

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  $\alpha_n$  и  $P_j$ , показали, что с ростом  $P_j$  нелинейно возрастает и коэффициент  $\alpha_n$ .

Если обозначить долю опасных отказов через  $\gamma_j$ , 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

безопасности транспортных систем и их экономической эффективности, о принципах построения иерархий управления.

Принципиальным вопросом новой концепции безопасности является переход от идеи тотально-го контроля и администрирования, недопущения неожиданностей (которые могут носить вероятностный характер) расчетов стратегии развития на прогнозируемый период с нулевой ошибкой и устойчивого роста к идеи прогнозирования рисков, возникающих в результате сдвигов в технологиях, демографии, экологии, размещении районов добычи сырья и центров его переработки, стиля жизни и других факторов.

Важнейшее место в современных условиях занимает проблема оптимальной структуры транспортной системы и уровня концентрации управления однотипными функциональными процессами. В первую очередь, целесообразно повысить уровень концентрации сортировочной (маневровой) работы, транспортно-грузовых операций, системы ремонта и технического обслуживания подвижного состава, бухгалтерской и других систем. Целесообразно отказаться от частичных решений в пользу интеллектуальных комплексных программ развития. Построение таких программ требует повышения открытости для различных форм деятельности, устранения межфункциональных ограничений, наличия доступа к информации, возможности формирования экспертных групп, анализа финансовых и материальных потоков на одном уровне с транспортными потоками.

В теории безопасности транспортных систем можно выделить следующие основные этапы.

1 Детерминированный с использованием элементов технико-экономического сравнения вариантов развития транспортных систем. Этот этап позволил сформулировать проблему безопасности и основные подходы к количественной оценке безопасности, обеспечить накопление информации об опасных происшествиях.

2 Вероятностный, который открыл теоретические возможности для описания случайных событий, связанных с опасными отказами. В рамках этого этапа произошла информатизация и создание элементов АСУ «Безопасность», которые хотя и продвинули теорию, однако не решили в полной мере ключевые задачи безопасности.

3 Логико-вероятностный, который характеризуется гармоничным сочетанием детерминированных и вероятностных методов, широким использованием междисциплинарных особенностей явления, достижений прикладных и фундаментальных наук.

Важной методологической особенностью понятия «безопасность» является его принципиальное отличие от понятия «надежность». Сегодня первое находится, скорее, в тени второго. Приведем основные методологические особенности и отличия. Первое – теория надежности изучает, в основном, устойчивые и часто повторяющиеся события, а теория безопасности относительно редкие (чаще – «хвосты» вероятностных распределений), уникальные риски и другие события. Кроме того, теория надежности тесно связана с понятием «отказ», которое можно установить для относительно простых (чаще – элементов) систем. Под безопасностью понимается свойство транспортной системы не создавать опасности для перевозимого груза, технических средств, объектов окружающей среды, а также для здоровья и жизни пассажиров, технического персонала, населения, находящегося в зоне перевозочного процесса. Надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях, применения технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Второе – из ненадежных элементов путем дублирования можно создать абсолютно надежную систему.

УДК 656.212.5.08

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ И ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ ГОРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ**

*В. Я. НЕГРЕЙ, С. А. ПОЖИДАЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Сортировочные горки по-прежнему играют важную роль по обеспечению перерабатывающей способности железнодорожных станций, распределению транзитных и местных вагонопотоков по