

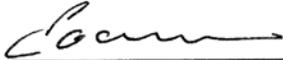
УДК 656.25

Определение эффективности эксплуатации и модернизации систем железнодорожной автоматики и телемеханики в зависимости от классификации железнодорожных линий / Веселова А.С., Горелик А.В., Дорохов В.С., Журавлев И.А., Неваров П.А., Орлов А.В., Савченко П.В., Тарадин Н.А. МИИТ – Москва, 2016. – 17 с.: 3 ил. – Библиогр. 7 назв. – Рус. -
Деп. в ВИНТИ 12.12.2016 № 166-В 2016

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
 УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II»
 (МГУПС (МИИТ))



РАЗРЕШАЮ
 НА ДЕПОНИРОВАНИЕ
 Проректор-директор РОАТ,
 д.т.н., профессор

 Апатцев В.И.

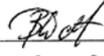
УДК 656.25

Веселова А.С., Горелик А.В., Журавлев И.А.,
 Неваров П.А., Орлов А.В., Савченко П.В., Тарадин Н.А.

Определение эффективности эксплуатации и модернизации систем
 железнодорожной автоматики и телемеханики в зависимости от
 классификации железнодорожных линий

Авторы










Веселова А.С.
 Горелик А.В.
 Дорохов В.С.
 Журавлев И.А.
 Неваров П.А.
 Орлов А.В.
 Савченко П.В.
 Тарадин Н.А.

Не возражаю против размещения полного текста
 статьи в электронную библиотеку

Москва, 2016

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(МГУПС (МИИТ))

УДК 656.25

Веселова А.С., Горелик А.В., Дорохов В.С., Журавлев И.А., Неваров П.А.,
Орлов А.В., Савченко П.В., Тарадин Н.А.

Определение эффективности эксплуатации и модернизации систем железнодорожной
автоматики и телемеханики в зависимости от классификации железнодорожных линий

Москва, 2016

Информация о статье

Деп. _____ № _____

Организация-депонент: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва

Название работы: Определение эффективности эксплуатации и модернизации систем железнодорожной автоматики и телемеханики в зависимости от классификации железнодорожных линий

Авторы:

Веселова А.С., (12.12.1989), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва, Российская Федерация

Горелик А.В., (01.06.1970), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва, Российская Федерация

Дорохов В.С., (04.12.1991), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва, Российская Федерация

Журавлев И.А., (19.03.1988), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва, Российская Федерация

Неваров П.А., (16.05.1984), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва, Российская Федерация

Орлов А.В., (01.06.1978), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва, Российская Федерация

Савченко П.В., (26.02.1980), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва, Российская Федерация

Тарадин Н.А., (03.06.1983), ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», г. Москва, Российская Федерация

Реферат: В данной работе устанавливаются основные принципы определения эффективности эксплуатации и модернизации систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) в зависимости от классификации железнодорожных линий, которая включает следующие основные операции:

- определение функциональной эффективности системы ЖАТ;
- определение технической эффективности системы ЖАТ;
- определение сравнительной экономической эффективности вариантов модернизации системы ЖАТ;
- ранжирование участков в порядке приоритетности модернизации системы ЖАТ с учетом классификации железнодорожных линий.

Эффективность модернизации систем ЖАТ определяется функциональным ресурсом этих систем, оценкой прогнозного уровня риска их функционирования, а также оценкой сравнительной экономической эффективности вариантов модернизации систем ЖАТ.

Ключевые слова: железнодорожная инфраструктура, жизненный цикл, эффективность функционирования, модернизация, класс железнодорожной линии

Язык: рус.

Страниц: 17

Ил.: 3

Библ.: 7

Определение эффективности эксплуатации и модернизации систем железнодорожной автоматики и телемеханики в зависимости от классификации железнодорожных линий

Процесс регулирования движения поездов (РДП), который реализуется посредством системы ЖАТ, должен обеспечить заданный уровень пропускной способности участка железной дороги, в соответствии с заданными значениями показателей безопасности движения поездов и надежности систем ЖАТ, что оценивается с точки зрения эффективности функционирования систем ЖАТ. Технические средства (ТС) в технологическом процессе выступают в качестве активного средства достижения цели, и в этом случае понятие эффективности технологического процесса отождествляется с понятием эффективности ТС [1], т. е. эффективность технологического процесса РДП обеспечивается эффективностью функционирования (эксплуатации) систем ЖАТ.

Степень соответствия реального результата технологического процесса РДП требуемому определяет эффективность технологического процесса РДП. Результат технологического процесса РДП, а, следовательно, и его эффективность определяются качеством функционирования системы ЖАТ, условиями способами ее применения по целевому назначению. С учетом эффективности технологического процесса РДП на рисунке 1 представлена обобщенная схема определения эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ в зависимости от классификации железнодорожных линий.

Определение эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ начинается с определения функциональной эффективности системы ЖАТ, первым этапом которой является проверка соответствия технических требований к железнодорожным линиям в зависимости от классов и специализаций. Вторым этапом является расчет функционального ресурса системы ЖАТ [2].

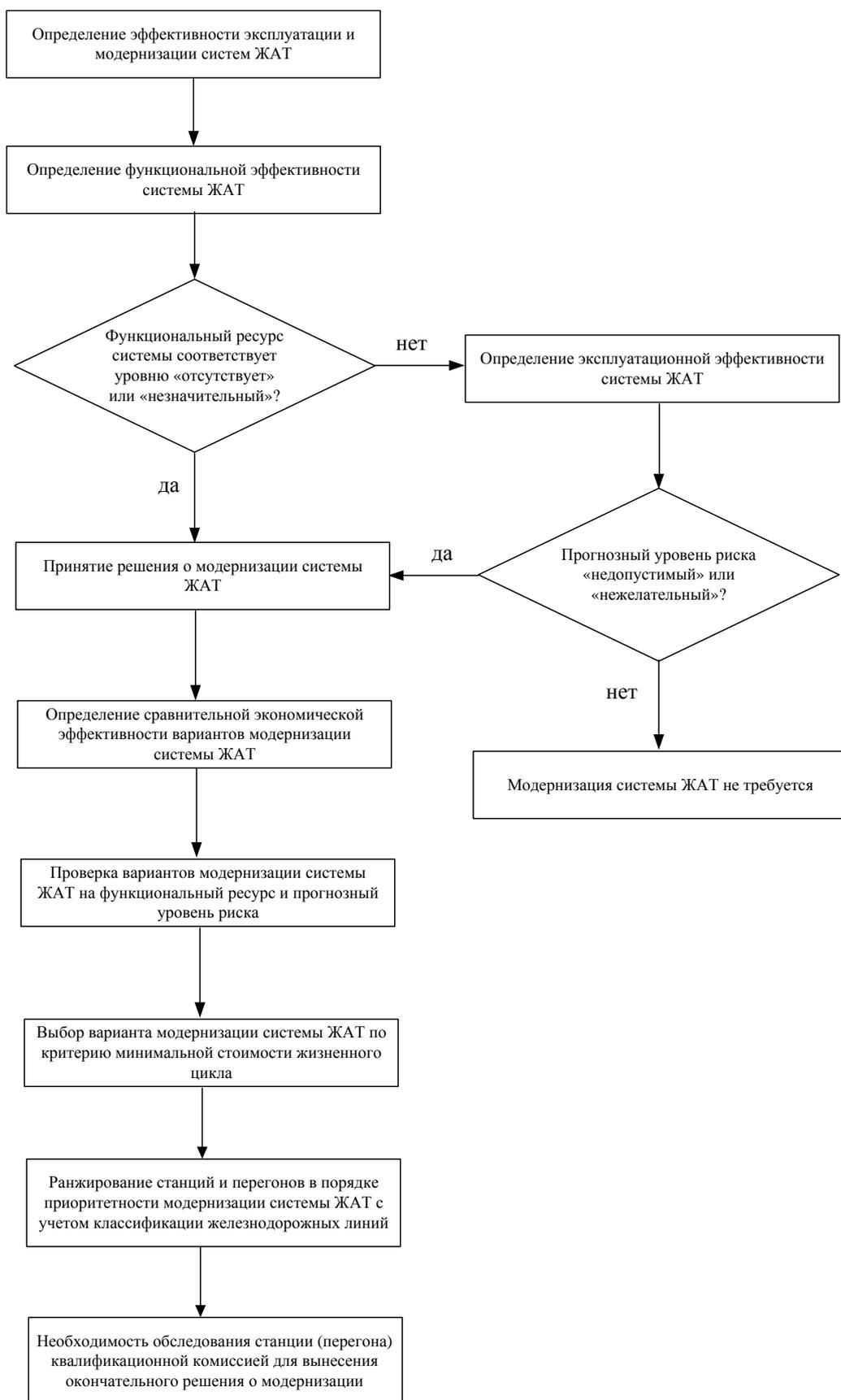


Рисунок 1 – Схема определения эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ в зависимости от классификации железнодорожных линий

Если по результатам расчета функциональный ресурс системы ЖАТ соответствует уровню «отсутствует» или «незначительный», то принимается решение о модернизации системы ЖАТ, в противном случае производится определение технической эффективности системы ЖАТ, в результате которой рассчитывается фактический и прогнозный уровень риска по надежности функционирования системы ЖАТ [3]. Если прогнозный уровень риска функционирования системы ЖАТ «недопустимый» или «нежелательный», то эксплуатация данной системы ЖАТ признается неэффективной и принимается решение о её модернизации. В результате определения функциональной и технической эффективности функционирования составляется перечень станций и перегонов, где требуется модернизация систем ЖАТ с указанием различных их вариантов. Также модернизация системы ЖАТ может потребоваться по результатам анализа дополнительных эксплуатационных расходов, связанных с ненадежной работой систем ЖАТ. Выбор варианта модернизации каждой системы ЖАТ производится по критерию минимальной стоимости жизненного цикла системы с учетом возможности частичной модернизации. Окончательным этапом является ранжирование станций и перегонов в порядке приоритетности модернизации системы ЖАТ с учетом классификации железнодорожных линий для эффективного распределения средств на модернизацию.

Исходные данные для вычисления показателей эффективности представляют собой данные о моментах регистрации отказов, восстановления работоспособного состояния, регистрации отклонений от норм содержания, предотказных состояниях и содержатся в отчетах соответствующих информационных систем железнодорожного транспорта. Выборка данных должна осуществляться за период наблюдения, длительностью не менее трех последних календарных лет. Исходные данные для определения эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ

сводят в таблицу 1. В таблицу заносится фактический и прогнозный уровень риска, связанный с уровнем надежности функционирования систем ЖАТ.

Таблица 1 – Исходные данные для определения эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ

№ п/п	Наименование станции (пергона)	Наименование системы ЖАТ	Класс железнодорожной линии	Специализация железнодорожной линии	Фактический уровень риска	Прогнозный уровень риска	Функциональный ресурс
1	2	3	4	5	6	7	8

Определение функциональной эффективности эксплуатации систем ЖАТ производится на основе оценки функционального ресурса находящихся в эксплуатации систем ЖАТ. Предварительно для каждой системы ЖАТ, находящейся в эксплуатации, требуется проверка соответствия матрице технических требований к железнодорожным линиям в зависимости от классов и специализаций (далее – Матрица технических требований). При необходимости Матрица технических требований может быть актуализирована, дополнена или изменена на основе стандартов, технических условий, методик по эксплуатации и других документов, утвержденных в установленном порядке. Внесение таких изменений осуществляется на основе распорядительного акта центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД».

В том случае, если система ЖАТ не удовлетворяет Матрице технических требований, то требуется ее модернизация. В противном случае необходимо произвести расчет функционального ресурса системы ЖАТ. Для находящихся в эксплуатации систем ЖАТ, у которых функциональный ресурс «отсутствует» или характеризуется как «незначительный», требуется модернизация. Для находящихся в эксплуатации систем ЖАТ, у которых

функциональный ресурс «высокий» или «средний», требуется определение эксплуатационной эффективности системы ЖАТ.

В результате определения функциональной эффективности систем ЖАТ, составляется перечень станций и перегонов, где требуется модернизация систем ЖАТ. Данный перечень сводят в таблицу 2.

Таблица 2 – Станции и перегоны, где требуется модернизация систем ЖАТ на основе определения функциональной эффективности

№ п/п	Наименование станции (перегона)	Наименование системы ЖАТ	Класс железнодорожной линии	Специализация железнодорожной линии	Соответствие Матрице (приложение Б)	Функциональный ресурс
1	2	3	4	5	6	7

Для определения технической эффективности системы ЖАТ требуются значения фактического и прогнозного уровней рисков, связанных с уровнем надежности функционирования системы ЖАТ. Фактический уровень риска определяется на основе статистической информации. Прогнозный уровень риска рекомендуется определять в момент времени, отстоящий от текущего момента времени на один год.

Эксплуатация системы ЖАТ признается эффективной, если прогнозный уровень риска соответствует уровням «допустимый» или «не принимаемый в расчет». Эксплуатация системы ЖАТ предположительно признается неэффективной, если прогнозный уровень риска соответствует уровням «недопустимый» или «нежелательный». Окончательно вывод о необходимости модернизации системы ЖАТ делается с учетом определения функциональной эффективности вариантов модернизации системы ЖАТ.

В зависимости от соотношения фактического и прогнозного уровней риска возможны четыре основные стратегии эффективности эксплуатации

систем ЖАТ. Стратегии представлены в виде схемы, изображенной на рисунке 2, а определяются для систем ЖАТ в соответствии с таблицей 3.

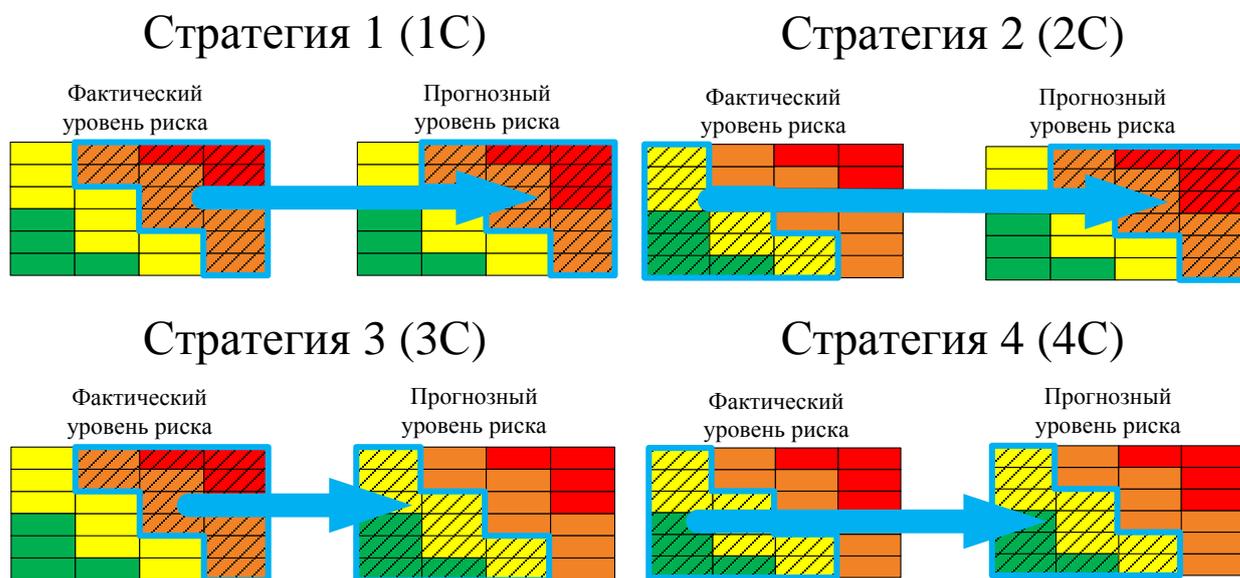


Рисунок 2 – Стратегии прогнозирования эффективности эксплуатации систем ЖАТ

Таблица 3 – Определение стратегий эффективности эксплуатации систем ЖАТ

		Прогнозный уровень риска			
		Недопустимый	Нежелательный	Допустимый	Не принимаемый в расчет
Фактический уровень риска	Недопустимый	1С	1С	3С	3С
	Нежелательный	1С	1С	3С	3С
	Допустимый	2С	2С	4С	4С
	Не принимаемый в расчет	2С	2С	4С	4С

Стратегии эффективности эксплуатации систем ЖАТ характеризуются следующим образом:

- Стратегия 1 (1С): эксплуатацию системы ЖАТ можно признать неэффективной. Требуется модернизация системы ЖАТ с учетом оценки эффективности ее проведения (первая очередь модернизации);

- Стратегия 2 (2С): эксплуатацию системы ЖАТ можно признать неэффективной. Необходимо произвести модернизацию системы ЖАТ при наличии средств с учетом оценки эффективности ее проведения (вторая очередь модернизации);

- Стратегия 3 (3С): эксплуатацию системы ЖАТ можно признать эффективной. Проведение модернизации системы ЖАТ не обязательно;

- Стратегия 4 (4С): эксплуатацию системы ЖАТ можно признать эффективной. Проведение модернизации системы ЖАТ не требуется. Существует возможность оптимизации эксплуатационных расходов.

Исходя из значений, представленных в таблице 1 и в соответствии с таблицей 3 каждой системе ЖАТ присваивается тот или иной номер стратегии эффективности эксплуатации.

Для стратегии 2С существует возможность корректировки прогнозного уровня риска путем проведения мероприятий по частичному или полному изменению технологии технического обслуживания систем ЖАТ на участке. При этом, производится корректировка значения $\lambda_{\text{прог}}$ и пересчет прогнозного уровня риска в соответствии с [4]. Если в данном случае риск будет соответствовать уровню «допустимый» или «не принимаемый в расчет», то прогноз эффективности эксплуатации систем ЖАТ будет соответствовать стратегии 3С и проведение модернизации системы ЖАТ не обязательно. Указанная операция не производится, когда качество технического обслуживания получает оценку «неудовлетворительно».

В результате определения технической эффективности систем ЖАТ, составляется перечень участков (станций и перегонов), где требуется модернизация систем ЖАТ. Данный перечень сводят в таблицу 4.

Таблица 4 – Участки, где требуется модернизация систем ЖАТ на основе определения технической эффективности

№ п/п	Наименование станции (перегона)	Наименование системы ЖАТ	Класс железнодорожной линии	Специализация железнодорожной линии	Номер стратегии эффективности эксплуатации системы ЖАТ
1	2	3	4	5	6

Дополнительные эксплуатационные расходы, связанные с ненадежной работой, должны определяться для всех рассматриваемых систем ЖАТ с учетом $\lambda_{\text{ПРОГ}}$. В том случае, если дополнительные эксплуатационные расходы для системы ЖАТ превысят допустимое значение, то система ЖАТ требует модернизации, даже если при определении функциональной и технической эффективности модернизация не требуется.

Варианты модернизации системы ЖАТ, не удовлетворяющие Матрице технических требований, признаются неэффективными и в дальнейшем не рассматриваются. В противном случае определяется функциональный ресурс. Варианты модернизации системы ЖАТ, у которых функциональный ресурс «отсутствует» или характеризуется как «незначительный», признаются неэффективными и в дальнейшем не рассматриваются. В противном случае для каждого варианта модернизации системы ЖАТ производится корректировка значения $\lambda_{\text{ПРОГ}}$ для повторного оценивания прогнозного значения риска.

Если прогнозный риск с учетом варианта модернизации системы ЖАТ будет соответствовать уровню «недопустимый» или «нежелательный», то данный вариант признается неэффективным. В этом случае, эксплуатацию системы ЖАТ нельзя признать неэффективной. Как следствие, причиной повышенного уровня риска на участке не будет являться функционирование системы ЖАТ.

В качестве вариантов модернизации системы ЖАТ будут рассматриваться только те, которые будут удовлетворять Матрице технических требований, иметь функциональный ресурс «высокий» или «средний», прогнозный уровень риска «допустимый» или «не принимаемый в расчет».

Возможность частичной модернизации систем ЖАТ определяется на основании инструмента «Анализ Парето» [5]. Целью использования инструмента «Анализ Парето» является:

- предоставление информации о факторах (причинах), влияющих на изменение характеристики, в удобной и наглядной форме;
- ранжирование факторов (причин) и распределение приоритетов в последующих действиях;
- оценивание результативности и эффективности предлагаемых действий;
- область первоочередных мероприятий.

Основным инструментом «Анализа Парето» является диаграмма Парето, которая показывает в убывающем порядке относительное влияние каждой причины на общую проблему. Относительное влияние может быть исследовано на количестве несоответствий, потерях, вызванных каждой причиной, или на другом факторе влияния на проблему. Для анализа эффективности комплексной и частичной модернизации систем следует применять диаграмму Парето по результатам деятельности. Эта диаграмма предназначена для выявления главной причины и отражает нежелательные результаты деятельности в виде инцидентов по различным устройства ЖАТ.

Исходные данные для построения диаграммы Парето определяются на основании расчёта показателей надёжности и безопасности функционирования систем ЖАТ. Фактическое значение интенсивности инцидентов устройств ЖАТ определяют по формуле:

$$\lambda_{\phi} = \frac{k_1 \cdot \sum_{i=1}^n \lambda_i^{(o)} + \sum_{i=1}^{N_1} \lambda_i^{(1)} + \sum_{i=1}^{N_2} \lambda_i^{(2)}}{n + N_1 + N_2}. \quad (1)$$

k_1 – поправочный коэффициент:

– $k_1 = 1$ (участок оборудован системой ДК);

– $k_1 = 1.6$, (участок не оборудован системой ДК);

$\lambda_1^{(o)}$ - интенсивность отказов устройства ЖАТ;

$\lambda_1^{(1)}$ - интенсивность предотказных состояний устройства ЖАТ;

$\lambda_1^{(2)}$ - интенсивность замечаний по устройству ЖАТ.

Количество инцидентов является величина обратная интенсивности инцидентов.

Принцип Парето говорит о том, что, как правило, порядка 20 % наиболее значимых факторов приносят 80 % - й вклад в изменение характеристики, поэтому целью применения диаграммы является выбор именно этих факторов. Пример диаграммы Парето приведен на рисунке 3.

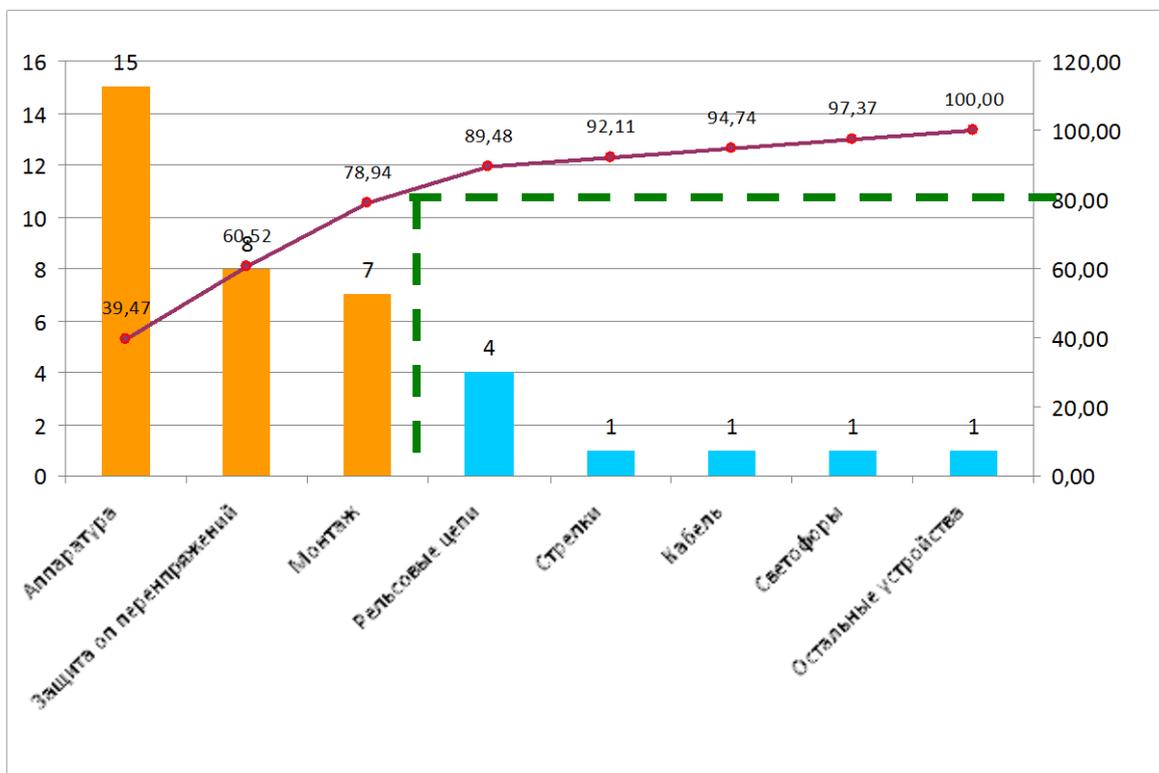


Рисунок 3 – Пример диаграммы Парето

В соответствии с диаграммой Парето определяются те устройства ЖАТ, которые приносят 80 % - й вклад в изменение количества инцидентов. Частичная модернизация системы ЖАТ производится путем модернизации данных устройств ЖАТ. Варианты частичной модернизации системы ЖАТ должны удовлетворять Матрице технических требований, иметь функциональный ресурс «высокий» или «средний», прогнозный уровень риска «допустимый» или «не принимаемый в расчет». В противном случае возможна только комплексная модернизация системы ЖАТ.

При наличии двух и более альтернативных вариантов модернизации системы ЖАТ, следует проводить оценку сравнительной экономической эффективности способа модернизации системы ЖАТ. Оценка подобного рода заключается в расчете стоимости жизненного цикла (СЖЦ).

Результаты расчета стоимости жизненного цикла систем ЖАТ для каждого варианта модернизации сводят в таблицу 5.

Таблица 5 – Стоимость жизненного цикла вариантов модернизации систем ЖАТ

№ п/п	Наименование станции (перегона)	Наименование системы ЖАТ	Наименование системы ЖАТ варианта модернизации	Стоимость жизненного цикла системы ЖАТ (тыс. руб.)
1	2	3	4	5

Для модернизации следует использовать тот вариант, у которого стоимость жизненного цикла (СЖЦ) меньше. Для модернизации отдается предпочтение тем системам ЖАТ, которые уже внедрены на железнодорожной линии одного класса, даже в этом случае, когда СЖЦ данной системы ЖАТ превышает минимальную СЖЦ альтернативной системы ЖАТ. Рекомендуемое превышение СЖЦ не должно быть больше 25%. Для каждого участка (перегона/станции), приведенного в таблице 5, определяется единственный вариант модернизации.

Для оценки приоритетности модернизации систем ЖАТ необходимо ранжировать станции и перегоны в зависимости от классификации железнодорожных линий. Для проведения ранжирования подобного рода классы линий со специализациями объединяются в следующие блоки [6]:

1 блок – 1В: высокоскоростная железнодорожная линия 1 класса;

2 блок – 1С: скоростная железнодорожная линия 1 класса;

3 блок – 1П, 2П, 3П, 4П, 5П – железнодорожные линии 1, 2, 3, 4 и 5 классов соответственно с преимущественно пассажирским движением;

4 блок – 1Г, 1О, 1Т, 2Г, 2Т – железнодорожные линии 1 и 2 классов с преимущественно грузовым и тяжеловесным грузовым движением, а также особо грузонапряженная железнодорожная линия 1 класса;

5 блок – 3Г, 3Т, 4Г, 4Т – железнодорожные линии 3 и 4 классов с преимущественно грузовым и тяжеловесным грузовым движением;

6 блок – 3М, 4М, 5М, 5Г, 5Т, железнодорожные линии 3, 4 и 5 классов (подъездные пути с организованным пассажирским движением), а также железнодорожная линия 5 класса с преимущественно грузовым и тяжеловесным грузовым движением.

Наивысший приоритет на модернизацию системы ЖАТ имеют те станции и перегоны, где система ЖАТ не удовлетворяет Матрице технических требований. Следующими по приоритету на модернизацию системы ЖАТ признаются те станции и перегоны, где система ЖАТ соответствует требованиям функциональной эффективности. Наименьшим приоритетом на модернизацию системы ЖАТ обладают станции и перегоны, перечисленные в таблице 4.

Соответствие Матрице технических требований, функциональный ресурс, номер стратегии прогнозирования эффективности эксплуатации систем ЖАТ, класс и специализация железнодорожной линии определяют ранг системы ЖАТ в части ее модернизации. Ранги в порядке убывания приоритета на модернизацию системы ЖАТ по расчету технической эффективности определяются в соответствии с таблицей 4.

В том случае, когда двум и более системам ЖАТ присваивается одинаковый ранг, приоритет на модернизацию имеет та система, у которой больше значение прогнозного риска потерь, которое вычисляется по формуле:

$$R_{\text{ПРОГ}} = T_3 \cdot P_{30} \quad (2)$$

где T_3 - результирующее количество поездо-часов задержки за расчетный период, определяется в соответствии с [7];

P_{30} - вероятность задержки поезда из-за отказа системы ЖАТ, определяется в соответствии с [7].

Результаты определения эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ в зависимости от классификации железнодорожных линий сводятся в таблицу, форма которой приведена в виде таблицы 6. Станции и перегоны, где требуется модернизация, указываются в порядке убывания рангов.

Таблица 6 – Результаты определения эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ

Ранг	Обозначение системы ЖАТ	Название станции (перегона)	Наименование системы ЖАТ варианта модернизации (вариант частичной модернизации)	Капитальные затраты (тыс. руб.)	Кумулятивные затраты на модернизацию
1	2	3	4	5	6

Примечание: кумулятивные затраты на модернизацию определяются как сумма капитальных затрат на модернизацию станции (перегона) текущего ранга и предыдущих станций (перегонов), имеющих высший ранг.

На основании таблицы 6 определяются станции и перегоны, где будет производиться модернизация системы ЖАТ в текущем периоде исходя из средств, выделяемых на модернизацию на структурное подразделение (дистанция СЦБ, служба СЦБ). Модернизация систем ЖАТ будет

производиться на тех станциях и перегонах, где кумулятивные затраты не превышают средств, выделяемых на модернизацию систем ЖАТ данного объекта инфраструктуры.

Список литературы

1. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдуревский (предс.) и др. – М.: Машиностроение, 1990.
2. Горелик, А.В. Оценка функционального ресурса систем железнодорожной автоматики и телемеханики / Веселова А.С., Горелик А.В., Журавлев И.А., Неваров П.А., Орлов А.В., Савченко П.В., Тарадин Н.А. МИИТ. – М., 2015. – 27 с., – Деп. в ВИНТИ 10.11.15, № 188–В2015.
3. Горелик, А.В. Оценка рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики / Веселова А.С., Горелик А.В., Журавлев И.А., Неваров П.А., Орлов А.В., Савченко П.В., Тарадин Н.А. МИИТ. – М., 2015. – 16 с., – Деп. в ВИНТИ 10.11.15, № 187–В2015.
4. Методика расчета показателей надежности и безопасности функционирования железнодорожной автоматики и телемеханики (утверждена ЦЗС Гапановичем В.А. 21 ноября 2015 г.).
5. Стандарт ОАО «РЖД» № СТО РЖД 1.05.515.2 «Методы и инструменты улучшений. Анализ Парето», утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 02 июня 2009 г. № 1150р.
6. Методика классификации и специализации железнодорожных линий ОАО «РЖД» (утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 23 декабря 2015 г. № 3048р).
7. Методика оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» (утверждена ЦЗС Гапановичем В.А. 21 ноября 2015 г.).