

Секция «Вычислительная математика, математическое моделирование и численные методы»

Стохастическое моделирование отклонений от графика движения поездов

Научный руководитель – Бессоненко Сергей Анатольевич

Полянов Валерий Валерьевич

Аспирант

Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия

E-mail: polyanovvv@mail.ru

Точность выполнения графика движения поездов может существенно изменяться в зависимости от характеристик поезда, таких как категория (пассажирский или грузовой), вес и длина. Стохастические отклонения графика ограничивают величину межпоездного интервала и пропускную способность участка. В исследовании проведено математическое моделирование задержек поездов на участке железной дороги на основе статистических данных графика исполненного движения (за период наблюдения 240 часов) с помощью распределений Хи-квадрат, Эрланга, Гамма и Вейбулла

В соответствии с методикой обработки данных графика движения поездов [1] данные о выполнении расписания фиксируются с точностью 1 мин. Достоверность данных обеспечивается синхронизацией системы автоблокировки с сервером NTP. Длина железнодорожного участка наблюдения составляет 23,1 км. Нормативное время хода составляет 21 мин. для грузовых поездов и 17 мин. для пассажирских и пригородных. Для анализа нарушений графика движения тяжеловесных поездов данные распределены в диапазоне от 0 до 20 мин. с интервалом в 1 мин. Они включают 238 наблюдений за тяжеловесными поездами из 1013 общего числа поездов.

Для проверки гипотезы о законе распределения генеральной совокупности использованы функции Хи-квадрат, Вейбулла, Эрланга и Гамма. Гистограмма задержек поездов и ее аппроксимация выбранными функциями представлены на рисунке.

Согласно критерию Хи-квадрат при уровне значимости 0,05, нет оснований отвергать гипотезу, поскольку $X^2_{\text{набл}} < X^2_{\text{крит}}$ ($X^2_{\text{набл}} = 18,03$, $X^2_{\text{крит}} = 21,03$). Таким образом, для описания стохастических нарушений графика движения тяжеловесных поездов в целях имитационного моделирования возможно использовать распределение Хи-квадрат, которое представляет собой непрерывное распределение с числом степеней свободы, равным математическому ожиданию [2].

Для повышения надежности возможно использование в графике буферного времени [3], применение которого совместно со стохастическим анализом графика позволит организовать пакеты поездов в графике по величине отклонений. Разделение таких пакетов по буферному времени может повысить надежность и устойчивость расписания.

Источники и литература

- 1) Методические положения по автоматизированному анализу графика движения грузовых поездов (утв. Распоряжением ОАО "РЖД" от 09.03.2010 N 454р)
- 2) Devore, J.L., Berk, K.N., Carlton, M.A. The analysis of variance. In: Devore, J.L., Berk, K.N., Carlton, M.A. (eds.) Modern Mathematical Statistics with Applications. STS, Springer, Cham (2021)
- 3) Duvnjak B., Josip T., Kezić D. Buffer Time Optimization in the Function of Timetable Stability // Traffic & Transportation. 2023. № 35(4). pp. 514-524. DOI:10.7307/ptt.v35i4.13.

Иллюстрации

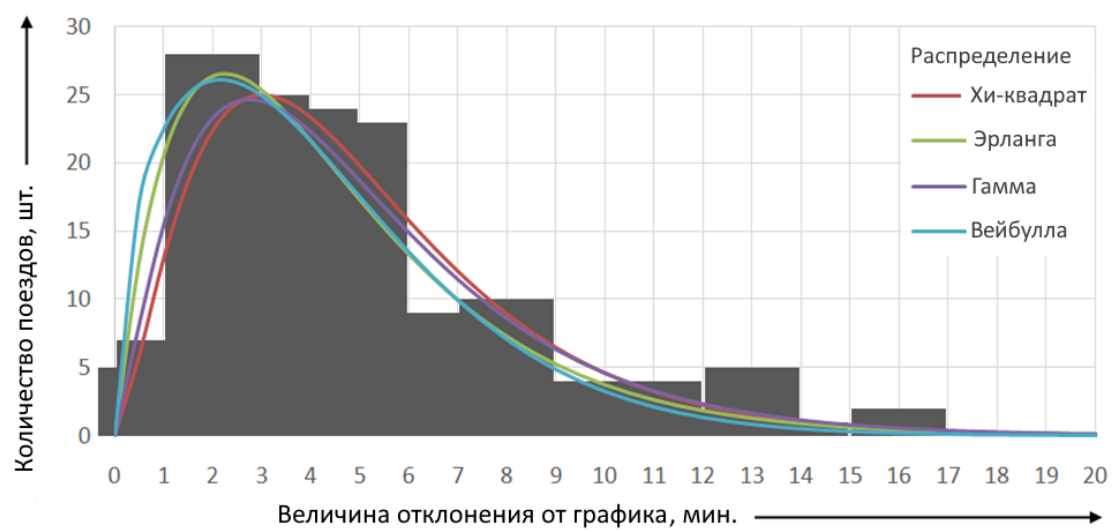


Рис. : Распределение задержек тяжеловесных поездов