

Список литературы

- 1 Ерофеев, А. А. Интеллектуальная система управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте : монография / А. А. Ерофеев. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 407 с.
- 2 Браництов, С. А. Вопросы автоматизации управления поездной работой / С. А. Браництов, Д. А. Тумченок, А. М. Ширванян // Информационно-управляющие системы. – 2014. – № 1 (68). – С. 32–42.
- 3 Лемешкина, В. Р. Дерево решений как метод принятия управленического решения / В. Р. Лемешкина // Аллея науки. – 2022. – Т. 1, № 2 (65). – С. 375–380.
- 4 АСУ сортировочными станциями (на примере АСУ СС НПО «Агат» / И. Д. Иванюто, С. С. Галуза, А. А. Ерофеев, Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 159 с.
- 5 Борознов, В. О. Системный анализ работы сортировочной станции на основе метода «дерево целей» / В. О. Борознов, Г. А. Попов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – № 2. – С. 13–21.

УДК 656.222.3

БЕЗОПАСНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ

В. Я. НЕГРЕЙ, С. В. ДОРОШКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Пропускная способность двухпутного перегона определяется отдельно по каждому пути при одностороннем и безостановочном проследовании поездов промежуточных раздельных пунктов и частичном (неполном) оборудовании тягового подвижного состава автоматической локомотивной сигнализацией:

$$n_{\text{нал}} = \frac{(1440 - t_{\text{тех}})}{I_p}, \quad (1)$$

где $t_{\text{тех}}$ – суточный бюджет продолжительности выполнения работ по текущему содержанию и плановых видов ремонта инфраструктуры двухпутного перегона железнодорожной линии, мин; α_n – коэффициент надежности железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава; I_p – расчетный интервал между поездами при движении поездов по перегону с фиксированными границами блок-участков, мин.

Теоретически коэффициент надежности α_n представляет собой вероятность безотказной работы перегона, на котором осуществляется взаимодействие подсистем:

- пути и путевого хозяйства ($P_{\text{п}}$);
- локомотивов ($P_{\text{л}}$);
- вагонов ($P_{\text{в}}$);
- устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи ($P_{\text{а}}$);
- железнодорожных станций ($P_{\text{с}}$).

Другими словами, допустив зависимость работы подсистем и случайность технических отказов

$$\alpha_n = P_j = \prod_{j=1}^n P_{\text{Б}j}, \quad (2)$$

где P_j – вероятность безотказной работы j -й подсистемы.

Если $n = 5$, то

$$P_{\text{Б}j} = \prod_{n=1}^{n=5} P_{\text{п}1} P_{\text{л}2} P_{\text{в}3} P_{\text{а}4} P_{\text{с}5}, \quad (3)$$

где $P_{\text{п}1}, P_{\text{л}2}, P_{\text{в}3}, P_{\text{а}4}, P_{\text{с}5}$ – соответственно вероятность безотказной работы устройства пути, локомотивов, вагонов, систем автоматики и связи, железнодорожных станций (по приему поездов с перегона).

Для частного случая, когда $P_j = \text{const}$, формула для расчета α_n (или $P_{\text{Б}p}$) примет вид

$$P_{\text{Б}p} = P_j^5. \quad (4)$$

Например, вероятность безотказной работы подсистемы при $P_{\text{Б}p} = 0,93$

$$0,93 = P_j^5. \quad (5)$$

Преобразовав (5), получим

$$\ln 0,93 = 5 \ln P_j. \quad (6)$$

Из (6) следует, что

$$\ln P_j = \frac{\ln 0,93}{5}. \quad (7)$$

$$\ln P_j = \frac{0,072570693}{5} = -0,014514139.$$

Потенцируя находим, что $P_j = 0,98559$.

Другими словами, если на пропускную способность перегона влияет работа (5) подсистем, то безотказность работы перегона 0,93 может быть достигнута только при условии, что вероятность безотказной работы отдельных подсистем составит не менее 0,98559, или на 6 % больше вероятности безотказной работы перегона. Аналогичные расчеты, выполненные для других значений α_n и P_j , показали, что с ростом P_j нелинейно возрастает и коэффициент α_n .

Если обозначить долю опасных отказов через γ_j , то вероятность безотказного функционирования перегона

$$P_{\text{бф}} = \prod_{j=1}^n P_j \gamma_j. \quad (8)$$

Например, если $P_j = 0,98559$ и $\gamma_j = 0,05$, то $P_{\text{ооф}} = (0,98559 \cdot 0,05)^5 = 0,0000003$.

Если доля опасных отказов $\gamma_j = 0,1$, то $P_{\text{ооф}} = 0,000009$, или возрастает в 31 раз.

Вероятность безопасного функционирования

$$P_{\text{бф}} = 1 - P_{\text{ооф}}. \quad (9)$$

Для рассматриваемого случая

$$P_{\text{бф}} = 1 - 0,000003 = 0,999997.$$

Дальнейшее развитие теории безопасности функционирования железнодорожных линий связано с ослаблением условия независимости отдельных подсистем. В частности, ряд опасных и неопасных отказов могут «прикрывать» друг друга и влиять на пропускную способность железнодорожной линии.

Список литературы

- 1 **Дорошко, С. В.** Повышение эффективности и безопасности при организации сортировочной работы станции / С. В. Дорошко, С. А. Пожидаев // Тихомировские чтения: Инновационные технологии перевозочного процесса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. А. А. Ерофеева. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 131–135.
- 2 **Дорошко, С. В.** Влияние безопасности сортировочного процесса на систему организации вагонопотоков / С. В. Дорошко // Тихомировские чтения: Наука и современная практика технологии перевозочного процесса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. А. А. Ерофеева. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 106–108.
- 3 **Негрей, В. Я.** Развитие интеллектуальной системы организации вагонопотоками / В. Я. Негрей, С. В. Дорошко // Тихомировские чтения: Наука и современная практика технологии перевозочного процесса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. А. А. Ерофеева. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 108–115.

УДК 656.08

ВОПРОСЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

В. Я. НЕГРЕЙ, С. А. ПОЖИДАЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Последние 30 лет развития транспортных систем радикально изменили сложившиеся структурные основы и принципы построения взаимодействия между всеми участниками перевозочного процесса. Поэтому в настоящее время требуется переосмысление представлений о повышении уровня