

V. ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ

УДК 629.463.65.023

НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В.С. Афанасьев (науч. рук. А.Т. Попов)

*ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»
(ЛГТУ), 398600, г. Липецк, ул. Московская, д.30*

Факультет инженеров транспорта, pozitivshik@mail.ru

Четкая, ритмичная работа железнодорожного транспорта во многом зависит от таких показателей как безопасность и надежность. Этим вопросам на железнодорожном транспорте уделяется большое внимание.

Безопасность работы железнодорожного транспорта, как и любой другой отрасли, является ключевым показателем. Несмотря на значимость всех прочих эксплуатационных показателей работы, именно безопасность является основополагающим и самым значимым из всех, и это даже не учитывая того, какое влияние безопасность (ее нарушения) оказывает на возможность выполнения прочих эксплуатационных задач.

На текущий момент действует следующая классификация нарушений безопасности движения, утвержденная приказом МПС РФ № 1-Ц от 08.01.1994 и распоряжением ОАО «РЖД» № 1632р от 18.10.2005. Согласно данной классификации нарушения безопасности движения подразделяются следующим образом:

- крушения;
- аварии;
- особые случаи брака в работе;
- случаи брака;
- затруднения в работе;
- прочие случаи;

В табл. 1 и на рис. 1,2 приведены данные по количеству случаев нарушения безопасности движения на ОАО «РЖД» за последние 3 года в разбивке по принятой классификации и по дирекциям управления движением.

Все эти нарушения безопасности помимо жертв и пострадавших, а так же затрат, полученных от повреждения подвижного состава и путевых сооружений, привели к существенным срывам графика движения и нарушениям в работе железнодорожного транспорта. Это вызвало задержки в продвижении потока грузовых и пассажирских поездов, что в свою очередь приводит к значительным экономическим потерям. Осо-

бенно данная проблема приобретает актуальность в свете роста объемов перевозок, который имеет место последние годы и планируется в дальнейшем (исходя из планов модернизации и роста экономики страны). Все это усиливает и без того высокие требования к надежности работы железнодорожного транспорта.

Таблица 1
Статистические данные по нарушениям безопасности движения в 2009-2011гг.

Вид нарушения	Количество случаев		
	2009	2010	2011
Авария	0	1	0
Сход в поезде	1	3	8
Столкновение поезда с др. поездами или железнодорожным ПС	1	0	0
Прием и отправление поезда по неготовому маршруту	1	3	3
Несанкционированное движение на маршрут приема, отправления поезда или на перегон	1	1	1
Столкновение ПС при маневрах	20	15	17
Наезд поезда на посторонние предметы (объекты)	2	0	0
Сходы ПС при маневрах	35	37	28
Взрезы стрелок	10	12	12
Неисправности технических средств	3	3	1
Итого	74	75	70

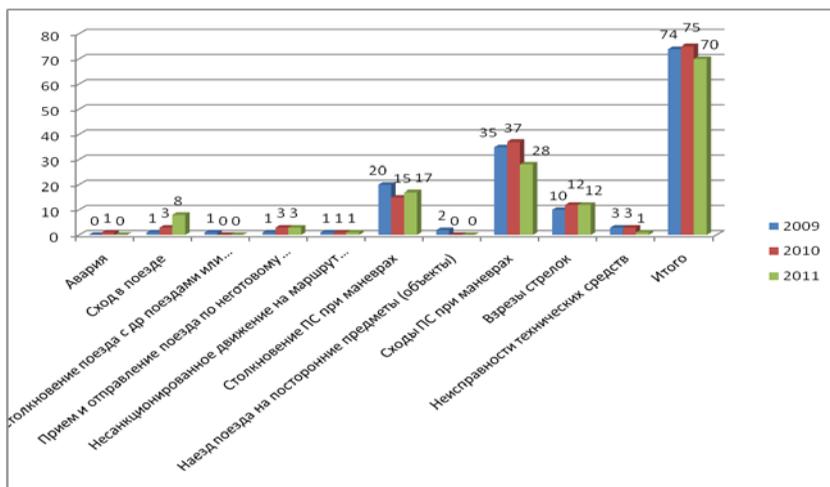


Рис.1. Статистические данные по нарушениям безопасности движения в 2009-2011гг.

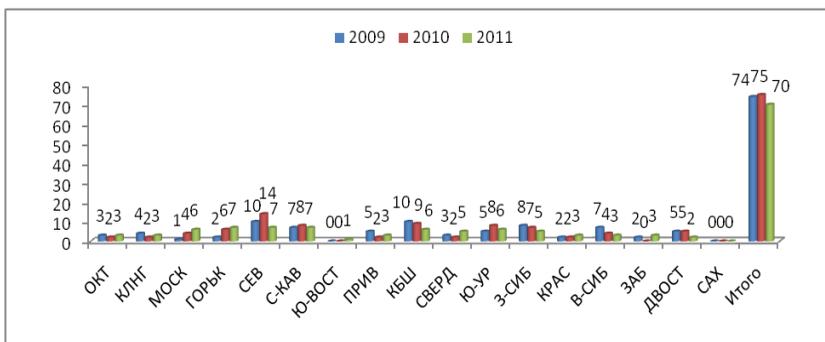


Рис.2. Распределение допущенных происшествий, связанных с нарушением правил безопасности по дирекциям управления движением.

Данная проблема имеет существенные особенности и не сводится только к надежности технических средств. Нарушение режимов обслуживания и эксплуатации технических средств, ошибки в управлении, недостаточная квалификация управляющего персонала понижают надежность работы транспорта. К факторам, определяющим сложность проблемы надежности транспортных систем можно отнести:

- отказы и сбои в работе проявляются на значительных расстояниях: задержка движения на относительно короткий промежуток времени вызывает осложнения в эксплуатационной работе, проявляющиеся в течение суток и более;
- сложность устранения последствий нарушений в работе транспортных систем, когда для ввода в график задержанных поездов нужны резервные нитки графика, т.е. резервная пропускная способность, а для остановки задержанных поездов – дополнительные (резервные) пути на станциях;
- многомерность транспортной системы и сложность управления, когда отказы в одном месте системы вызывают необходимость в прогнозировании мер по предупреждению последствий отказов в других ее местах, например, из-за задержки локомотивов, вагонов;
- непрерывность транспортного процесса в течение суток.

Повышению надежности перевозочного процесса на железнодорожном транспорте уделяется большое внимание. Безопасность перевозок, уверенность в безусловном выполнении сроков доставки грузов является очень важным условием, так как от своевременного прибытия грузов зависит производственная деятельность, соблюдение графиков работ и строительства. Именно поэтому, данной теме посвящено большое количество научных работ и исследований. Так, очень большое внимание расходу

надежности транспортных систем уделено в трудах П.С. Грунтова. Им разработаны основы расчета надежности элементов транспортных систем, станций, узлов.

Согласно Грунтову П.С. вероятность безотказной работы в течение расчетного периода времени t может быть рассчитана как функция эксплуатационной надежности двумя способами: аналитически и статистически. Статистически вероятность безотказной работы рассчитывают по данным отчетных форм за такой период времени, в течение которого статистическая выборка об отказах системы и ее элементов достаточна для получения устойчивой тенденций и закономерностей.

$$P(t) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n N_i^{\text{З}}}{\sum_{i=1}^n N_i},$$

где $\sum_{i=1}^n N_i^{\text{З}}$ – число поездов, прием которых был задержан за период времени t ;

$\sum_{i=1}^n N_i$ – общее число пропускаемых поездов в одном направлении за тот же период.

Аналитическим путем вероятность отказа можно определить с помощью матрицы значений функций надежности в течение сроков $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$ работы системы по различным ее элементам (локомотивам, вагонам, пути, АТС, путевому развитию и др.)

$$P(t)_{ij} = \begin{bmatrix} P(t)_{11} & P(t)_{12} & P(t)_{1n} \\ P(t)_{21} & P(t)_{22} & P(t)_{2n} \\ & \dots & \\ P(t)_{j1} & P(t)_{j2} & P(t)_{jn} \\ & \dots & \\ P(t)_{k1} & P(t)_{k2} & P(t)_{kn} \end{bmatrix}$$

$i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots, k.$

Для определения влияния отказов всех элементов комплекса технических средств на выполнение графика движения используем параметр потока отказов – среднее число отказов устройств (восстанавливаемых объектов) в единицу времени для рассматриваемого периода.

$$\frac{\sum_{i=1}^k n_j(t + \Delta t) - \sum_{j=1}^k n_j(t)}{N(t)\Delta t}; j = 1, 2, \dots, k,$$

где k – число технических, технологических и информационных комплексов, отказы которых оказывают влияние на движение поездов и выполнение графика;

$n_j(t)$ – число отказов, вызывающих нарушение графика (число задержанных поездов) j -м комплексом на момент времени t ;

Δt – элементарный промежуток времени (для анализа графика можно принять $\Delta t = T = 1 \text{ сут}$).

Если обозначить потоки отказов, которые вызвали задержку поездов в течение периода T по локомотивному комплексу, $\omega_n(T)$, вагонов – $\omega_v(T)$, пути – $\omega_p(T)$, АТС – $\omega_{АТС}(T)$, грузовому комплексу – $\omega_r(T)$, пассажирскому комплексу – $\omega_{пас}(T)$, по технологии формирования и обеспечения документами – $\omega_d(T)$, то общий поток отказов, вызывающих невыполнение установленного времени отправления, с учетом отказов по управлению $\omega_y(T)$:

$$\omega(T) = \omega_n(T) + \omega_v(T) + \omega_p(T) + \omega_{АТС}(T) + \omega_r(T) + \omega_{пас}(T) + \omega_d(T) + \omega_y(T) = \sum_{i=1}^k \omega_j(T); j = 1, 2, \dots, k$$

А надежность выполнения графика движения

$$P_{гр}^o = 1 - \frac{\sum_{j=1}^k \omega_j(T)}{N(T)} = 1 - \omega(T); j = 1, 2, \dots, k$$

Определить надежность работы по подготовке и отправлению поездов по графику можно с помощью коэффициентов готовности по соответствующим комплексам. Система работы по подготовке поездов к отправлению состоит из k элементов (комплексов). Отказ хотя бы одного элемента вызывает срыв отправления поездов по графику, т.е. при отказе одного элемента отказывает вся система подготовки отправления поезда по графику.

Коэффициент готовности всех комплексов к выполнению работы по отправлению в соответствии с графиком:

$$k_{гр}^o = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^k \left(\frac{1}{k_{rj}} - 1 \right)}$$

$$\mu_j = \lambda_j \frac{1}{1 - k_{rj}}$$

где λ_j – интенсивность отказов по j -му комплексу;

μ_j – интенсивность восстановления по j -му комплексу.

Однако интенсивность восстановления в данном виде не учитывает всех факторов. Так, например, не учитывается степень последствий отказа для технического состояния прочих комплексов. Ведь в случае, если отказ привел к нарушению безопасности движения, возможно техническое повреждение отдельных систем. Кроме того в этом случае существует определенная приоритетность в порядке восстановления технической готовности комплексов.

Соответственно для более корректного расчета необходимо внесение дополнительных параметров в формулу расчета интенсивности восстановления и, соответственно, коэффициента надежности выполнения графика движения поездов.

Библиографический список

1. Грунтов П.С. Эксплуатационная надежность станций / Грунтов П.С. – М: Транспорт, 1986. 247с.
2. Попов А. Т. Система оперативной оценки эксплуатационной работы внутривзаводской железнодорожной станции / А. Т. Попов, О. А. Суслова // Сборник тезисов докладов факультетской научно-технической конференции «Современные проблемы функционирования транспорта», - Липецк: ЛГТУ, 1998. С. 11 - 12.

УДК 656.225:004.4

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВАГОНОПОТОКАМИ

П.Н. Мишкурин (науч. рук. А.Н. Рахмангулов)

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (МГТУ), 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38, кафедра «Промышленный транспорт»
ran@logintra.ru, wavemgk@gmail.com*

Аннотация

В статье рассмотрены проблемы использования методов динамического программирования при управлении вагонопотоками в железнодорожных транспортных узлах и на путях необщего пользования промышленных предприятий.

Актуальность работы

Транспортная система страны характеризуется постоянным ростом объемов грузовых перевозок, а также усложнением их структуры в результате возникновения и развития компаний-операторов собственных вагонов (рис. 1) и появления большого числа нерегулярных струй вагонопотоков малой мощности.

Для выявления сложности структуры вагонопотоков был выполнен анализ мощности струй вагонопотоков методом диаграмм Парето (рис. 2, 3) для условий металлургического комбината.

Основные проблемы

Основная причина возникновения подобных явлений заключается в том, что принятая форма организации управления вагонопотоками на путях необщего пользования промышленных предприятий, основанная на управлении работой отдельных станций и движением отдельных поездов, недостаточно точно учитывает в оперативном режиме изменения структуры вагонопотоков.