

Бантюков С.Є., доцент
Бантюкова С.О., доцент
 Український державний університет
 залізничного транспорту

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАТОРОМ ДІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Забезпечення безпеки є найважливішою і водночас найскладнішою складовою процесу залізничних перевезень. Велика кількість людей, об'єктів техніки, зовнішнє середовище та зовнішні випадкові впливи – «обурення», що беруть участь у процесі перевезень, не тільки реалізують процес перевезень, а й впливають на нього в різних напрямках, чим створюють умови, за яких за тими або іншими причинами виникає можливість порушення безпеки перевезень.

Залізниця, що включає всі три види елементів плюс зовнішні випадкові «обурення», уявляє систему «людина-техніка-середовище-обурення».

Як вказувалося вище, на надійність системи «людина-техніка-середовище-збурювання» впливають чотири фактори: надійність людини-оператора (імовірність, що оператор системи не допустить помилок), надійність техніки (імовірність безвідмовної роботи техніки), несприятливі впливи зовнішнього середовища та зовнішні заздалегідь не передбачені впливи. Складова «людина-оператор» має більшу вагу, оскільки за статистикою найбільша кількість аварій відбувається з вини людини. Дослідження показують, що при одноразовому резервуванні технічних пристроїв кваліфікованим оператором надійність системи виявляється вище, ніж при використанні чотириразового технічного резервування [1].

З іншого боку, відсутність в оператора належної підготовки може звести до нуля навіть найвищий рівень надійності технічних пристроїв. Ця обставина, а також складна структура систем і комплексів, небезпека виконуваних дій, втрата працездатності оператора вимагають періодичного контролю готовності операторів до виконання поставлених задач. Для об'єктивної оцінки поточного стану готовності операторів до виконання дій технологічних процесів, попередження виникнення аварій і позаштатних ситуацій внаслідок невірних або несвочасних дій людини необхідні способи та засоби оцінки надійності роботи оператора.

Відомо, що надійність оператора в роботі характеризується такими показниками як безпомилковість, своєчасність, готовність та відновлюваність. А отже, для розрахунку надійності

виконання оператором дії технологічного процесу треба використовувати ці чотири показники.

Виявляється, якщо проводити тестування оператора перед початком роботи, то підвищується надійність виконання оператором дії технологічного процесу [2].

Так, надійність виконання оператором дії технологічного процесу у заданий час τ P^{real} за даними його реальної роботи може бути визначена в такий спосіб

$$P^{real} = \sqrt{\frac{P_{bn}^{real^2} + P_{sc}^{real^2} + P_{zm}^{real^2} + P_{vid}^{real^2}}{4}},$$

де P_{bn}^{real} – імовірність безпомилкового виконання оператором дії технологічного процесу;

P_{sc}^{real} – імовірність своєчасного виконання оператором дії технологічного процесу;

P_{zm}^{real} – імовірність включення оператора в роботу в будь-який момент часу;

P_{vid}^{real} – імовірність виправлення помилки оператором.

Надійність виконання оператором дії за даними, отриманим при тестуванні

$$P^{mcm} = \sqrt{\frac{P_{bn}^{mcm^2} + P_{sc}^{mcm^2} + P_{zm}^{mcm^2} + P_{vid}^{mcm^2}}{4}},$$

де P_{bn}^{mcm} – імовірність безпомилкового виконання оператором дії при тестуванні;

P_{sc}^{mcm} – імовірність своєчасного виконання оператором дії при тестуванні;

P_{zm}^{mcm} – імовірність включення оператора в роботу в будь-який момент часу при тестуванні;

P_{vid}^{mcm} – імовірність виправлення помилки оператором при тестуванні.

Загальна надійність P виконання оператором дії технологічного процесу за час τ з врахуванням того, що оцінки надійності виконання оператором дії технологічного процесу, що отримані

за результатами реальної роботи та за результатами тестування, незалежні і рівнозначні

$$P = \frac{P^{реал} + P^{тст}}{2}.$$

При розрахунку відповідних значень $P^{реал}$ та $P^{тст}$ на основі відповідних значень імовірностей безпомилкового виконання оператором дії технологічного процесу, імовірностей своєчасного виконання оператором дії технологічного процесу, коефіцієнтів готовності виявилось, що надійність виконання оператором дії технологічного процесу при проведенні тестування оператора вище на 4%, ніж надійність оператора працюючого тільки в реальних умовах.

Список використаних джерел

1. Мунипов, В. М. Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды [Текст] : учебник / В. М. Мунипов, В. Л. Зинченко. – М. : Логос, 2001. – 356 с.
2. Бантюкова, С. О. Підвищення ефективності експлуатації сортувальних гірок з урахуванням безпеки їх використання : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту [Текст] / С. О. Бантюкова. – Харків : УкрДАЗТ, 2014. – 135 с.

УДК 656.072.2

*Butko T., Dr. Sc. (Tech.), professor,
Yashchuk Yu., post graduate
Ukrainian State University of Railway
Transport (Kharkiv)*

DETECTING ANOMALIES AND ADAPTING RAILWAY NETWORK MODELS DURING WARTIME

In the context of the ongoing armed conflict in Ukraine, railway transport has become one of the key elements of the national transport infrastructure. Evacuation of the population, movement of humanitarian aid, and strategic cargo largely depend on it. Massive and prolonged disruptions caused by both direct hostilities and infrastructure damage significantly affect the efficiency of railway transportation. War leads to unpredictable changes in routes, demand, and availability of railway services, making the management of transport flows an extremely challenging task. The relevance of detecting anomalies and adapting network models under such conditions is increasing

exponentially, as each failure or malfunction can have critical consequences for passenger safety and the overall stability of the transport system.

Under such conditions, passenger travel network models become vulnerable to significant changes in demand structure, making it relevant to study the impact of disruptions on passenger behaviour and overall transport system efficiency. This requires a revision of network demand models, which may become irrelevant if they are based on old data and do not take into account changes in demand and new passenger priorities. In addition, the need to consider the risks of disruptions and their impact on the network comes to the fore [1].

War forces the constant adaptation of the transport system to new conditions. Due to unpredictable changes in demand and routes, rail transport faces numerous challenges that require rapid adaptation of network models. Adaptation strategies may include dynamic model updates based on new data, as well as the development of scenarios for real-time decision-making. The conditions of unpredictable changes in demand caused by massive and prolonged disruptions require operational adaptation of network models. The importance of dynamic updating of forecasting systems is increasing in conditions where data quickly lose relevance. One of the key approaches to adaptation is incremental learning [2], which allows for the gradual retraining of models without the need for their complete retraining. This methodology allows models to remain relevant as new data become available. The use of a sliding window for modelling allows adaptation to the latest changes in passenger behaviour by limiting the analysis to only the most recent data. Another effective approach is the application of models that combine several forecasting models to increase resilience to changes in demand. In addition, the automation of the update process reduces the time and human resources required to maintain models in an up-to-date state. The challenges associated with dynamic updating include the need to ensure data quality, speed of data processing, and selection of the optimal model. The prospects for the development of such approaches include the introduction of deep learning to process large amounts of data and identify complex dependencies, as well as the creation of intelligent systems that can independently adapt to changing environments. Integration of forecasting systems with traffic management systems and other transport systems can significantly improve management quality in cases of prolonged interruptions.

However, in addition to adaptation, it is important to detect potential anomalies in transport flows that may indicate new threats or problems in the infrastructure. Anomalies in rail passenger travel network, especially during mass disruptions, may indicate hidden problems or unforeseen situations that require immediate intervention. Anomaly detection methods allow for the