

Живучесть, надежность, безопасность

УДК 656.25

**А. В. Горелик, докт. техн. наук,
Н. А. Тарадин, канд. техн. наук,
А. С. Веселова**

Кафедра «Железнодорожная автоматика, телемеханика и связь»,
Российский университет транспорта (МИИТ)

Д. В. Солдатов

Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре – филиал ОАО «РЖД»

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Для оценки качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики предлагается использовать интегральный показатель качества технической эксплуатации, основанный на оценке рисков, связанных с возможными отказами этих систем. Значение интегрального показателя складывается из оценки базового и дополнительного показателей.

Базовый показатель качества технической эксплуатации системы железнодорожной автоматики и телемеханики в границах производственной деятельности дистанции сигнализации, централизации и блокировки определяется на основе модели «As low as reasonable practicable», и методологии «Управление ресурсами, рисками на всех этапах жизненного цикла систем и техники на основе анализа надежности» с помощью сравнения фактических значений показателей надежности функционирования системы железнодорожной автоматики и телемеханики с нормативами. При этом учитываются влияние качества технической эксплуатации системы железнодорожной автоматики и телемеханики на текущий уровень риска, связанного с надежностью функционирования системы железнодорожной автоматики и телемеханики, класс и специализация железнодорожных линий. Для оценки влияния надежности функционирования системы железнодорожной автоматики и телемеханики на процесс перевозок используется матрица рисков, в которой шкала уровней тяжести последствий выражена в поездо-часах потерь, представляющих собой суммарные задержки всех поездов из-за отказа системы железнодорожной автоматики и телемеханики.

На основе предложенного в работе метода можно оценивать деятельность различных структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги» как составной части комплексной системы управления ресурсами отрасли.

системы автоматики и телемеханики; дистанция сигнализации, централизации и блокировки; надежность; матрица рисков; поездо-часы простоя; коэффициент готовности; техническое обслуживание и ремонт

Введение

Основными задачами структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики являются [1, 2]:

- содержание в технически исправном состоянии средств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) в установленных границах производственной деятельности, предупреждение и ликвидация нарушений их нормальной работы в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации, нормативными документами ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») и железной дороги;

- обеспечение безопасности движения поездов;

- выполнение мероприятий по повышению надежности работы средств ЖАТ, их эффективности и экономичности.

Для оценки результатов выполнения указанных задач используются различные методы и подходы, изложенные в работах [3–8] и многих других. Необходимость разработки новых принципов оценки качества работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики обосновывается, прежде всего, потребностью и желанием добиться максимальной объективности и справедливости. Совершенно очевидно, что анализ динамики числа отказов, при котором поощряется снижение числа отказов систем ЖАТ по сравнению с предыдущим периодом, не может являться объективной оценкой качества технического обслуживания и ремонта. Более содержательный и научно обоснованный анализ должен учитывать случайный характер отказов технических средств, вероятностную оценку возможного ущерба, вызванного этими отказами, фактический износ систем ЖАТ, а также потенциальные возможности предприятия по оперативному ремонту отказавших устройств. Например, в [8] для оценки качества содержания системы ЖАТ используется показатель B_λ , а для оценки оперативности устранения отказов системы ЖАТ – показатель $B_{ТВ}$, которые рассчитываются по следующим формулам:

$$B_\lambda = \frac{\lambda_\Phi}{\lambda_D} \cdot 75; \quad (1)$$

$$B_{ТВ} = \frac{T_B^\Phi}{T_B^D} \cdot 75, \quad (2)$$

где λ_Φ – фактическое значение интенсивности потока отказов системы ЖАТ, 1/ч; λ_D – допустимое значение интенсивности потока отказов системы ЖАТ, 1/ч; T_B^Φ – фактическое значение среднего времени до восстановления работоспособности системы ЖАТ, ч; T_B^D – допустимое значение среднего времени до восстановления работоспособности системы ЖАТ, ч.

В этом случае интегральный показатель качества технической эксплуатации системы ЖАТ рассчитывается по формуле:

$$B = \frac{B_{\lambda} + B_{\text{ТВ}}}{2}. \quad (3)$$

В настоящее время в ОАО «РЖД» разрабатывается и внедряется методология управления ресурсами, рисками на всех этапах жизненного цикла систем и техники на основе анализа надежности (УРРАН) [9]. В хозяйстве автоматики и телемеханики результатом практического применения данной методологии является поэтапный переход к планированию материальных ресурсов, нормированию большинства показателей деятельности хозяйства на основе оценки рисков. Основные положения такого подхода изложены в работах [10–12]. Поэтому для оценки качества технической эксплуатации систем ЖАТ также целесообразно использовать новый подход, который основан на сравнении прогнозируемого уровня риска, связанного с функционированием систем ЖАТ, с фактическим уровнем надежности системы ЖАТ.

1 Принципы оценки рисков, связанных с уровнем надежности функционирования системы ЖАТ

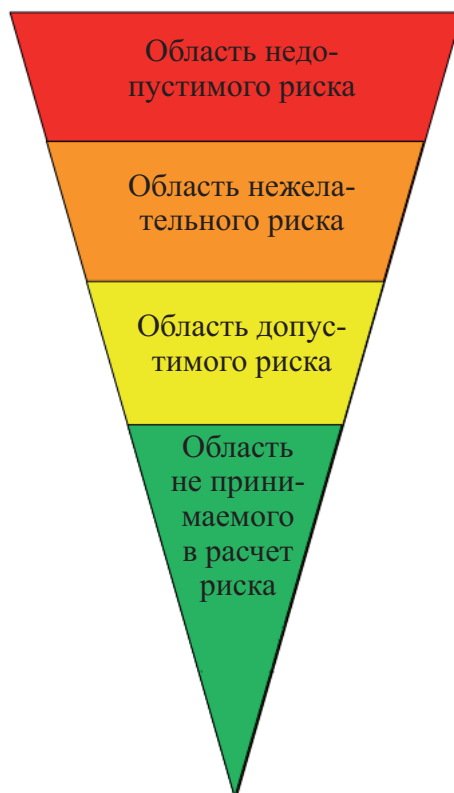
В соответствии с методологией УРРАН, в основе процесса управления надежностью функционирования систем ЖАТ лежит уровень рисков, связанных с задержками в движении поездов из-за возможных отказов системы ЖАТ на станции или перегоне, рассматриваемый как уровень риска поездо-часов потерь. Поездо-часы потерь определяются как суммарное время задержки поездов из-за отказов системы ЖАТ за расчетный интервал времени (период оценки).

В качестве базового принципа определения критериев риска для его разделения на отдельные уровни, выбора и обоснования диапазонов количественных значений составляющих риска используется принцип ALARP («As low as reasonable practicable» означает «низко, насколько целесообразно» – риск настолько низкий, насколько это практически возможно). Подразумевается, что риск полностью исключить нельзя, после принятия защитных мер всегда остается некоторый остаточный ненулевой уровень риска, поэтому величина риска должна быть настолько малой, насколько это экономически оправдано и технически достижимо.

Принцип ALARP графически может быть представлен как точка оптимума между затратами на предупреждение риска и потенциальными потерями от возникновения рисков событий. Уровень риска должен находиться в диапазоне технически достижимых рисков. По этой причине точка ALARP

может быть найдена только после определения технически достижимого уровня риска.

Общий вид модели ALARP представлен на рисунке [13]. В этой модели близость к точке ALARP описывается с помощью различных областей, характеризующих различные уровни риска.



Модель ALARP

Уровень риска, описываемый областью недопустимого риска, означает риск, превышающий установленный, максимально допустимый уровень, считающийся неприемлемым при любых обычных обстоятельствах за исключением особых случаев.

Уровень риска, описываемый областью нежелательного риска, означает риск, который допустим только в случае, если снижение риска невозможно или затраты на его снижение значительно превышают полученные от этого выгоды.

Уровень риска, описываемый областью допустимого риска, означает риск, который может быть допущен, если затраты на снижение риска превышают полученные от этого выгоды.

Уровень риска, относящийся к области не принимаемого в расчет риска, означает риск, для дальнейшего снижения которого нет необходимости дополнительных затрат.

В методологии УРРАН, применяемой в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «РЖД», риски оценивают с помощью модели, называемой матрицей рисков, являющейся усовершенствованным вариантом модели ALARP.

Каждому качественному уровню риска соответствуют свои диапазоны качественных и количественных значений составляющих риска: частоты его возникновения и размер потерь. В матрице рисков (табл. 1), связанных с уровнем надежности функционирования системы ЖАТ, шкала уровней тяжести последствий (размера потерь) выражена в поездо-часах потерь, представляющих собой суммарные задержки всех поездов из-за отказа системы ЖАТ.

Таблица 1. Матрица рисков, связанных с уровнем надежности функционирования систем ЖАТ

Уровень частоты поездо-часов потерь		Поездо-часы потерь			
		незначительный	значительный	существенный	критический
		1	2	3	4
Частое	Ч	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый
Вероятное	В	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный	Недопустимый
Случайное	С	Допустимый	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый
Редкое	Р	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный
Крайне редкое	К	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Допустимый	Нежелательный
Маловероятное	М	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный

Границы, определяющие области последствий и их вероятности для различных уровней риска в матрице рисков, вычисляют на основе норм составляющих риска [11, 12]:

– допустимого значения поездо-часов потерь из-за отказов устройств ЖАТ первой и второй категории – нормы последствий;

– допустимого значения частоты отказов первой и второй категории устройств ЖАТ – нормы частоты ущерба.

Нормы показателей надежности систем ЖАТ определяют отдельно для железнодорожных линий различных классов с учетом их специализаций. При этом нормирование осуществляется в определенной последовательности: сначала нормативные значения показателей вычисляют для недопустимого уровня риска, описывающего критическую клетку в красной области матрицы

рисков, а затем – для остальных уровней в порядке снижения их значимости: нежелательного, допустимого, не принимаемого в расчет.

Таким образом, на основе предложенного подхода в качестве основной задачи структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики можно рассматривать обеспечение наименьшего уровня риска функционирования систем ЖАТ, находящихся в границах производственной деятельности соответствующих структурных подразделений. Однако «попадание в зеленую клетку» матрицы рисков не всегда означает высокую оценку деятельности этого подразделения. Все зависит от того, какой уровень риска прогнозировался для рассматриваемого периода. Если риск прогнозировался как «недопустимый», а фактически подразделение обеспечило уровень риска «нежелательный» – это очень хороший результат. И это гораздо лучше, чем обеспечить такой же результат при прогнозируемом «допустимом» уровне риска.

2 Оценка базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ

Для оценки качества технической эксплуатации системы ЖАТ предлагается использовать интегральный показатель качества технической эксплуатации системы ЖАТ, который складывается из оценки базового и дополнительного показателей. В свою очередь, интегральные показатели качества технической эксплуатации отдельных систем ЖАТ используются для оценки базового показателя деятельности различных структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, занятых технической эксплуатацией этих систем.

Качественная оценка базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ может иметь следующие значения: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Каждому значению качественной оценки соответствует диапазон значений количественной оценки базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ $B^{об}$ (баллов): «отлично» – 80–100 баллов; «хорошо» – 60–80 баллов; «удовлетворительно» – 40–60 баллов; «неудовлетворительно» – 20–40 баллов.

Для оценки базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ на основе методологии УРРАН необходимо:

- обосновать нормы показателей надежности и рисков с учетом класса и специализации железнодорожной линии;
- оценить прогнозируемый уровень риска;
- определить фактический уровень надежности системы ЖАТ за период оценки.

В соответствии с [11, 12] при планировании работы подразделений производится построение матрицы рисков с учетом нормативных значений пока-

зателей, установленных на рассматриваемый период, и оценивается значение прогнозируемого уровня риска, связанного с надежностью функционирования системы ЖАТ, с учетом классности и специализации железнодорожной линии.

Каждому уровню риска соответствуют качественная характеристика и цвет. Таким образом, для каждой системы ЖАТ имеется одно из четырех значений прогнозируемого уровня риска, связанного с надежностью функционирования: «недопустимый» (красный), «нежелательный» (оранжевый), «допустимый» (желтый), «не принимаемый в расчет» (зеленый). Например, согласно расчетам, произведенным в конце 2016 г., был определен уровень частоты потерь как «крайне редкие», а уровень поездо-часов потерь – «значительный». В этом случае прогнозируемый уровень риска, связанный с надежностью функционирования системы ЖАТ, на 2017 год соответствует «допустимому» (желтому) уровню (табл. 1).

Для оценки фактического значения уровня риска, связанного с надежностью функционирования системы ЖАТ, в соответствии с [12], с учетом классности и специализации железнодорожной линии определяются граничные значения (нормы) коэффициента готовности системы ЖАТ по отказам первой и второй категории $K_{Г(1-2)}$, $K_{Г(2-3)}$, $K_{Г(3-4)}$. С учетом этих граничных значений формируются четыре диапазона значений коэффициента готовности системы ЖАТ, каждый из которых соответствует четырем уровням надежности системы (1, 2, 3, 4). Четыре уровня надежности системы ЖАТ соответствуют четырем уровням последствий возникновения отказов системы (табл. 2).

Таблица 2. Уровни надежности системы ЖАТ

1	2	3	4
$K_{Г(1-2)} \leq K_{Г}$	$K_{Г(2-3)} \leq K_{Г} < K_{Г(1-2)}$	$K_{Г(3-4)} \leq K_{Г} < K_{Г(2-3)}$	$K_{Г} < K_{Г(3-4)}$
незначительный	значительный	существенный	критический
Уровни последствий возникновения отказов системы ЖАТ			

Примечания:

1. $K_{Г(1-2)}$ – граничное значение коэффициента готовности системы ЖАТ по отказам первой и второй категории между первым и вторым уровнем надежности системы ЖАТ.
2. $K_{Г(2-3)}$ – граничное значение коэффициента готовности системы ЖАТ по отказам первой и второй категории между вторым и третьим уровнем надежности системы ЖАТ.
3. $K_{Г(3-4)}$ – граничное значение коэффициента готовности системы ЖАТ по отказам первой и второй категории между третьим и четвертым уровнем надежности системы ЖАТ.

В соответствии с [10] в течение периода оценки рассчитывается значение коэффициента готовности $K_{Гф}$ – фактическое значение коэффициента готовности системы ЖАТ по отказам первой и второй категории $K_{Г}$ с учетом ста-

статистических данных, взятых за текущий анализируемый период (месяц, квартал, год). Фактическое значение коэффициента готовности $K_{гф}$ сопоставляется со значениями уровней надежности системы ЖАТ согласно табл. 2 и определяется фактический уровень надежности системы. При отсутствии статистических данных за текущий период (например, за данный месяц не было ни одного события, связанного с нарушением функционирования системы ЖАТ), фактическое значение коэффициента готовности системы принимается соответствующим первому уровню надежности.

На следующем этапе оценка базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ $B^{об}$ производится на основе матрицы балльной оценки, которая представляет собой таблицу с сочетанием значений прогнозируемого уровня риска, связанного с надежностью функционирования системы ЖАТ, и фактического уровня надежности системы ЖАТ (табл. 3).

Каждой ячейке матрицы балльной оценки присваиваются количественное (в баллах) и качественное (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично) значения базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ. В клетках табл. 3 представлены рекомендуемые значения количественной оценки базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ.

Таблица 3. Рекомендуемая матрица для оценки базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ

Прогнозируемый уровень риска	Фактический уровень надежности системы ЖАТ			
	1	2	3	4
Недопустимый	95 отлично	90 отлично	60 хорошо	55 удовл
Нежелательный	90 отлично	85 отлично	55 удовл	30 неудовл
Допустимый	85 отлично	80 отлично	30 неудовл	25 неудовл
Не принимаемый в расчёт	80 отлично	75 хорошо	25 неудовл	20 неудовл

Количественное и качественное значения базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ $B^{об}$ определяются в соответствии с ячейкой матрицы, находящейся на пересечении соответствующей строки (прогнозируемого уровня риска) и столбца (фактического уровня надежности системы ЖАТ).

Приведем пример. Пусть прогнозируемый уровень риска, связанного с надежностью функционирования системы ЖАТ, на 2017 год соответствует

«допустимому» (желтому) уровню – определяется строка матрицы (табл. 4). Фактическое значение коэффициента готовности системы ЖАТ по отказам первой и второй категории $K_{гф}$ с учетом статистических данных за апрель 2017 года соответствует второму уровню надежности системы ЖАТ. По отказам первой и второй категории осуществляется выбор столбца матрицы (см. рис. 2). В этом случае на пересечении указанных выше строки и столбца матрицы определяем количественную оценку базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ в апреле 2017 года: $B_3^{об} = 80$ баллов и качественную оценку – «отлично».

Таблица 4. Оценка базового показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ

Прогнозный уровень риска	Фактический уровень надежности системы ЖАТ			
	1	2	3	4
Недопустимый	95 отлично	90 отлично	60 хорошо	55 удовл
Нежелательный	90 отлично	85 отлично	55 удовл	30 неудовл
Допустимый	85 отлично	80 отлично	30 неудовл	25 неудовл
Не принимаемый в расчёт	80 отлично	75 хорошо	25 неудовл	20 неудовл

Таким образом, оценка базового показателя показывает, как повлияло качество технической эксплуатации системы ЖАТ на прогнозируемый уровень риска: риск уменьшился, увеличился или не изменился.

3 Оценка дополнительного показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ

Как известно, фактический уровень надежности системы ЖАТ зависит не только от качества технической эксплуатации, но и от других факторов, не зависящих от эксплуатационного штата (износ оборудования, внешние дестабилизирующие воздействия, ряд других факторов). Для более объективной оценки качества технической эксплуатации системы ЖАТ предлагается использовать дополнительный показатель $D^{об}$, который учитывает долю эксплуатационных отказов системы ЖАТ, т. е. отказов, вызванных несоблюдением технологии обслуживания устройств, от общего количества отказов системы ЖАТ. Исходные данные для расчета этого показателя формируются автоматически в информационной системе КАСАНТ [10].

Рекомендуемая оценочная шкала для дополнительного показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ $D^{об}$ представлена в табл. 5.

Таблица 5. Оценочная шкала дополнительного показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ

Доля эксплуатационных отказов системы ЖАТ (отказов, вызванных несоблюдением технологии обслуживания устройств) от общего количества отказов системы ЖАТ: КАСАНТ ОТС 1-2-3	Оценка показателя $D^{об}$, баллы
Менее 0,2	20
0,2–0,5	0
Более 0,5	–20

Дополнительный показатель качества технической эксплуатации системы ЖАТ $D^{об}$ в баллах оценивается путем сравнения фактического значения этого показателя за расчетный период (месяц, квартал, год) с оценочной шкалой табл. 5. Количество баллов равняется 20, если доля эксплуатационных отказов системы ЖАТ менее 0,2, что позволяет в дальнейшем гарантированно улучшить качественную оценку базового показателя на один уровень (например, вместо оценки «хорошо» получить оценку «отлично»), так как в этом случае фактический уровень риска функционирования определяется не только качеством технической эксплуатации, но и другими причинами, например деградационными (старение и износ оборудования). На основе значений базового и дополнительного показателей отдельных систем ЖАТ можно получить количественную и качественную оценки интегрального показателя деятельности различных структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики. При этом необходимо использовать универсальный способ оценки дополнительных показателей деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» в зависимости от количества и значимости учитываемых дополнительных показателей [14]. В общем случае может быть использовано любое количество дополнительных показателей.

4 Оценка интегрального показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ

Интегральный показатель качества технической эксплуатации системы ЖАТ определяется по формуле:

$$I^{об} = B^{об} + D^{об}. \quad (4)$$

В табл. 6 представлено соответствие качественных и количественных оценок интегрального показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ.

Таблица 6. Соответствие качественных и количественных оценок интегрального показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ

Количественная оценка интегрального показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ $I^{об}$, баллы	Качественная оценка интегрального показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ
$80 \leq I^{об} \leq 115$	отлично
$60 \leq I^{об} < 80$	хорошо
$40 \leq I^{об} < 60$	удовлетворительно
$0 \leq I^{об} < 40$	неудовлетворительно

Если по вине работников дистанции СЦБ отказ или нарушение в работе системы ЖАТ привели к случаю, классифицируемому как транспортное происшествие (крушение поезда, авария, происшествие на железнодорожном переезде), или иным событиям, связанным с нарушением требований безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, то качественная оценка интегрального показателя качества технической эксплуатации системы ЖАТ за месяц – «неудовлетворительно».

Полученные оценки интегральных показателей качества технической эксплуатации различных систем ЖАТ используются в качестве исходных данных для оценки базового значения показателя деятельности дистанции СЦБ или отдельного подразделения дистанции СЦБ (участок, цех).

Например, значение базового показателя деятельности дистанции СЦБ вычисляется на основе интегральных показателей качества технической эксплуатации систем ЖАТ, функционирующих в границах производственной деятельности данной дистанции по формуле:

$$B^{шч} = \frac{\sum_{m=1}^x I_m^{об}}{x}, \quad (5)$$

где x – количество эксплуатируемых систем ЖАТ в границах производственной деятельности рассматриваемой дистанции СЦБ.

Заключение

Преимущества оценки качества технической эксплуатации системы ЖАТ на основе рисков:

– показатели надежности функционирования системы ЖАТ, а следовательно, и деятельность структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, рассматриваются не изолированно от перевозочного процесса, а с точки зрения влияния уровня надежности функционирования системы ЖАТ на процесс движения поездов на конкретной станции или перегоне;

– фактические показатели надежности оцениваемого периода сравниваются не с показателями надежности предшествующего периода, а с нормативными показателями, которые рассчитываются согласно модели ALARP и методологии УРРАН на основе статистических данных, полученных за период наблюдения не менее трех лет, с учетом класса и специализации железнодорожных линий.

Предлагаемый метод позволит производить объективный и детальный анализ результатов работы структурных подразделений и отдельных работников хозяйства автоматики и телемеханики и, как следствие, принимать эффективные управленческие решения на основе методологии УРРАН в части распределения материальных и финансовых ресурсов, стимулирования персонала, повышения производительности труда.

Библиографический список

1. Типовое положение о дистанции сигнализации, централизации и блокировки – структурном подразделении железной дороги – филиала открытого акционерного общества «Российские железные дороги»: утв. и введ. распоряжением ОАО «РЖД» 27.06.2006 № 1301р (в ред. распоряжения ОАО «РЖД» от 29.05.2010 № 1144 р). – [М., 2010]. – 5 с.
2. Типовое положение о службе автоматики и телемеханики железной дороги – филиала открытого акционерного общества «Российские железные дороги»: утв. и введ. распоряжением ОАО «РЖД» от 01.06.2006 № 1106 р. – [М., 2006]. – 6 с.
3. Гапанович В. А. Методология оценки работы структурных подразделений / В. А. Гапанович, А. В. Горелик, Д. В. Шалягин, Б. Ф. Безродный // Автоматика, связь, информатика. – 2013. – № 1. – С. 2–5.
4. Шаманов В. И. Методы оптимизации технического обслуживания систем автоматики / В. И. Шаманов // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2. – № 4. – С. 481–496.
5. Брейдо А. И. Организация обслуживания устройств железнодорожной автоматики и связи / А. И. Брейдо, В. А. Овсянников. – М.: Транспорт, 1983. – 208 с.
6. Ефанов Д. В. Становление и перспективы развития систем функционального контроля и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Ефанов // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 1. – № 1. – С. 124–148.

7. Бушуев В. Г. Возможности и применение систем технического диагностирования и удаленного мониторинга на базе микроЭВМ и программируемых контроллеров СТД-МПК / В. Г. Бушуев, К. В. Гундырев, Б. В. Рожкин // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2. – № 4. – С. 513–529.
8. Методика оценки и планирования показателя качества технической эксплуатации средств ЖАТ : утв. и введ. распоряжением ОАО «РЖД» 24.12.2013 № 2875р. – [М., 2013]. – 31 с.
9. Гапанович В. А. Внедрение методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики / В. А. Гапанович, А. В. Горелик, Д. В. Шалягин, Б. Ф. Безродный // Автоматика, связь, информатика. – 2012. – № 4. – С. 12–15.
10. Методика расчета показателей надежности и безопасности функционирования железнодорожной автоматики и телемеханики : утв. и введ. распоряжением ОАО «РЖД» 21.11.2015 № 3031р. – [М., 2013]. – 45 с.
11. Методика оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» : утв. и введ. распоряжением ОАО «РЖД» 21.11.2015 № 3031р. – [М., 2015]. – 39 с.
12. Горелик А. В. Нормирование показателей надежности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологий ALARP и УРРАН / А. В. Горелик, П. А. Неваров, А. В. Орлов, Н. А. Тарадин, И. А. Журавлев, А. С. Веселова, Д. В. Солдатов, П. В. Савченко. – М. : МИИТ, 2016. – 26 с.
13. ГОСТ Р 54505–2011. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте : утв. и введ. 23.11.2011. – М. : Федер. агентство по техническому регулированию и метрологии, 2011. – 50 с.
14. Горелик А. В. Комплексная оценка деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А. В. Горелик, П. А. Неваров, А. В. Орлов, Н. А. Тарадин, И. А. Журавлев, А. С. Веселова, П. В. Савченко. – М. : МИИТ, 2016. – 20 с.

*Alexander V. Gorelik,
Nikolay A. Taradin,
Anastasia S. Veselova*

«Automation and telemechanics on railway transport» department
Moscow state university of railway engineering

Dmitry V. Soldatov

Design Bureau for Infrastructure – a branch of JSC «Russian Railways»

Quality assessment of railway automatics and telemechanics maintenance systems

The given study suggests applying an integral performance index of railway automation and remote control (RARC) systems' maintenance for quality assess-

ment of the latter, based on risk assessment, which may be caused by eventual failures of these systems. Integral performance index value is a combination of basic and complementary parameters' assessment.

The basic quality parameter of RARC systems' maintenance within the distance of signals and interlocking production activity is estimated on the basis of ALARP model (meaning «as low as reasonably practicable» – «The risk is as low as it is reasonably practicable») and URRAN strategy (Resources, risks management at all stages of systems and equipment life cycle on the basis of reliability analysis), by means of comparing true values of reliability indices of RARC systems' functioning with regulations. Moreover, the influence of RARC systems' maintenance quality on a current level of risk is considered, related to reliability of RARC system's functioning, taking into account the rate and specialization of a railway. In order to estimate the influence of RARC system's functioning reliability on a transit process, a risk matrix is applied, in which the level of implications' scale is expressed in terms of train outage hours' loss, which represent resultant delays of all trains caused by RARC system's failure.

On the basis of the method, introduced in the given study, the assessment of different structural units of JSC «Russian Railways» automatics and telemechanics, as a constituent part of an integrated system of branch resources management, may be carried out.

systems of automation and remote control; signalling and interlocking distance; reliability; risk matrix; train outage hours; operating ratio; maintenance and repair.

References

1. Typical provision on the distance of signalling, interlocking and blocking – the structural subdivision of the railway – the branch of the open joint-stock company «Russian Railways», approved. And enter. By the order of JSCo «Russian Railways» of June 27, 2006 N 1301r (as amended by Russian railways ordinance N 1144r dated May 29, 2010) [Tipovoe polozhenie o distancii signalizacii, centralizacii i blokirovki – strukturnom podrazdelenii zheleznoj dorogi – filiala otkrytogo akcionernogo obshchestva «Rossijskie zheleznye dorogi», utv. i vved. rasporyazheniem OAO «RZHD» ot 27 iyunya 2006 g. № 1301r (V red. Rasporyazheniya OAO «RZHD» ot 29.05.2010 N 1144r)]. – 5 p.
2. A standard provision on the service of automation and remote control of the railway, a branch of the open joint-stock company Russian Railways. And enter. By the order of Russian Railways of June 1, 2006 N 1106r [Tipovoe polozhenie o sluzhbe avtomatiki i telemekhaniki zheleznoj dorogi – filiala otkrytogo akcionernogo obshchestva «Rossijskie zheleznye dorogi», utv. i vved. rasporyazheniem OAO «RZHD» ot 01 iyunya 2006 g. № 1106r]. – 6 p.
3. Gapanovich V.A., Gorelik A.V., SHalyagin D.V., Bezrodnyj B.F. (2013). Methodology for evaluating the work of structural units [Metodologiya ocenki raboty struk-

- turnyh podrazdelenij]. Automation, remote control and communication [Avtomatika, svyaz' informatika], issue 1. – Pp. 2–5.
4. Shamanov V. I. (2016). Methods of optimization of technical maintenance of automation systems [Metody optimizacii tekhnicheskogo obsluzhivaniya sistem avtomatiki], Automation on Transport [Avtomatika, svyaz' informatika], vol 2, issue 4. – Pp. 481–496.
 5. Brejdo A. I., Ovsyannikov V. A. (1983). Organization of maintenance of railway automation and communication devices [Organizaciya obsluzhivaniya ustrojstv zheleznodorozhnoj avtomatiki i svyazi]. Moscow, Transport [Transport]. – 208 p.
 6. Efanov D. V. (2016). Becoming and development prospects of concurrent error detection and monitoring systems of railway automation and remote control devices [Stanovlenie i perspektivy razvitiya sistem funkcional'nogo kontrolya i monitoringa ustrojstv zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki], Automation on Transport [Avtomatika na transporte], vol. 1, issue 1. – Pp. 124–148.
 7. Bushuev V. G., Gundyrev K. V., Rozhkin B. V. (2016). Capabilities and application of technical diagnostics and remote monitoring system, based on microcomputer and programmable STD-MPK controllers [Vozmozhnosti i primenenie sistem tekhnicheskogo diagnostirovaniya i udalennogo monitoringa na baze mikroEVM i programmiruemykh kontrollerov STD-MPK], Automation on Transport [Avtomatika na transporte], vol. 2, issue 4. – Pp. 513–529.
 8. Methodology for the evaluation and planning of the quality index of technical operation of automation and remote control facilities. And enter. By the order of Russian Railways of December 24, 2013 N 2875 r [Metodika ocenki i planirovaniya pokazatelya kachestva tekhnicheskoy ehkspluatacii sredstv ZHAT, utv. i vved. rasporyazheniem OAO «RZHD» ot 24 dekabrya 2013 N 2875r]. – 31 p.
 9. Gapanovich V. A., Gorelik A. V., Shalyagin D. V., Bezrodnyj B. F. (2012). Implementation of the URAN methodology in the economy of automation and remote control [Vnedrenie metodologii URRAN v hozyajstve avtomatiki i telemekhaniki], Automation, Remote Control and Communication [Avtomatika, svyaz' informatika], issue 4. – Pp. 12–15.
 10. The methodology for calculating the reliability and safety performance of railway automation and remote control. And enter. By the order of Russian Railways of November 21, 2015, N 3031r [Metodika rascheta pokazatelej nadezhnosti i bezopasnosti funkcionirovaniya zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki, utv. i vved. rasporyazheniem OAO «RZHD» ot 21 noyabrya 2015 N 3031r]. – 45 p.
 11. Methodology for assessing the risks associated with the operation of railway automation and remote control systems of JSCo Russian Railways. And enter. By the order of Russian Railways of November 21, 2015, N 3031r [Metodika ocenki riskov, svyazannyh s funkcionirovaniem sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki OAO «RZHD», utv. i vved. rasporyazheniem OAO «RZHD» ot 21 noyabrya 2015 N 3031r]. – 39 p.
 12. Gorelik A. V., Nevarov P. A., Orlov A. V., Taradin N. A. (2016). Rationing of indicators of reliability of functioning of railway automation and remote control systems on the basis of ALARP and URRAN methodology [Normirovanie pokazatelej na-

- dezhnosti funkcionirovaniya sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki na osnove metodologij ALARP i URRAN]. MIIT [i dr. MIIT]. Moscow. – 26 p.
13. GOST R 54505–2011. Functional safety. Risk management in railway transport, approved. And enter. 23.11.2011. Moscow: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology [GOST R 54505–2011. Bezopasnost' funktsional'naya. Upravlenie riskami na zheleznodorozhnom transporte: utv. i vved. 23.11.2011. Moscow, Feder. agentstvo po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii]. – 50 p.
 14. Gorelik A. V., Nevarov P. A., Orlov A. V., Taradin N. A. (2016). Comprehensive assessment of the activity of structural subdivisions of the automation and remote control industry in terms of reliability and safety of the operation of railway automation and remote control systems [Kompleksnaya ocenka deyatelnosti strukturnykh podrazdelenij hozyajstva avtomatiki i telemekhaniki po pokazatelyam nadezhnosti i bezopasnosti funkcionirovaniya sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki]. Moscow. – 20 p.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии Вал. В. Сапожниковым
Поступила в редакцию 13.06.2017, принята к публикации 14.08.2017*

ГОРЕЛИК Александр Владимирович – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Железнодорожная автоматика, телемеханика и связь» Российского университета транспорта (МИИТ).
e-mail: agorelik@yandex.ru

ТАРАДИН Николай Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Железнодорожная автоматика, телемеханика и связь» Российского университета транспорта (МИИТ).
e-mail: taradin_na@mail.ru

ВЕСЕЛОВА Анастасия Сергеевна – старший преподаватель кафедры «Железнодорожная автоматика, телемеханика и связь» Российского университета транспорта (МИИТ).
e-mail: stena89@bk.ru

СОЛДАТОВ Дмитрий Владимирович – заместитель начальника отдела безопасности Проектно-конструкторского бюро по инфраструктуре – филиала ОАО «РЖД».
e-mail: dvsoldatov@yandex.ru

© Горелик А. В., Тарадин Н. А., 2017
© Веселова А. С., Солдатов Д. В., 2017