

Бурейка Г.¹, Петренко В.¹,
Ноженко Е.², Просви́рова О.²

¹ Вильнюсский технический

университет им. Гедиминаса, Литва

² Восточноукраинский национальный

университет им. Владимира Даля, Украина

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕГОНАХ И ПЕРЕЕЗДАХ

1. Введение

Безопасность движения является одной из основных проблем автомобильного и железнодорожного транспорта. Эффективный контроль и управление движением поездов гарантирует безопасность движения и требует комплексного анализа состояния железной инфраструктуры и применения системы систематизированного получения и обработки данных. Железнодорожные переезды являются компонентами железнодорожной инфраструктуры, создающими множество проблем, таких как столкновения поездов и автомобилей, вызывающие многочисленные человеческие жертвы и травмы [1]. Цель данного исследования – создать математическую модель безопасности движения для различных объектов железнодорожной инфраструктуры. В рассматриваемых моделях управления риском учитываются последствия происшествий на железнодорожном транспорте [6].

Применение многокритериальных методов, особенно Аналитического иерархического процесса (АИП) и Бинарной логистической регрессии (БЛР) методов, зависит от значимости критериев, базирующейся на экспертной оценке или на статистических данных [2, 3]. Полученные результаты могут применяться в практических целях, если экспертные оценки находятся в определенном согласии [4]. Которые могут быть определены согласованными коэффициентами при выборе возможных альтернатив.

Все объекты железнодорожной инфраструктуры точно определяются, предоставляются комплексные данные объектов и утверждаются основные показатели безопасности движения. Значения этих критериев, основанных на экспертной оценке, так же определяются, критерии ранжируются по определенным параметрам. Оценка безопасности перегонов производится с использованием следующих технических критериев: категория переезда, условия видимости, интенсивность движения поездов и автомобильного транспорта, ширина железнодорожного переезда и максимальная скорость движения поездов. Авторы статьи предложили модели оценки рисков безопасности движения для объектов железнодорожной инфраструктуры.

2. Оценка факторов, увеличивающих вес критериев опасностей, с использованием метода АИП

Эксперты могут оценивать объекты (или описывающие их факторы) в

единицах измерения определенного масштаба, а также в процентных отношениях или в других системах измерений. Они также могут определять значения весовых коэффициентов методом парного сравнения. В этом случае сумма весов критерия должна быть равна единице. Если мы хотим применить коэффициент согласования W для установления уровня согласованности утверждений экспертов, любая оценка объектов должна быть преобразована в систему ранжирования. Для количественной оценки значимости критериев, описывающих объекты инфраструктуры, АИП метод парного сравнения был применен Саати [4], а затем широко используется многими другими учеными.

Саати Т. разработал тест согласованности, чтобы отличить согласованные сравнения (с допустимыми отклонениями) от несогласованного сравнения (с недопустимыми отклонениями). Тест на согласованность включает в себя использование «коэффициента согласованности»:

$$CR = \frac{(\lambda_{\max} - n) \cdot (n - 1)}{RI}; \quad (1)$$

где RI является случайной переменной, значение которой зависит от RI и представлено в таблицах [5]. Если значение $CR \geq 0,1$, лицо, принимающее решение должно повторить парную матрицу сравнения.

3. Определение рисков безопасности движения на железнодорожных переездах с использованием метода бинарной логистической регрессии

Метод бинарной логистической регрессии используется для моделирования результатов двоичных переменных. Функция метода бинарной логистической регрессии моделирует вероятность того, что бинарный ответ является функцией набора переменных:

$$\log \frac{p_i(X)}{1 - p_i(X)} = b_0 + b_1 \cdot x_{i1} + b_2 \cdot x_{i2} + \dots + b_k \cdot x_{ik}. \quad (2)$$

Решая для p , получаем:

$$p_i(X) = \frac{e^{z(\bar{x}_i)}}{1 + e^{z(\bar{x}_i)}}, \quad (3)$$

Где: $z(\bar{x}_i) = b_0 + b_1 \cdot x_{i1} + b_2 \cdot x_{i2} + \dots + b_k \cdot x_{ik}$ И $X_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}]$ являются независимыми переменными.

Разработанная модель с использованием бинарной логистической регрессии является оперативной, гибкой и может быть пересмотрена учитывая поменявшиеся условия эксплуатации. В случае улучшения безопасности на железнодорожных переездах, база основных данных переездов может быть скорректирована, а их ранжирование соответственно пересчитано.

4. Выводы

1. Предложены модели управления рисками на железнодорожном транспорте, на объектах железнодорожной инфраструктуры, могут использоваться операторам инфраструктуры железных дорог для определения приоритета необходимых мер по безопасности движения поездов и их своевременные коррекции.

2. Рассматриваемые модели являются универсальными и могут использоваться для оценки риска безопасности движения для любых объектов

железнодорожной инфраструктуры (станционные пути и парки, переезды, туннели, виадуки и другие объекты) и принятия необходимых превентивных мер для предотвращения крушений и других происшествий на железнодорожном транспорте.

Литература

1. Bureika, G.; Gaidamauskas, E.; Kupinas, J.; Bogdevičius, M.; Steišūnas, S. 2017. Modelling the assessment of traffic risk at level crossings of Lithuanian railways. *Transport*, 32 (3): 282-290.
2. Bureika, G.; Komaiško, M.; Jastremskas, V. 2017. Modelling the ranking of Lithuanian railways level crossing by safety level. *Transport problems = Problemy transportu: international scientific journal*, 12 (Special edition): 11-22.
3. Bureika G.; Bekintis, G.; Liudvinavičius, L.; Vaičiūnas, G. 2013. Applying analytic hierarchy process to assess traffic safety risk of railway infrastructure. *Eksplotacja i Niezawodność—Maintenance and Reliability*. 15 (4): 376-383.
4. Saaty, T. L., 1980. *The analytic hierarchy process*, McGraw-Hill, New York.
5. Saaty, T. L. 2003. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European journal of Operational Research*, 145(1): 85-91.
6. Ye, X.; Pendyala, R. M.; Shankar, V.; Konduri, K. C. 2013. A simultaneous equations model of crash frequency by severity level for freeway sections, *Accident Analysis & Prevention*, 57: 140–149.

УДК 656

Вайчюнас Г.¹, Кравченко Е.², Ноженко В.²

¹ Вильнюсский технический
университет им. Гедиминаса, Литва

² Восточноукраинский национальный
университет им. Владимира Даля, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗНАЧИМОСТИ КОНТЕЙНЕРНОГО ПОЕЗДА «ВИКИНГ» ДЛЯ СТРАН

В статье рассматривается возможность использования традиционных методов многокритериальной оценки для оценки распределения значимости железнодорожной линии для стран, через которые она проходит. В статье рассматривается маршрут контейнерного поезда «Викинг» (Литва, Беларусь, Украина). Распределение значимости маршрута сравнено с распределением объёма грузопотоков. Было установлено, что распределение значимости железнодорожной линии для стран слегка коррелирует с распределением объёма грузовых перевозок. Исследование значимости контейнерного поезда «Викинг» для стран (через которые он следует) осуществляется двумя этапами: оценка геополитической значимости маршрута и оценка фактического оборота