

УДК 629.7.017.1

## ЕФЕКТИВНІСТЬ, ЯКІСТЬ ТА НАДІЙНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЙ ОПЕРАЦІЙ В ТРАНСПОРТНО-ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ

**В. В. АУЛІН**, д.т.н., проф.,  
**А. В. ГРИНЬКІВ**, к.т.н., с.н.с.,  
**С. В. ЛИСЕНКО**, к.т.н., доц.,  
**Д. В. ГОЛУБ**, к.т.н., доц.,  
**О. М. ЛІВІЦЬКИЙ**, здоб.,  
**В. О. ДЬЯЧЕНКО**, асп.

Центральноукраїнський національний технічний університет  
E-mail: aulinvv@gmail.com

Ефективність складної транспортно-виробничої системи (ТВС) є властивістю отримувати результат  $Y$  її функціонування, з урахуванням умов застосування і способів використання активних засобів управління. *Під* ефективністю реалізації операцій в ТВС будемо *розуміти як міру*:

– досяжності потенційного результату при ідеальній стратегії і в ідеальних умовах застосування;

– відмінності між реальним  $Y$  і бажаним  $Y_{np}$  результатами.

Дослідження і реалізація операцій в ТВС проводиться завжди з точки зору інтересів одного розпорядника (основного суб'єкта ТВС), якого називають особою, що приймає рішення (ОПР). Метою дослідження ефективності реалізації операцій може бути розробка рекомендацій ОПР для раціонального вибору стратегій, що забезпечують успішний результат від реалізації операцій. При цьому управління процесом є формування раціональної, або розумно обґрунтованої поведінки ТВС в реалізації операцій. Набір альтернативних способів використання активних засобів в системі складає множину припустимих стратегій  $U$ .

У свою чергу, результуючі чинники залежать від вибраної стратегії ТВС. Результат реалізації операцій також залежатиме від стратегії транспортної системи:

$$Y(u) = Y(q(u), C(u), T(u)), \quad (1)$$

де  $u$  – одинична стратегія із множини можливих  $U$  стратегій;  $q(u)$  – функція корисного ефекту;  $C(u)$  – функція транспортно-виробничих ресурсів;  $T(u)$  – функція термінів прийняття рішень.

Основна мета управління ТВС полягає в тому, щоб забезпечити максимальну ефективність використання активних засобів в операціях при вирішенні поставлених завдань. Вибір стратегії  $u$ , з множини припустимих стратегій  $U$ , є основним етапом ухвалення рішень в ТВС. Процес підготовки і ухвалення рішень ОПР, організація їх виконання і контроль складають сутність управління операцією в даній ТВС.

Спостереження за реалізацією операцій в ТВС можуть бути спрямовані:

- на досягнення цілей функціонування;
- на виявлення зовнішніх несприятливих умов;
- на виявлення внутрішніх несприятливих умов.

Для вибору раціонального шляху досягнення мети ТВС необхідно мати спосіб вимірювання ефективності операцій.

При цьому показники ефективності – це кількісні характеристики властивостей ефективності складної ТВС. Показник ефективності вимірює міру відповідності реального результату операції бажаному. Показники ефективності складної ТВС можуть вимірюватися в тих же величинах, що і показники якості або бути безрозмірними.

При використанні однакової розмірності показників якості і ефективності відмінність між ними буде лише в значенні цих показників. Значення показників ефективності можуть бути менші або дорівнюватиме значенням показників якості, оскільки показники ефективності, враховують умови застосування і способи використання активних засобів складної ТВС. У цьому сенсі в завданнях дослідження операцій ТВС відбувається пошук кращої стратегії, а показники якості можна розглядати як максимально можливі значення показників ефективності в реальних умовах функціонування, тобто як потенційно досяжні показники ефективності складної ТВС в ідеальних умовах і при ідеальній стратегії застосування активних засобів операції.

Потенційна ефективність реалізації операцій характеризуються гранично вигідним обміном і визначається як ефективність операції при ідеальному способі використання активних засобів, при тобто виборі кращої стратегії. Отже, потенційна ефективність операцій залежитиме лише від якості активних засобів. Тому, коли йде мова про ефективність транспортно-виробничої системи, яка використовується як активний засіб в ряді операціях, то мають на увазі потенційну ефективність операцій. Безрозмірні показники ефективності, як правило, відображають міру відповідності реального результату операцій необхідному або потенційно можливому результату для заданих стратегій і умов.

Існує інший підхід до визначення якості і ефективності, згідно з яким вимоги, що пред'являються до ТВС, умовно можна розділити на дві групи:

- вимоги (обмеження), що визначають придатність ТВС до виконання свого цільового призначення;
- вимоги, що визначають виконання ТВС заданих функцій з максимальним ефектом з обмеженнями за витратами ресурсів на досягнення цього ефекту.

Вимоги першої групи, як правило, повинні задаватися у формі обмежень, а вимоги другої групи – у формі екстремуму (мінімуму або максимуму) показника, що характеризує ці вимоги. Вимоги першої групи, як правило, відносять до категорії якості, а вимоги другої групи – до категорії ефективності ТВС.

Поділ показників ефективності, що характеризують роботу ТВС за цільовим призначенням, на показники якості і ефективності, є умовним і

залежить від вирішуваної проблеми та завдань. В якості показників ефективності можна вибрати будь-який з приведених показників якості, якщо метою є покращення цих показників. Часто ставиться завдання побудувати ТВС з підвищеною продуктивністю. Тоді замість показника якості "продуктивність" слід розглядати показник ефективності з тією ж назвою – "продуктивність".

На основі показників ефективності формується певне правило вибору раціонального способу використання активних засобів в операціях (стратегіях). В якості такого правила використовується критерій ефективності.

При дослідженні ефективності операцій використовують методологічні підходи, засновані на експериментальних дослідженнях і методах моделювання. Експериментальний підхід дослідження ефективності великомасштабних операцій обмежений, тому основною дослідницькою концепцією аналізу ефективності операцій в ТВС є моделювання. Експеримент з самою ТВС замінюється експериментом з її моделлю. Операція  $S_0$ , що реалізовується ТВС імітується у рамках "модель-система".

При моделюванні систем, рівень складності яких не занадто високий, часто вдається вивести математичну залежність показника ефективності від керованих змінних, тобто побудувати модель у формі достатньо простої функції з системою обмежень у вигляді рівності або нерівностей. При цьому завдання вибору раціональної стратегії поведінки ТВС можливо звести до одного з класів завдань математичного програмування. Вибір кращої стратегії в цьому випадку зазвичай зводиться до вирішення оптимізаційного завдання за одним з методів математичного програмування. Основною формою вивчення складних ТВС, використовуваних у великомасштабних операціях, є імітаційне дослідження, у основі якого лежить імітаційне моделювання.

Відомо, що у ТВС проблема ефективності тісно пов'язана з проблемою надійності транспортно-виробничих засобів. Зростання складності ТВС призводить до зниження їх надійності, а, отже, до зменшення їх ефективності. Ненадійна система не може бути ефективним засобом досягнення поставленої мети.

Аналіз ефективності реалізації операцій дозволяє підійти до визначення вимог до параметрів надійності ТВС, що використовують активні засоби в операціях. Це один з важливих аспектів зв'язку проблем надійності і ефективності. Зниження надійності ТВС приводить до зменшення вихідного ефекту. Для встановлення показників надійності транспортно-виробничих систем необхідно побудувати залежність їх вихідного ефекту від надійності.

Мінімальне значення показника надійності транспортної системи знаходять з умови допустимого рівня втрати вихідного ефекту :

$$\Delta E = E_0 - E_{don}(P), \quad (2)$$

де  $E_0$  – вихідний ефект при абсолютній надійності ТВС;  $E_{don}(P)$  – допустимий вихідний ефект.

Оптимальне значення показника надійності ТВС залежить від її специфіки.

Іншим аспектом зв'язку цих проблем є визначення раціональних методів та способів використання наявних засобів для підвищення надійності ТВС. Недостатня надійність ТВС є проблемою, для вирішення якої висувуються альтернативні цілі:

- відмова від створення ТВС або заміна її новою, вдосконаленою;
- підвищення надійності існуючої системи до необхідного рівня;
- поліпшення умов функціонування існуючої системи і т.д.

Після цього здійснюється вибір однієї з цих цілей і організовується реалізація операцій для досягнення вибраної мети. Ефективність операцій може бути оцінена ймовірністю безвідмовної роботи системи впродовж заданого часу, якщо в якості мети операції вибрано підвищення її надійності. У такому випадку показник надійності виступає показником ефективності реалізації операції по підвищенню надійності існуючої або удосконаленої транспортно-виробничої системи.

### **Список використаних джерел**

1. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем : монографія / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко. - Кропивницький : ТОВ "КОД", 2017. - 369 с.
2. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.]; під заг. ред. В. В. Ауліна. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. – 428с.
3. Аулін В.В., Біліченко В.В., Голуб Д.В., Великодний Д.О. Дослідження шляхів і сукупності факторів забезпечення належного рівня ефективності і надійності транспортних систем. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали X міжнародної науково-практичної конференції, 23-25 жовтня 2017 р. Вінниця: ВНТУ, 2017. С.21-24.
4. Аулін В.В., Голуб Д.В. Забезпечення ефективності функціонування транспортних систем шляхом підвищення надійності структурнофункціональних резервних схем процесу доставки. Наука – виробництву 2019: зб. мат доповідей учасників І наукової конф. Кропивницький: ЦНТУ, 2019. С. 17-20.
5. Аулін В.В., Голуб Д.В. Забезпечення надійності системи транспортного обслуговування АПК в ринкових умовах функціонування Матеріали X Міжнар. наук.-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації с.-г. техніки. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – С.167-168.
6. Аулін В.В., Голуб Д.В. Методи оцінки і аналізу надійності складних транспортних систем та технологічних процесів в них Збірник тез доповідей XIV Міжнародної наукової конференції "Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2018" (19-22 травня 2018 року) / НУБіП. Київ. 2018. С.47-51.
7. Аулін В.В., Голуб Д.В. Методичні аспекти кількісної, якісної та часової

оцінки параметрів надійності функціонування транспортних систем. Вісник Житомирського державного технологічного університету Серія: Технічні науки. 2018. № 2 (82). С.3-10.

8. Аулін В.В., Голуб Д.В. Можливі методи вирішення проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування транспортних систем, підсистем та їх елементів Підвищення надійності машин і обладнання: зб. мат. доповідей XII Всеукраїнської науковопрактичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців. Кропивницький: ЦНТУ, 2018. С. 161-164.

9. Аулін В.В., Голуб Д.В. Надійність функціонування транспортної системи як чинник підвищення ефективності економіки країни. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали VIII міжн. наук.-практ. конф. 19-21 жовтня 2015 р. Вінниця: ВНТУ, 2015. С. 13-16.

10. Аулін В.В., Голуб Д.В. Надійність як найвагоміша складова оцінки якості роботи транспортної системи Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С.154-155.

11. Аулін В.В., Голуб Д.В. Реалізація фізико-інформаційного підходу дослідження проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування транспортних систем Вестник ХНАДУ, вып. 81, 2018. С.21-28.

12. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В., Замуренко А.С. Використання логіко-ймовірнісних методів булевої алгебри для оцінки надійності автомобільних транспортних систем Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація". – Харків: ХНТУСГ, 2020. – С.29-30.

13. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Методологічне обґрунтування дослідження та розв'язання проблеми надійності функціонування транспортних систем. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. №10. С. 29-36.

14. Аулін В.В., Голуб Д.В., Дьяченко В.О. Підхід до забезпечення надійності транспортних засобів та системи агропромислового виробництва шляхом оптимізації парку рухомого складу Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – С. 15-17.

15. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В., Дьяченко В.О., Замуренко А.С. Теоретичний підхід до оцінки ймовірностей безвідмовної роботи транспортних та виробничих систем і ланцюгів постачань на основі їх логічних структурних схем надійності. Центральнотернопільський науковий вісник. Технічні науки. 2020. Вип. 3(34). С.290-304.