavok [Performance management and reliability of delivery systems]. *Gruzovoe i passazhirskoe avtomobilnoe hozyajstvo – Freight and passenger motor vehicles. Vol.6*, 8-13. [in Russian].
 5. Sirotkina A.V. (2009). Transportnyj process kak integralnyj kriterij ocenki kachestva ATS v ekspluatácii [Transport process as an integral criterion for assessing the quality of PBX in operation]. *Avtotransportnoe predpriyatie – Motor transport company, Vol.3*, 51-58 [in Russian].
 6. Bychkov, D.V. (2010). Sistemnyj podhod k organizácii transportnogo obsluzhivaniya promyshlennogo predpriyatiya [System approach to the organization of transport services of an industrial enterprise]. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki – Questions of modern science and practice, Vol. 4-6*, 218-224 [in Russian].
 7. Nekrasov, A.G., Mirotin, L.B. & Melanich, E.V. (2012). *Upravlenie cepyami postavok v transportnom komplekse [Supply Chain Management in the transport complex]*. Moskva: Gor. liniya – Telekom [in Russian].
 8. Bosnyak, M.G. (2010). *Vantazhni avtomobilni perevezennya [Freight traffic]*. Kyiv: Slovo [in Ukrainian].
 9. Kirillova, A.G. (2011). *Multimodalnye kontejnerye i kontrejlnye perezozki: monografiya [Multimodal container and piggyback transportation]*. Moskva: VINITI RAN [in Russian].
 10. Kurganov, V.M. (2009). Upravlenie effektivnostyu i nadezhnostyu funkcionirovaniya sistem dostavok [Performance management and reliability of delivery systems]. *Gruzovoe i passazhirskoe avtomobilnoe hozyajstvo – Freight and passenger car economy, Vol.6*, 8-13 [in Russian].

Viktor Aulin, Prof., DSc., **Dmytro Holub**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Denys Velykodniy**, PhD tech. sci., applicant, **Viktoria Dyachenko**, post-graduate

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

The Solution of the Problem of Reliability of Technological Processes of Cargo Transportation by Enterprises of Agroindustrial Production

The interaction of road transport with other modes of transport in the complex transport system of transportation of grain for export is revealed. Different variants of realization of structural-functional scheme of grain transportation process are constructed, their elements are analyzed in the form of technological operations. The estimation of the probability of failure-free operation from the number of structural elements of the structural-functional scheme of the reliability of the transport system is given. It is shown that the direct transport scheme of transportations is more reliable than the transport-warehouse scheme.

It was revealed that the presence of auxiliary or providing technological operations significantly increases the number of structural elements of the transport system reliability scheme. The condition of maintenance and increase of reliability typical for the transport system of transportation of cargoes and passengers is formulated and participation of participants of processes of transportations under conditions of outsourcing is clarified. Different combinations of participants of the transportation process are considered and the procedure for determining their number is developed.

It is shown that the structuring of the process of transportation of cargoes and passengers in the form of a sequence of interaction of its participants, and not as a sequence of technological operations, allows us to solve the problem of reducing the number of structural elements of the functional and structural scheme of the reliability of transport systems.

The analysis of the criteria for the selection of participants in the transport process and their grouping according to the timeliness of the provision of transportation orders, the attractiveness of commercial terms of interaction, the range of transport services, and the reliability of interaction with subcontractors are determined. The concept of criteria for establishing organizational relationships between the participants in the transportation process, which are ordered by contractual relations, is clarified.

The scheme of the relationship of the type of contractual relations with the level of reliability of transport systems is presented. It is shown that a reliable assessment of reliability involves detailing the process of transportation in sections, requiring the use of quantitative criteria. The algorithm of optimization of the structural-functional scheme of reliability of the transport system is constructed, in which the sequence of application of the approach of providing and increasing reliability by optimizing the number of structural elements is presented.

agroindustrial production, technological process, transportation, reliability, providing, structural element

Одержано (Received) 23.05.2019

Прорецензовано (Reviewed) 27.05.2019

Прийнято до друку (Approved) 04.06.2019