

УДК 656

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

**В.А. Войтов, д.т.н., проф., Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка, Н.Г. Бережна, аспірант,
О.В. Кутья, викл., Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Запропоновано новий підхід в оцінюванні надійності транспортного обслуговування, пов'язаний з імовірнісною й фізичною оцінкою стану системи. Розглянуті параметри дозволяють планувати транспортний процес і вчасно реагувати на зміни показників усіх ланок логістичного ланцюга.

Ключові слова: транспорт, надійність, транспортне обслуговування, логістична система, ефективність транспортного обслуговування, логістика.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**В.А. Войтов, д.т.н., проф., Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко,
Н.Г. Бережная, аспирант, О.В. Кутья, преп., Харьковский национальный
автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Предложен новый подход в оценке надежности транспортного обслуживания, связанный с вероятностной и физической оценкой состояния системы. Рассмотренные параметры позволяют планировать транспортный процесс и вовремя реагировать на изменения показателей всех звеньев логистической цепи.

Ключевые слова: транспорт, надежность, транспортное обслуживание, логистическая система, эффективность транспортного обслуживания, логистика.

CRITERIA FOR ESTIMATING RELIABILITY OF TRANSPORT SERVICE LOGISTIC SYSTEM

**V. Voytov, DSc., Prof., Kharkov National Technical University of Agriculture
named Petro Vasylenko, N. Berezchnaya, Postgraduate Student, O. Kutiy, Assist.,
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The article proposes a new approach to assessing the reliability of transport services associated with a probabilistic and physical assessment of the state of the system. The parameters considered allow us to plan the transport process and react in time to changes in the indices of all links in the logistics chain of transport services.

Key words: transport, reliability, transport service, logistics system, efficiency of transport service, logistics.

Вступ

Розвиток аграрного сектору країни, що має потужні земляні ресурси, є запорукою економічного зростання нашої держави. Засто-

сування передових новітніх технологій в сільськогосподарській галузі, які забезпечать вирішення основних проблем, пов'язаних із своєчасним вивезенням з полів врожаю, визначенням і облаштуванням місць зберіган-

ня, а також узгодженістю в роботі усіх учасників складного логістичного ланцюга, – є пріоритетним завданням спеціалістів з агрологістики.

Є безліч показників, які характеризують ефективність сільськогосподарського виробництва, починаючи від економічних, технологічних, технічних, експлуатаційних і закінчуючи трудовими, якісними тощо. Перевагу в цьому дослідженні віддаємо, на наш погляд, комплексному показнику, що характеризує ефективність транспортного обслуговування об'єктів сільськогосподарського виробництва, – надійності.

Взагалі основним завданням забезпечення надійності доставки вантажів є повне виключення або мінімізація втрат учасників транспортного процесу при доставці вантажів від вантажоутворюючого до вантажопоглинаючого пункту. Для замовників транспортних послуг висока надійність доставки вантажів означає узгодження робочих параметрів всіх учасників транспортного процесу [1–3] і відсутність затримок, а також втрат або пошкодження вантажу. З урахуванням того, що логістична система транспортного обслуговування складається з логістичних ланок – учасників процесу, необхідно забезпечити дотримання зазначених вище вимог для всіх учасників транспортного процесу.

Аналіз публікацій

У роботі [4] автори проводять моделювання логістичної системи вантажоперевезень, застосовуючи систему масового обслуговування, з метою розрахунку основних характеристик обслуговування, що впливають на ефективність логістичної системи.

Вплив вдосконалення транспортного обслуговування вантажовласників у транспортних вузлах (ТВ), за рахунок скорочення часу знаходження там вантажів, на зростання загального економічного ефекту системи, викладено в методиці авторів [5].

У цій роботі наголошується на економічній доцільності впровадження заходів, спрямованих на усунення затримок або зведення їх до повного мінімуму в обслуговуванні транспортних засобів у ТВ.

Автори дослідження [6] звернули увагу на стохастичність та сезонність робіт, що є характерною особливістю для аграрного виробництва. Дослідники зазначили, що процесу заготівлі цукрового буряку притаманний ймовірнісний характер і це необхідно врахувати у розробці методів розв'язання проблеми узгодженості в роботі бурякоприймального пункту і сільськогосподарського підприємства. Задача обґрунтування оптимальних параметрів конфігурації парку автомобілів і бурякоприймального пункту вирішувалась за рахунок критерію питомих зведених затрат коштів на транспортування та приймання цукрового буряку.

Питання надійності транспортних систем розглядалося Грязновим М.В. у роботі [7]. Він провів порівняльний аналіз надійності технічних і транспортних систем, виходячи з якого, на думку автора, надійністю транспортної системи є її властивість зберігати свою ефективність при гарантованому дотриманні параметрів транспортної роботи, встановлених замовником.

Аналіз теорії з удосконалення логістичного управління у транспортних вузлах, проведений авторами роботи [8], довів, що при моделюванні процесів обслуговування вантажовласників у транспортних вузлах необхідно враховувати велику кількість параметрів випадкової природи, які впливають на ефективність функціонування транспортно-логістичного комплексу, і це питання досі не вирішено.

Мета і постановка завдання

Метою роботи є розробка критерію оцінювання надійності логістичної системи транспортного обслуговування у процесі збирання цукрового буряку та вдосконалення основних показників транспортного процесу.

Методичний підхід у розробці критеріїв надійності логістичної системи транспортного обслуговування

Подамо логістичну систему вантажоперевезень у вигляді повнозв'язного графа станів [9], вузлами якого є всі учасники транспортно-логістичного комплексу (рис.1). Суцільними стрілками позначено рух матеріальних потоків W , т/год, а пунктирними – рух інформаційних потоків W , т/год.

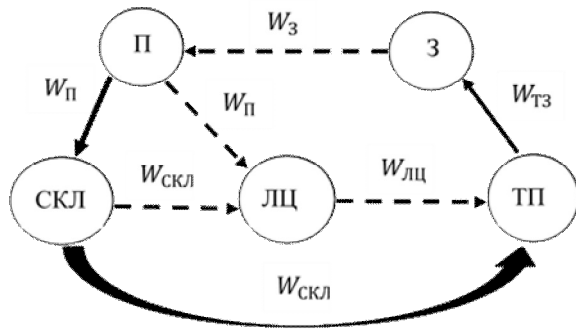


Рис. 1. Загальна схема багатоканальної системи масового обслуговування: П – виробник вантажу; СКЛ – склад; ЛЦ – логістичний центр; ТП – транспортне підприємство; З – завод з переробки вантажу (цукрового буряку); $W_{\text{П}}$ – продуктивність сільськогосподарського підприємства, т/год; $W_{\text{СКЛ}}$ – продуктивність складу, т/год; $W_{\text{ЛЦ}}$ – продуктивність логістичного центру у складі підприємства, т/год; $W_{\text{З}}$ – продуктивність заводу з переробки вантажу, т/год

Структуру логістичної системи переміщення вантажу від виробника (сільськогосподарське підприємство) до споживача (завод з переробки цукрового буряку), подамо у вигляді схеми (рис. 2).

Основним обмеженням при моделюванні та плануванні вантажних потоків цукрового буряку під час збирання врожаю є номінальна (проектна) продуктивність заводу з переробки цукрового буряку $W_{\text{З}}$, т/год, що висуває вимогу узгодження продуктивності всіх складових логістичних ланок з урахуванням ймовірностей затримки (відмов) в обслуговуванні в зазначених вище складових логістичної системи.

Застосувавши систему масового обслуговування (СМО), було отримано скореговані значення обсягів переробленого вантажу (цукрового буряку) [10], які виступають вхідними сигналами у блок динамічного моделювання [11].

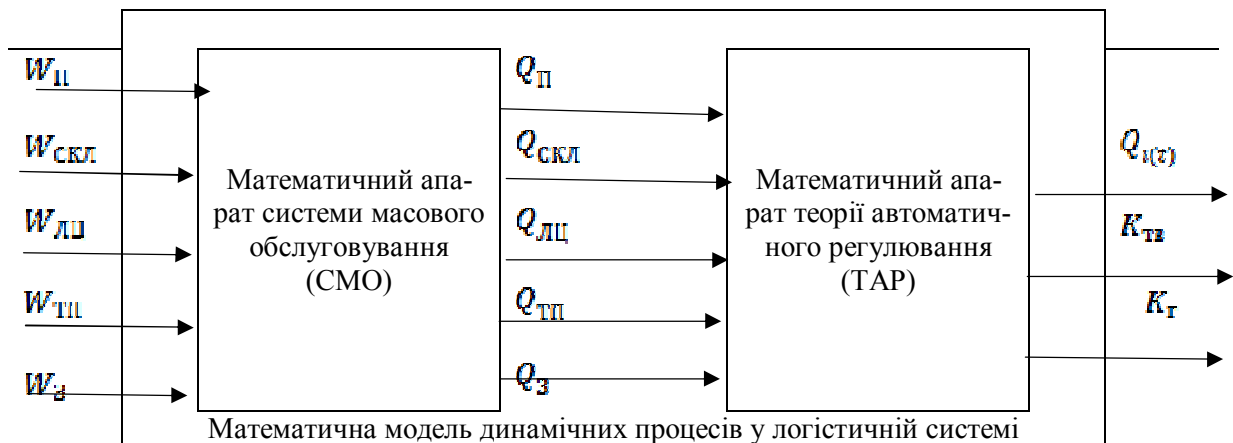


Рис. 2. Структура логістичної системи: $W_{\text{ТП}}$ – продуктивність транспортного підприємства, т/год; $Q_{\text{П}}$ – обсяг вантажу, вироблений сільськогосподарським підприємством, т; $Q_{\text{СКЛ}}$ – обсяг перевалки вантажу на складі, т; $Q_{\text{ЛЦ}}$ – обсяг переробки заявок на транспортне обслуговування в логістичному центрі, т; $Q_{\text{ТП}}$ – обсяг перевезення вантажу транспортним підприємством, т; $Q_{\text{З}}$ – обсяг переробки вантажу цукровим заводом, т; $Q_{i(t)}$ – скорегований обсяг переробленого вантажу на i -й ланці логістичної системи, т; $K_{\text{ТВ}}$ – коефіцієнт технічного використання логістичної системи; $K_{\text{Г}}$ – коефіцієнт готовності логістичної системи

Використавши основні положення теорії ідентифікації динамічних об'єктів [12], у роботі [11] отримано диференціальне рівняння, що характеризує динаміку перехідного процесу в логістичній системі

$$T^2 \frac{d^2 y_i}{dt^2} + 2dT \frac{dy_i}{dt} + y_i = K_1 T_2 \frac{dQ_i}{dt} + K_1, \quad (1)$$

де T – постійна часу, введена для спрощення розрахунків, що дорівнює $\sqrt{T_1 T_2}$, год; y_i – параметр функціонування логістичної системи, за яким буде виконуватися моделювання; T_1 – постійна часу, що характеризує інерційність системи, год; T_2 – постійна часу, що характеризує затримку в обробці потоку заявок, год; Q_i – прогнозований обсяг перевезень всіх складових логістичної сис-

теми, який визначається з урахуванням ймовірності відмови [10], t ; d – декременту загасання:

$$d = \frac{(T_1 + T_2 + K_1 K_2)}{2\sqrt{T_1 T_2}}, \quad (2)$$

де K_1 – коефіцієнт підсилення, який характеризує ступінь впливу вхідного потоку Q_i на вихідний y_i ; K_2 – коефіцієнт підсилення, який характеризує ступінь впливу вихідного сигналу y_i на вхідний Q_i ; t – час, год.

Розрахунок необхідних коефіцієнтів підсилення K_1 і K_2 та постійних часу T_1 і T_2 проводимо за формулами, наведеними в роботі [11]. Вони дозволяють врахувати велику кількість конструктивних і технологічних параметрів, які впливають на досліджуваній процес, що дасть можливість виконати моделювання перехідних процесів у всіх складових логістичної системи.

На сьогодні немає загальноприйнятого формулювання надійності транспортного процесу. ГОСТ Р 51006-96 «Послуги транспортні. Терміни та визначення» дає наступне визначення: «надійність транспортного обслуговування – це сукупність характеристик виконавця транспортних послуг, яка обумовить надання їх споживачам в заданих обсягах і якості протягом встановленого часу».

Це визначення характеризує надійність тільки перевізника, а решта учасників процесу перевезення вантажу – від вантажоутворюючого до вантажопоглинаючого пункту – не враховуються. Позитивним у цьому визначенні є те, що враховується обсяг вантажу, що перевозиться, і час, за який перевозиться вантаж.

ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення» вводить показники оцінки технічних систем. Узагальненими показниками є комплексні показники надійності: коефіцієнт готовності K_G і коефіцієнт технічного використання $K_{ТВ}$. За аналогією до визначень, поданих у ДСТУ 2860-94, сформулюємо визначення K_G і $K_{ТВ}$ для логістичних ланок і логістичної системи транспортного обслуговування в цілому.

Коефіцієнт готовності логістичної ланки (системи) K_G – це ймовірність того, що логістична система транспортного обслуговування із вхідними в неї логістичними ланками всіх складових процесу виявиться у працездатному стані в довільний момент часу.

Тобто K_G оцінює потенційну можливість технічного об'єкта, а в нашому випадку – логістичних ланок і логістичної системи. Це прогноз – «виконає» або «не виконає». Подані в роботі [10] розрахункові формули та результати моделювання ймовірності відмови учасників транспортно-логістичного комплексу $P_{відм}$ дозволяють оцінити ймовірність того, що логістичні ланки системи виявляться у працездатному стані в довільний момент часу, тобто

$$K_G = (1 - P_{відм,i}). \quad (3)$$

Коефіцієнт технічного використання логістичної ланки (системи) $K_{ТВ}$ – це відношення математичного очікування сумарного часу виконання транспортного обслуговування в логістичній ланці (системі) за деякий проміжок часу до математичного очікування сумарного часу виконання транспортного обслуговування і затримок (простой) при виконанні транспортного обслуговування за той же період часу.

$K_{ТВ}$ враховує динаміку процесу, тобто розвиток у часі, з усіма затримками протягом розвитку процесу, і час, необхідний для усунення затримок.

З наведених визначень можна сформулювати істотну відмінність між двома комплексними критеріями надійності. K_G – це потенційна можливість системи, яка оцінюється константою і має фізичний зміст: «виконає» або «не виконає». $K_{ТВ}$ – це результат виконання, який можна оцінити сумарним часом на виконання. Для логістичної i -ї ланки

$$K_{ТВ,i} = \frac{t_i}{t_i + t_{затр,i}}, \quad (4)$$

де t_i – час виконання транспортного обслуговування в i -й логістичній ланці, год; $t_{затр,i}$ – час затримок і усунення затримок у i -й логістичній ланці, год.

Для логістичної системи

$$K_{ТВ,i} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{затр,i}}, \quad (5)$$

де n – кількість логістичних ланок у логістичній системі; $\sum_{i=1}^n t_i$ – сумарний час виконання транспортного обслуговування у логістичній системі, год; $\sum_{i=1}^n t_{затр,i}$ – сумарний час затримок і усунення затримок в логістичній системі транспортного обслуговування, год.

Фізичний зміст $K_{ТВ,i}$ і $K_{ТВ}$ можна отримати на підставі виконаного транспортного обслуговування за результатами зібраного статистичного матеріалу. Однак у процесі розробки оперативних планів обслуговування на запланований період, або добових планів транспортного обслуговування, необхідно мати прогнозні значення коефіцієнта технічного використання, за результатами яких розробляти заходи щодо їх підвищення.

Для отримання такого прогнозу використовуємо розроблену математичну модель, подану в роботі [11].

Залежності зміни коефіцієнта готовності логістичних ланок системи транспортного обслуговування від зміни переробленого обсягу вантажу в кожній з логістичних ланок Q_i до обсягу вантажу, який може переробити завод Q_3 , подані на рис. 3.

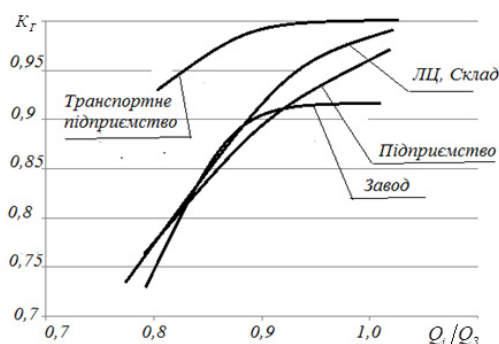


Рис. 3. Залежності зміни коефіцієнта готовності логістичних ланок від співвідношення обсягів вантажу вантажоутворюючих і вантажопоглинаючих пунктів

Отримані залежності не залежать від фактора часу, а відтак не відображають динаміки процесу переробки і транспортування вантажу. Проведене моделювання дозволяє прогнозувати потенційну можливість логістичних ланок до переробки або перевезення вантажів і розробляти заходи щодо підвищення коефіцієнта готовності.

Результати моделювання зміни постійних часу T_1 і T_2 , для всіх логістичних ланок системи залежно від зміни співвідношення обсягу переробленого вантажу в кожній з логістичних ланок Q_i до обсягу вантажу, який може переробити завод Q_3 , подані на рис. 4 і 5.

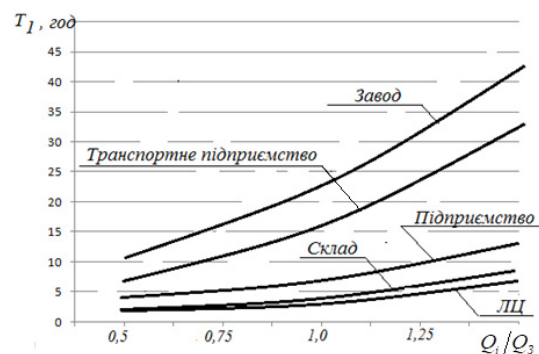


Рис. 4. Залежності зміни постійних часу T_1 , що характеризують інерційність, від співвідношення обсягів вантажу вантажоутворюючих і вантажопоглинаючих пунктів

На підставі отриманих залежностей можна дати фізичне пояснення інерційності логістичних ланок і логістичної системи в цілому. Це здатність виконувати завдання з перевалки і транспортування вантажів від вантажоутворюючих до вантажопоглинаючих пунктів і не реагувати на різного роду невдоволення, пов'язані із затримками.

На підставі проведеного аналізу залежностей, поданих на рис. 4, можна запропонувати захід щодо збільшення T_1 , тобто інерційності (стійкості до затримок) логістичних ланок. До таких заходів належать:

- створення буфера у вантажопоглинаючих пунктах із запасом вантажу;
- створення резерву транспортних засобів;
- збільшення кількості комбайнів у вантажоутворюючому пункті;

- збільшення кількості навантажувачів на складі;
- збільшення робочих місць обробки інформації в логістичному центрі.

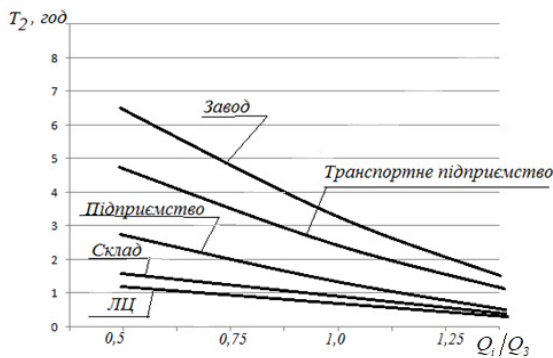


Рис. 5. Залежності зміни постійних часу T_2 , що характеризують затримки, від співвідношення обсягів вантажу вантажоутворюючих і вантажопоглинаючих пунктів

Як випливає з рис. 5, постійні часу T_2 , які характеризують затримки в логістичних ланках, зі збільшенням співвідношення Q_i/Q_3 зменшуються. Фізичний зміст T_2 – це здатність логістичних ланок самонавчатися і в короткі терміни усувати затримки в роботі. Мінімальні затримки притаманні логістичному центру і складу, а максимальні – транспортному підприємству і заводу. Це пояснюється специфікою роботи вказаних логістичних ланок, тобто часом, який необхідно витратити на усунення відмови і запуск ланок у роботу.

Основними заходами, які можуть знижувати значення T_2 , є аналогічні запропонованим вище, проте основну увагу необхідно приділяти каналам проходження й обробки інформації в логістичному центрі та навантаженню транспортних засобів на складі.

Якщо у формулі (4) замінити значення t_i на $T_{1,i}$, а значення $t_{затр,i}$ – на $T_{2,i}$, можна виконати моделювання зміни коефіцієнта технічного використання логістичних ланок залежно від зміни їх інерційності T_1 і затримок в ланках T_2 .

$$K_{ТВ,i} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{1,i}}{\sum_{i=1}^n T_{1,i} + \sum_{i=1}^n T_{2,i}}, \quad (6)$$

де n – кількість ланок у логістичній системі, що розглядається.

Результати моделювання подані на рис. 6 і 7.

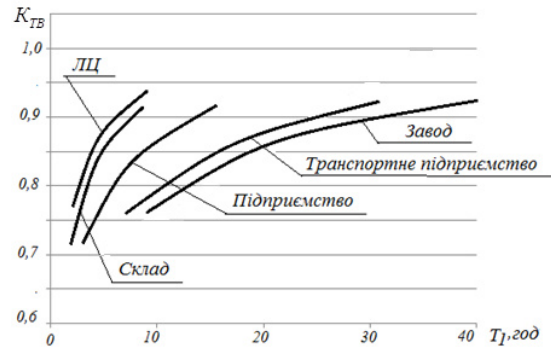


Рис. 6. Залежності зміни коефіцієнта технічного використання логістичних ланок від зміни інерційності T_1

Аналіз ступеня впливу інерційності логістичних ланок T_1 на величину коефіцієнта технічного використання $K_{ТВ}$ логістичної системи дозволяє зробити висновок, що чим більше інерційність, тим вище значення $K_{ТВ}$. Найбільш чутливі до зміни T_1 – логістичні ланки логістичного центру і складу. Менша чутливість притаманна транспортному підприємству і заводу. Отримані залежності дозволяють зробити висновок, що для підвищення надійності логістичних ланок необхідно прагнути до збільшення постійних часу T_1 , тобто інерційності логістичних ланок.

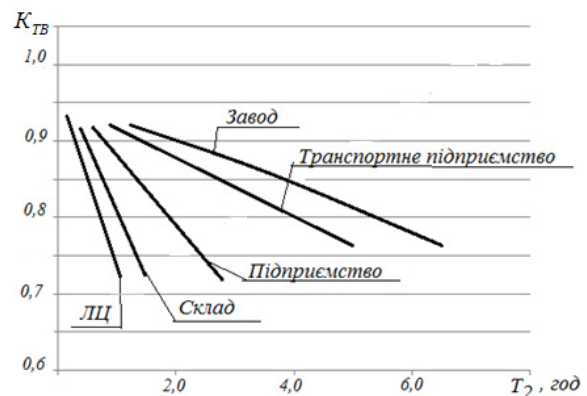


Рис. 7. Залежності зміни коефіцієнта технічного використання логістичних ланок від зміни затримок T_2

Аналіз ступеня впливу затримок у логістичних ланках T_2 на величину $K_{ТВ}$ доводить, що незначне збільшення T_2 призводить до швидкого зниження надійності. Найбільш чутливі до затримок – логістичний центр і

склад, а менш чутливі – транспортне підприємство і завод. Отримані залежності дозволяють зробити висновок, що для підвищення надійності логістичних ланок необхідно прагнути до зниження T_2 , тобто різного роду затримок.

Обговорення результатів дослідження надійності логістичної системи

Отримані результати моделювання впливу різних чинників на надійність логістичних ланок, що входять у систему, дозволяють сформулювати такі напрями.

1. Підвищення інерційності логістичних ланок, яку можна виміряти постійною величиною часу T_1 , год. Дана величина визначає час перебування логістичної ланки в робочому стані, а отже, і стійкість у роботі.

2. Зниження затримок у логістичних ланках, які можна виміряти постійною часу T_2 , год. Дана величина визначає час відновлення робочого стану логістичної ланки, а отже, і самонавчання.

Таким чином, моделювання вантажопотоків із застосуванням імовірнісних та одночасно динамічних моделей дозволяє отримати тимчасові параметри транспортного процесу в логістичній системі й узгодити з технологічним циклом вантажоутворюючого підприємства. Результати моделювання дозволять:

- виконувати оперативне планування транспортного процесу в логістичних ланцюгах;
- проводити оцінку виконання оперативного плану вантажоперевезень за минулу добу;
- аналізувати причини і обставини невиконання плану перевезень, зупинки роботи вантажопоглинаючого пункту;
- аналізувати і розробляти варіанти підвищення надійності функціонування логістичних ланок і логістичної системи в цілому;
- аналізувати і розробляти шляхи зниження витрат на транспортний процес у логістичній системі.

Висновки

Наведено визначення надійності логістичної системи транспортного обслуговування – це комплексний показник, який, з одного боку, характеризує ймовірність того, що логістична система з усіма учасниками ланцюга, які входять до її складу, виявиться в робочому

стані в будь-який момент часу; з іншого – враховує співвідношення часу, що припадає на транспортне обслуговування логістичної системи, до сумарного часу виконання цього обслуговування і затримок (простоїв), пов'язаних із цим процесом, за цей же період. Цей показник, який є безрозмірною величиною, дозволяє виконати ранжування логістичних систем та відбір більш надійних.

Розроблено критерії K_T і K_{TB} , до складу яких входять постійні часу T_1 і T_2 , що характеризують інерційність системи і затримку у виконанні транспортно-логістичного обслуговування, а також ймовірність того, що система зможе працювати в заданих умовах. Прагнення критерію до максимуму дозволяє обрати логістичні ланки, які забезпечать максимальну надійність транспортного процесу.

Результати виконаного моделювання зміни коефіцієнтів готовності й технічного використання дозволяють обрати оптимальні логістичні ланцюги при плануванні доставки сільськогосподарських вантажів у конкретних умовах.

Література

1. Музылев Д.А. Определение рациональной структуры уборочно-транспортного комплекса / Д.А. Музылев, Н.Г. Бережная // Научное обозрение. – 2015. – № 24. – С. 461–469.
2. Музылев Д. Критерий выбора рациональной технологии доставки сельскохозяйственных грузов / Д. Музылев, Н. Карнаух, Н. Бережная, О. Кутья // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2015. – Vol. 17, Issue 7. – P. 67–73.
3. Музылев Д.А. Порядок формирования комбинаций исходных данных для определения размеров уборочно-транспортного комплекса / Д.А. Музылев, А.Г. Кравцов, Н.Г. Бережная, О.И. Усков // Вестник ХНТУСХ. – 2015. – Вып. 160, Т. 1. – С. 273–279.
4. Попов А.В. Вероятностное моделирование логистической системы грузоперевозок / А.В. Попов, Е.Р. Обрезанова, Е.Ю. Синебрюхова // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – №1(53). – С. 144–151.

5. Нагорний Є.В. Оцінка економічної ефективності вдосконалення системи транспортного обслуговування вантажовласників у транспортних вузлах / Є.В. Нагорний, Т.В. Столяр // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 23. – С. 34–34.
6. Сидорчук О.В. Характеристики проектного середовища в системі централізованого зв'язу цукрових буряків / О.В. Сидорчук, В.М. Боярчук, Р.Є. Кригуль // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – №1/2 (43). – С. 43–45.
7. Грязнов М.В. Подходы к надежности транспортных систем / М.В. Грязнов // Мир транспорта. – 2010. – №2. – С. 14–19.
8. Нагорний Є.В. Аналіз теоретичних підходів до вдосконалення логістичного управління в транспортних вузлах / Є.В. Нагорний, В.С. Наумов, Т.О. Омельченко, Я.В. Літвінова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Вып. 4/4 64. – С. 61–64.
9. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио. – 1972. – 552 с.
10. Бережна Н.Г. Математична модель імовірнісного моделювання процесів транспортного обслуговування збирання цукрового буряку / Н.Г. Бережна // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів: наук. журнал Харк. нац. техніч. ун-ту сільського господарства ім. Петра Василенка. – 2016. – Вип. 6. – С. 34–44.
11. Бережна Н.Г. Моделювання динамічних процесів в логістичних системах вантажоперевезень / Н.Г. Бережна // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів: наук. журнал Харк. нац. техніч. ун-ту сільського господарства ім. Петра Василенка – 2017. – Вип. 7. – С. 64–76.
12. Эйкофф П. Основы идентификации систем управления / П. Эйкофф // Оценивание параметров и состояния. – М.: Мир, 1975. – 684 с.
- [Scientific Review], 2015, vol. 24, pp. 461–469.
2. Muzylev D., Karnaux N., Berezhnaya N., Kutya O. *Kriterij vybora racionalnoj tehnologii dostavki selskoxozyajstvennyx грузов* [The criteria of choice of a rational technology of delivery the agricultural goods]. Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture, 2015, vol. 17, issue 7, pp. 67–73.
3. Muzylev D.A., Kravcov A.G., Berezhnaya N.G., Uskov O.I. *Poryadok formirovaniya kombinacij isходnyx dannyx dlya opredeleniya razmerov uborochno-transportnogo kompleksa* [Order of forming of combinations of source data for determining size the harvest-transport complex]. Herald. NTUOFA, 2015, vol. 160, T. 1, pp. 273–279.
4. Popov A.V., Obrezanova E.R., Sinebryukhova E.Yu. *Veroyatnostnoe modelirovanie logisticheskoy sistemy gruzoperevozok* [Probabilistic design of cargo transportation logistic system]. *Radioelektronni i komp'yuterni sistemi* [Radio electronic and computer systems], 2012, vol. 1 (53), pp. 144–151.
5. Nagornij Є.V., Stolyar T.V. *Ocinka ekonomichnoi efektyvnosti vdoskonalennya sistemi transportnogo obslugovuvannya vantazho-vlasnikov u transportnix vuzlax* [Estimation of cost-effectiveness of the improvement of the system of transport services of cargo owners in transport nodes]. *Avtomobilnyj transport* [Road transport], 2008, vol. 23, pp. 34–34.
6. Sidorchuk O.V., Boyarchuk V.M., Krigul R.E. *Kharakteristiki proektnogo sredovishha v sistemi centralizovanogo zvezennya cukrovix buryakiv* [Characteristics of the design environment in centralized system of supply the sugar beet]. East European Magazine of Advanced Technology, 2010. vol. 1/2 (43), pp. 43–45.
7. Gryaznov M.V. *Podxody k nadezhnosti transportnyx sistem* [Approaches to the reliability of transport systems]. Mir transporta [The world of transport]. 2010, vol. 2, pp. 14–19.
8. Nagornij E.V., Naumov V.S., Omelchenko T.O., Litvinova Ya.V. *Analiz teoretichnix pidxodiv do vdoskonalennya logistichnogo upravlinnya v transportnix vuzlax* [Analysis of theoretical approaches to improvement of logistic management in

References

1. Muzylev D. A., Berezhnaya N. G. *Opreделение racionalnoj struktury uborochno-transportnogo kompleksa* [Determining the rational structure of the harvesting and transport complex]. nauchnoe obozrenie

- transport nodes]. *Vostochno-evropejskij zhurnal peredovyx tekhnologij* [East European Magazine of Advanced Technology], 2013, vol. 4/4 64, pp. 61–64.
9. Ventcel E.S. *Issledovanie operacij* [Investigation of Operations]. Moscow, Sovetskoe radio Publ. 552, 1972.
 10. Berezhna N.G. *Matematichna model imovirnisnogo modelyuvannya procesiv transportnogo obslugovuvannya zbirannya cukrovogo buryaku* [Mathematical model of probabilistic modeling processes of transportation services for the harvesting of sugar beet]. *Texnichnij servis agropromislovogo, lisovogo ta transportnogo kompleksiv* [Technical service of agriculture, forestry and transport systems], 2016, vol. 6, pp. 34–44.
 11. Berezhna N.G. *Modelyuvannya dinamichnix procesiv v logistichnix sistemax vantazhoperevezen* [Modeling of dynamic processes in logistics systems transportation of freights]. *Texnichnij servis agropromislovogo, lisovogo ta transportnogo kompleksiv* [Technical service of agriculture, forestry and transport systems], 2017, vol. 7, pp. 64–76.
 12. Ejkofov P. *Osnovy identifikacii sistem upravleniya* [Basics of Identification of Management Systems]. Moscow, Mir Publ., 1975. pp. 684.
- Рецензент: С.В. Нагорний, професор, д.т.н., ХНАДУ.
-
-