

Результаты работ по оценке предлагаемых технических и технологических решений, обеспечивающих отмену полного опробования тормозов в грузовых транзитных поездах, не прошедших гарантийный участок

Заместитель директора

НЦ «Нетяговый подвижной состав и автотормозные системы поезда» АО «ВНИИЖТ»

Горюнов Григорий Николаевич

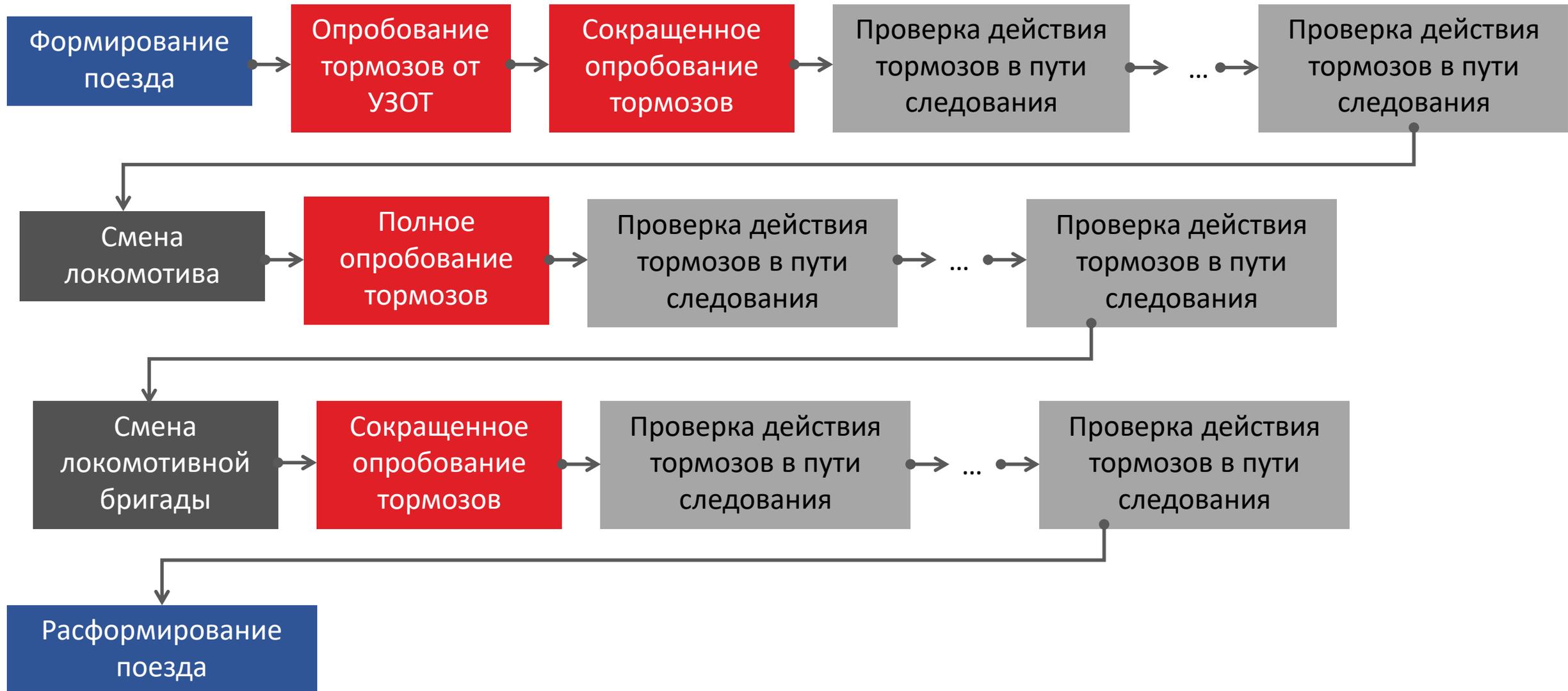
Основные нормативно-техническими документами, регламентирующие проведение полного и сокращенного опробования автоматических тормозов поезда

- ✓ Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утвержденные приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. № 286 (пункт 52 приложения № 6)
- ✓ Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава, утвержденные Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 6-7 мая 2014 г. № 60, пункт 133 главы VIII)
- ✓ Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрщику вагонов № 808 ПКБ ЦВ), утверждена Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 21-22 мая 2009 г. № 50, пункт 3.7.8)

Полное опробование автоматических тормозов выполняется:

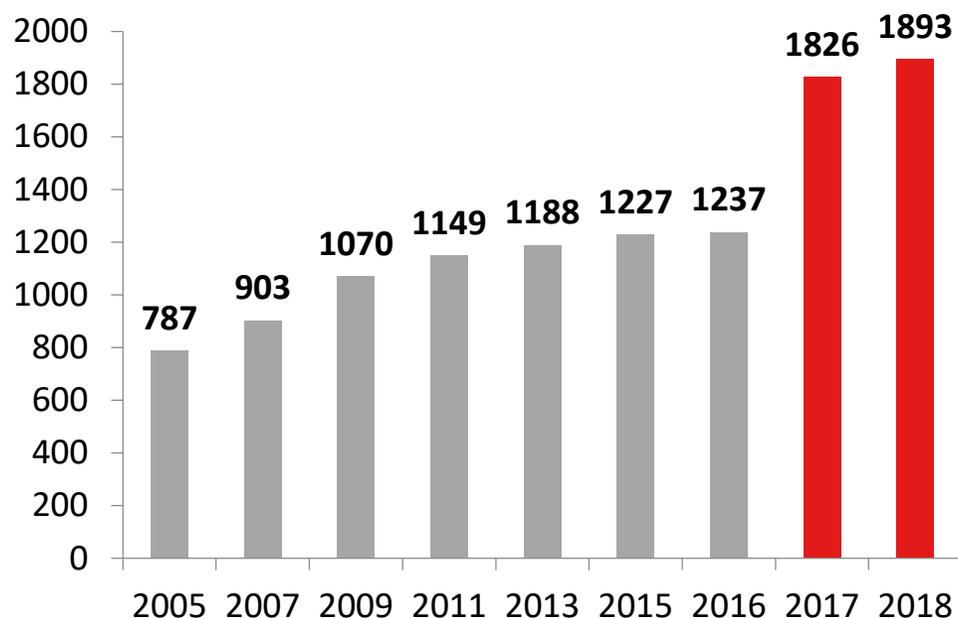
- ✓ на станциях формирования и оборота поездов перед их отправлением
- ✓ перед отправлением поезда с промежуточной станции после его стоянки без локомотивной бригады
- ✓ на станциях, разделяющих смежные гарантийные участки следования грузовых поездов, при техническом обслуживании состава без смены локомотива
- ✓ на станциях, предшествующих перегонам с затяжными спусками, где остановка поезда предусмотрена графиком движения
- ✓ **после смены локомотива**

Существующий процесс обеспечения безотказной работы тормозов грузового поезда



Предпосылки работы

Стратегическая цель: до 2025 года увеличить грузооборот на сети не менее чем на 25%



Средняя длина гарантийного участка

✓ **357 ПТО** обслуживания грузовых вагонов

✓ Полное опробование тормозов при смене локомотива в пределах гарантийного участка безопасного проследования грузовых поездов проводится - **163 ПТО**

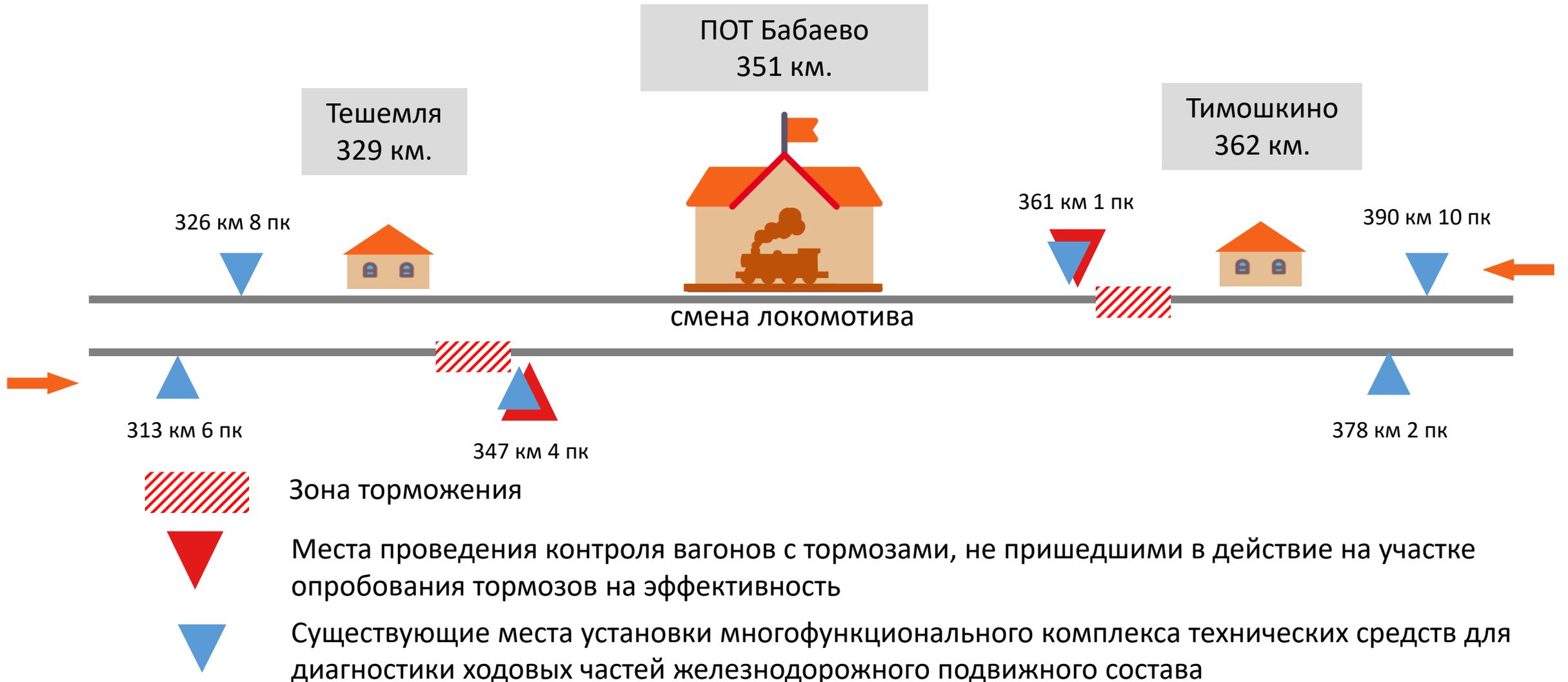
Предлагаемое решение: замена полного опробования на сокращенное на 163 ПТО

Технологические решения:

полное и расширенное сокращенное опробование тормозов

Технологические операции при опробовании тормозов	Вид опробования тормозов		
	полное	сокращенное	расширенное сокращенное
Проверка целостности тормозной магистрали поезда	+	-	+
Замер давления в тормозной магистрали хвостового вагона	+	-	+
Замер времени отпуска двух хвостовых вагонов	+	-	+
Проверка плотности тормозной сети при поездном положении управляющего органа крана машиниста	+	+	+
Проверка действия автоматических тормозов вагонов поезда на торможение	+ (все вагоны)	± (2 хвостовых вагона)	± (2 хвостовых и 2 головных вагона)
Проверка плотности тормозной магистрали поезда в положении управляющего органа крана машиниста, обеспечивающего поддержание заданного давления в тормозной магистрали после торможения	+	-	+
Проверка действия автоматических тормозов вагонов поезда на отпуск	+ (все вагоны)	± (2 хвостовых вагона)	2 хвостовых и 2 головных вагона)
Выдача «Справки об обеспечении поезда тормозами и исправном их действии»	+	-	-

Техническое решение: контроль работы тормозов вагонов грузового поезда, основанное на многофункциональном комплексе технических средств для диагностики ходовых частей железнодорожного подвижного состава (КТСМ)



Структурированный анализ рисков SWIFT (ГОСТ 33433-2015 «Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте»)

Объект анализа

изменение технологии полного опробования тормозов при смене локомотива на сокращенное при существующей системе технического обслуживания и ремонта
- основные неисправности грузовых вагонов по КЖА 2005 04, код 400 Автотормоза

Цель изменения

грузовой поезд после смены локомотива и сокращенного опробования тормозов должен проехать гарантийное плечо без осмотра

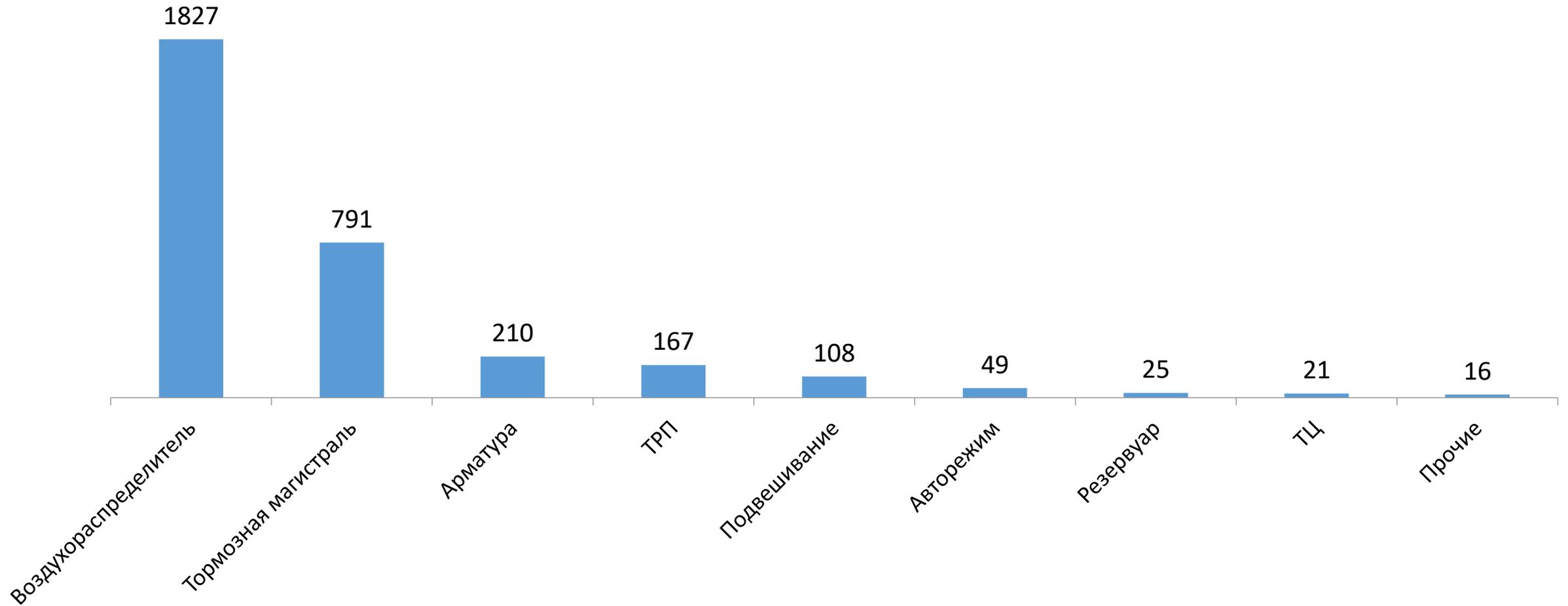
Что, если...

... данная неисправность не будет обнаружена?

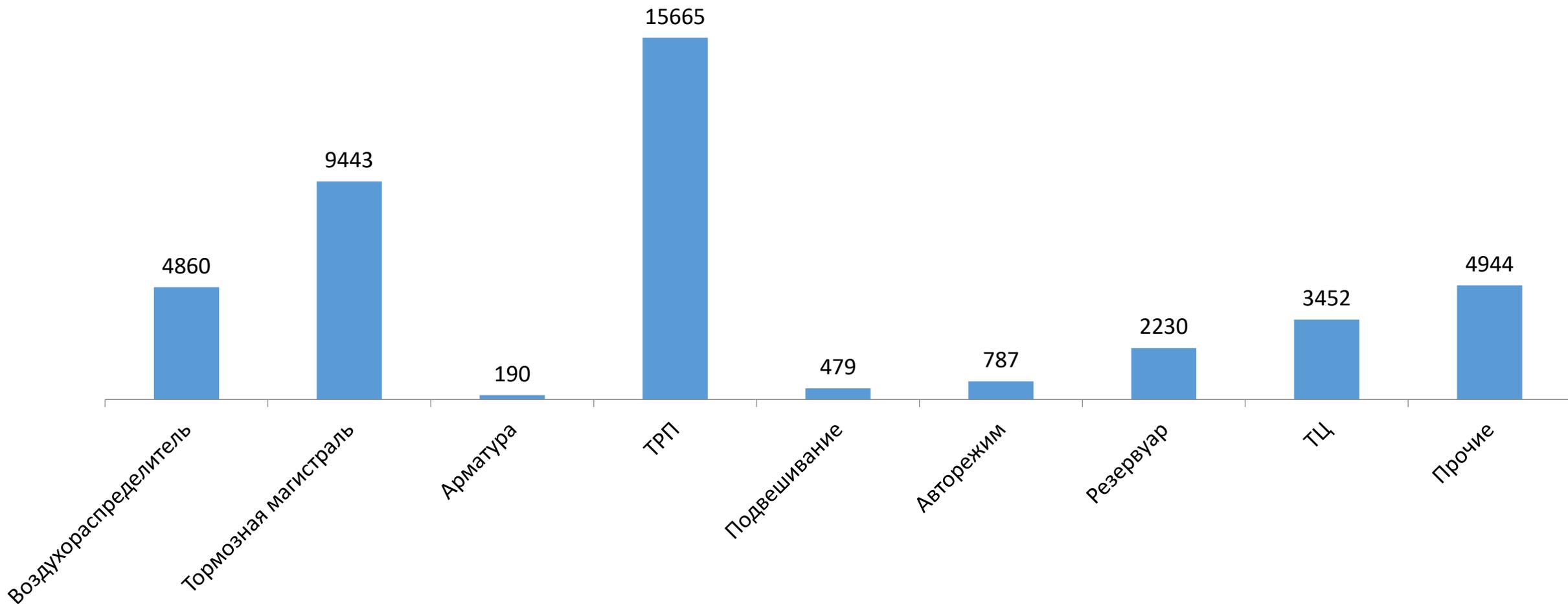
Исход

- **отказы 1-й категории** - задержка грузового поезда на перегоне (станции) на 1 час и более, либо приведшие к транспортным происшествиям или событиям, связанным с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта
- **отказы 2-й категории** - к задержка грузового поезда на перегоне (станции) продолжительностью от 6 минут до 1 часа

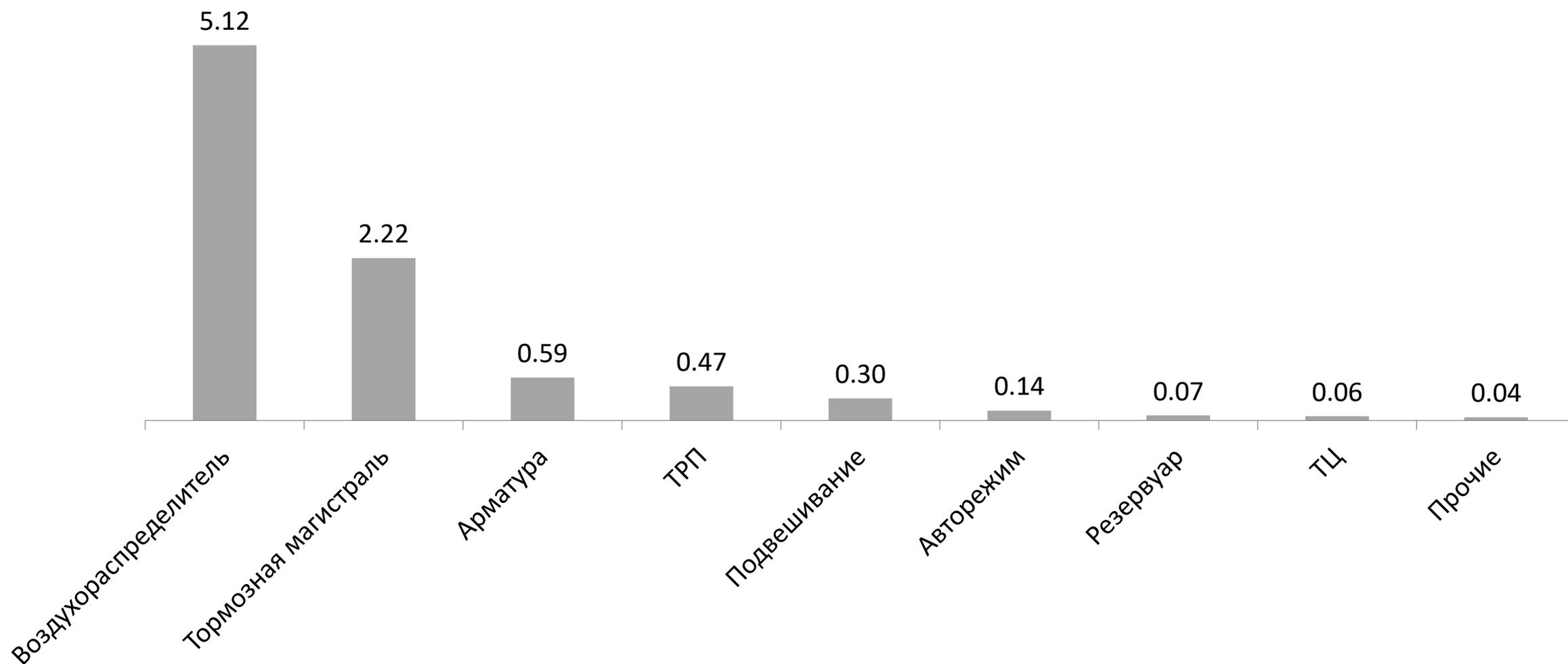
Отказы автотормозного оборудования 1 и 2 категорий на сети железных дорог ОАО «РЖД» по вагонному комплексу за 2018 год (по данным системы КАСАНТ)



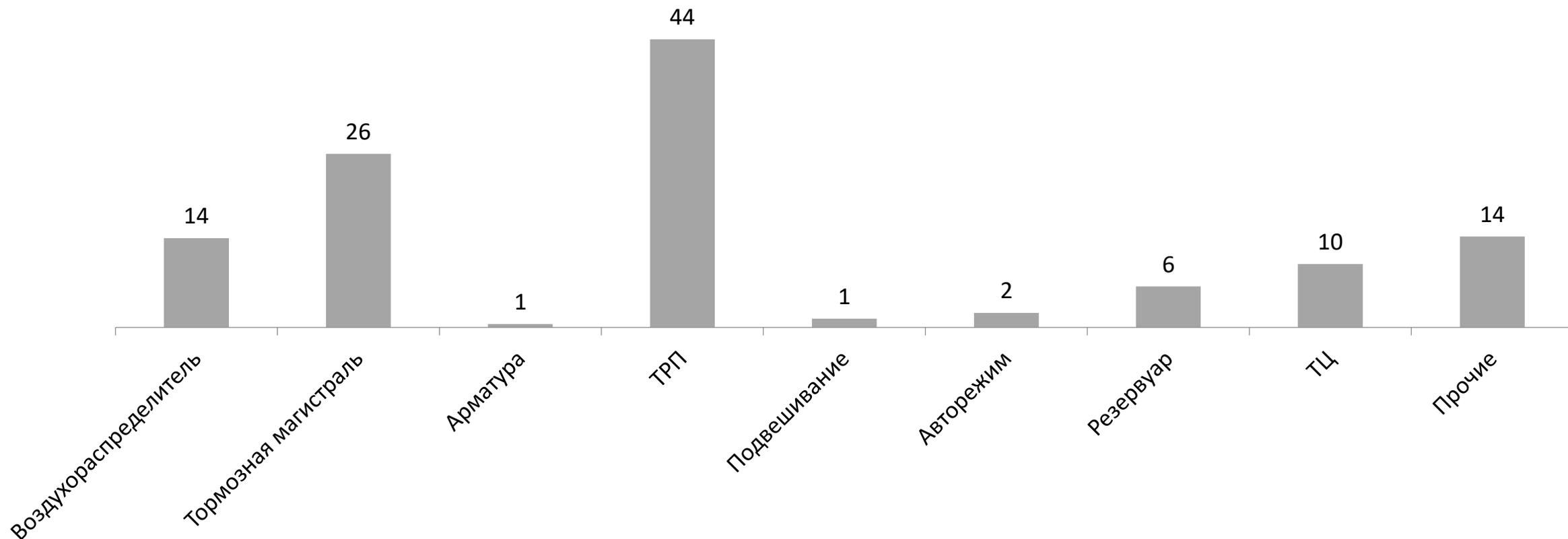
Распределение вагонов по неисправностям автотормозного оборудования за 2018 год , поступивших в ТОР (по данным ПКБ ЦВ)



Отказы автотормозного оборудования 1 и 2 категории на сети железных дорог ОАО «РЖД», отнесенные к одному ПТО за 2018 год



Распределение вагонов, поступивших в ТОР, по неисправностям автотормозного оборудования, выявленных на одном ПТО за 2018 год



Основные работы по безотцепочному ремонту вагонов на одном ПТО за 2018 год



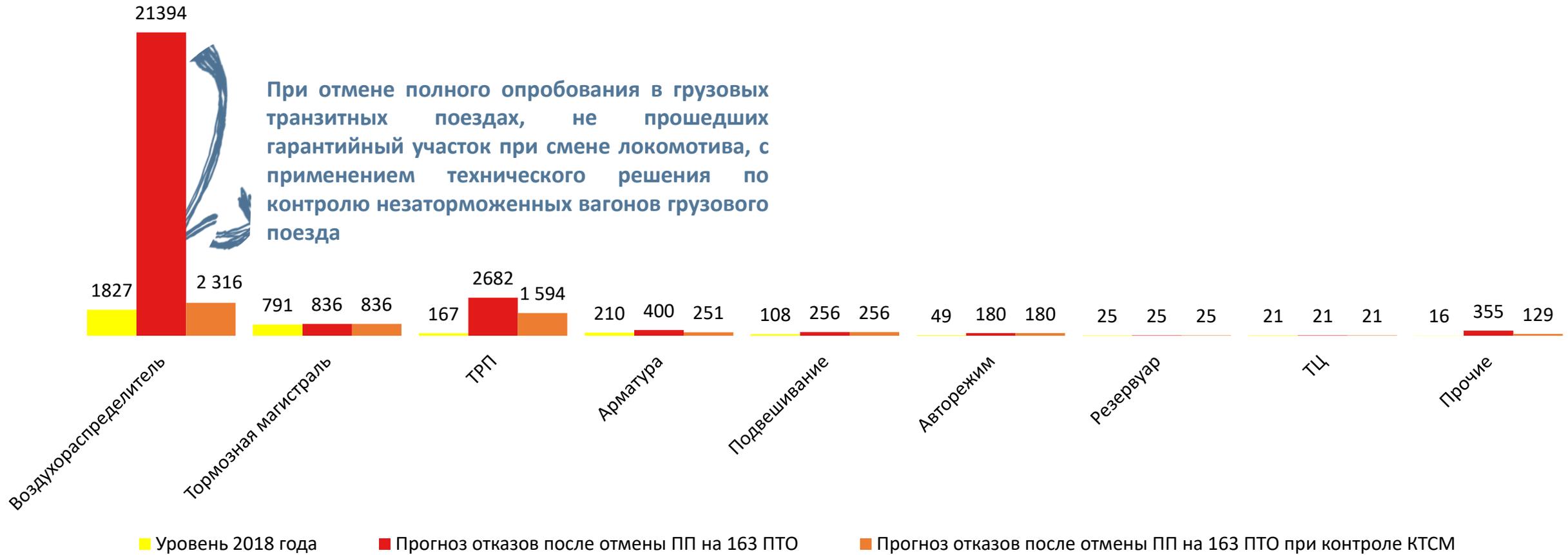
Принятые допущения

- ✓ существующая система обслуживания и ремонта грузовых вагонов остается неизменной, кроме замены полного опробования тормозов на сокращенное
- ✓ в качестве последствий рассматривается только отказ, произошедший на линии. Остальные возможные последствия не принимались к рассмотрению (события, произошедшие в пределах станции, ухудшение состояния вагонов и снижение срока их службы, увеличение стоимости ремонта вследствие повышенной вибрации и нагрузок из-за неустранимых неисправностей)
- ✓ места установки комплексов по контролю незаторможенных вагонов совпадают с местами проведения действия тормозов в пути следования
- ✓ эксплуатационная модель остается неизменной

Итоги SWIFT: Неисправности, которые вызовут наиболее вероятные отказы

Код	Неисправность	Ответ	Расширенное сокращенное		Расширенное сокращенное+КТСМ	
			Вероятность	Значимость	Вероятность	Значимость
411	Неисправность балочки авторежима или ее крепления	Отказ, падение деталей на путь, недостаточная тормозная эффективность	80%	высок.	80%	высок.
413	Излом опорной балочки авторежима	Отказ, недостаточная тормозная эффективность	80%	высок	80%	высок
443	Излом рычагов и тяг тормозной рычажной передачи	Отказ, возможно падение деталей на путь	50%	средн	25%	средн
445	Завар башмака	Отказ, недостаточная тормозная эффективность, возможен сход подвижного состава	95%	высок.	95%	высок.
452	Трещина/излом подвески тормозного башмака	Отказ, возможно падение деталей на путь, возможен сход подвижного состава	95%	высок.	95%	высок.
403	Неисправность воздухораспределителя	Отказ, недостаточная тормозная эффективность	30-40%	сред.	5%	низк.
405	Неисправность концевого крана	Отказ, остановка для установки обводного рукава	30%	высок.	30%	сред.
406	Неисправность разобщительного крана	Отказ, недостаточная тормозная эффективность, невозможность отключить неисправный воздухораспределитель	50-60%	высок.	30%	высок.
410	Неисправность тройника воздухопровода тормозной магистрали	Отказ, самопроизвольное торможение поезда, отсутствие управляемости поезда при больших утечках	60%	сред.	50-60%	высок.
441	Обрыв / излом воздухопровода и подводящих труб тормозной магистрали	Самопроизвольное торможение поезда, отсутствие управляемости поезда при больших утечках	60%	сред.	1%	сред.
442	Неисправность соединительных рукавов	Расслоение, сползание, порыв, обрыв хомута	25%	сред.	25%	сред.

Прогноз отказов 1 и 2 категории после отмены полного опробования тормозов на станциях смены локомотива (163 ПТО)



Итоговое количество отказов и оценка рисков

Технические и технологические решения, основанные на проверке температуры нагрева поверхности колеса при торможении и расширенном сокращенном опробовании тормозов, позволят определить **не все неисправности тормозного оборудования**



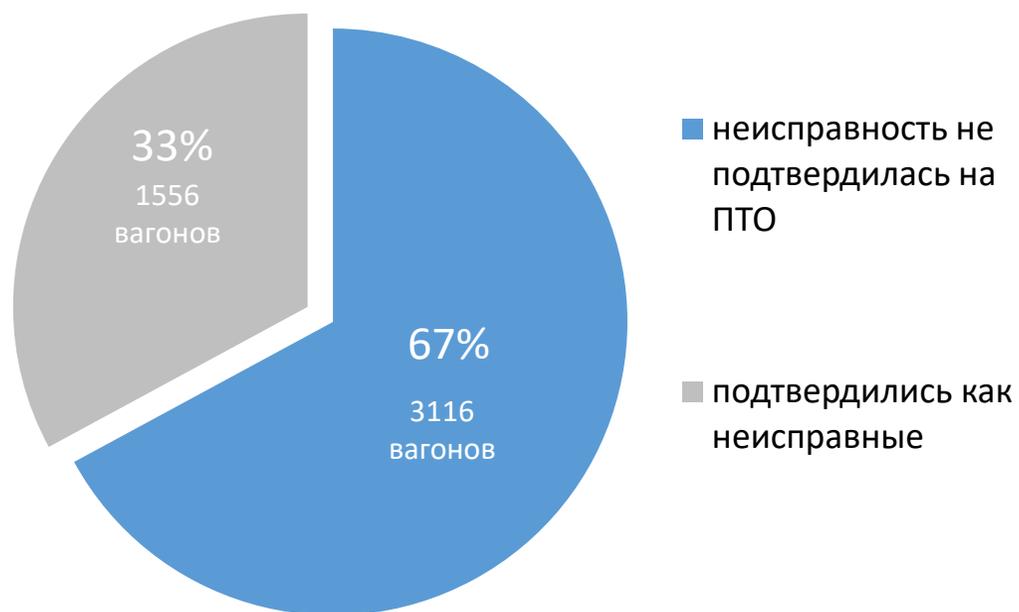
Оценка рисков

Уровень частоты	Частота отказов на 1 поезд, прошедший через ПТО, в год, f	Уровень риска			
		Незначительный	Несущественный	Критический	Катастрофический
Частое	$f > 10^{-3}$	Уровень 2018 года при существующей системе обслуживания и ремонта вагонов			При отмене полного опробования в грузовых транзитных поездах, не прошедших гарантийный участок при смене локомотива
Вероятное	$5 \cdot 10^{-4} \leq f \leq 10^{-3}$				
Случайное	$10^{-4} \leq f \leq 5 \cdot 10^{-4}$				
Редкое	$5 \cdot 10^{-5} \leq f \leq 10^{-4}$		При отмене полного опробования в грузовых транзитных поездах, не прошедших гарантийный участок при смене локомотива, с применением технического решения по контролю незаторможенных вагонов грузового поезда		
Крайне редкое	$10^{-5} \leq f \leq 5 \cdot 10^{-5}$				
Маловероятное	$f \leq 10^{-5}$				
		Незначительный	Несущественный	Критический	Катастрофический
Величина ущерба		менее 500 МРОТ	от 500 МРОТ до 1500 МРОТ	от 1500 МРОТ до 5000 МРОТ	более 5000 МРОТ
		- недопустимый			
		- нежелательный			
		- допустимый			
		- не принимаемый в расчет			

средняя стоимость одного отказа (с учетом затрат на ликвидацию отказа и потерь от простоя поездов) = **7480 руб**

Анализ работы системы КТСМ-01(Т) со вспомогательными камерами

Ложные срабатывания системы



Всего: 655 поездов (46119 вагонов)

Ошибка второго рода (ложная тревога):
два вагона из трех

Пропусков неисправных вагонов



Всего: 429 поездов (30384 вагона)

Ошибка первого рода (допуск на линию как минимум одного грузового вагона с неисправной тормозной системой): **каждый пятый поезд**

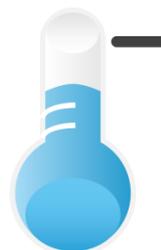
Вероятность ошибки распознавания

Вероятность ошибки распознавания (ГОСТ Р 53564-2009) - число отказов оборудования, не обнаруженных системой мониторинга за определенный период времени, к общему числу отказов контролируемого оборудования за тот же период времени



+ При положительных температурах окружающего воздуха

$$P_d = \frac{62}{381} = 0,1627 = 16,3\%$$

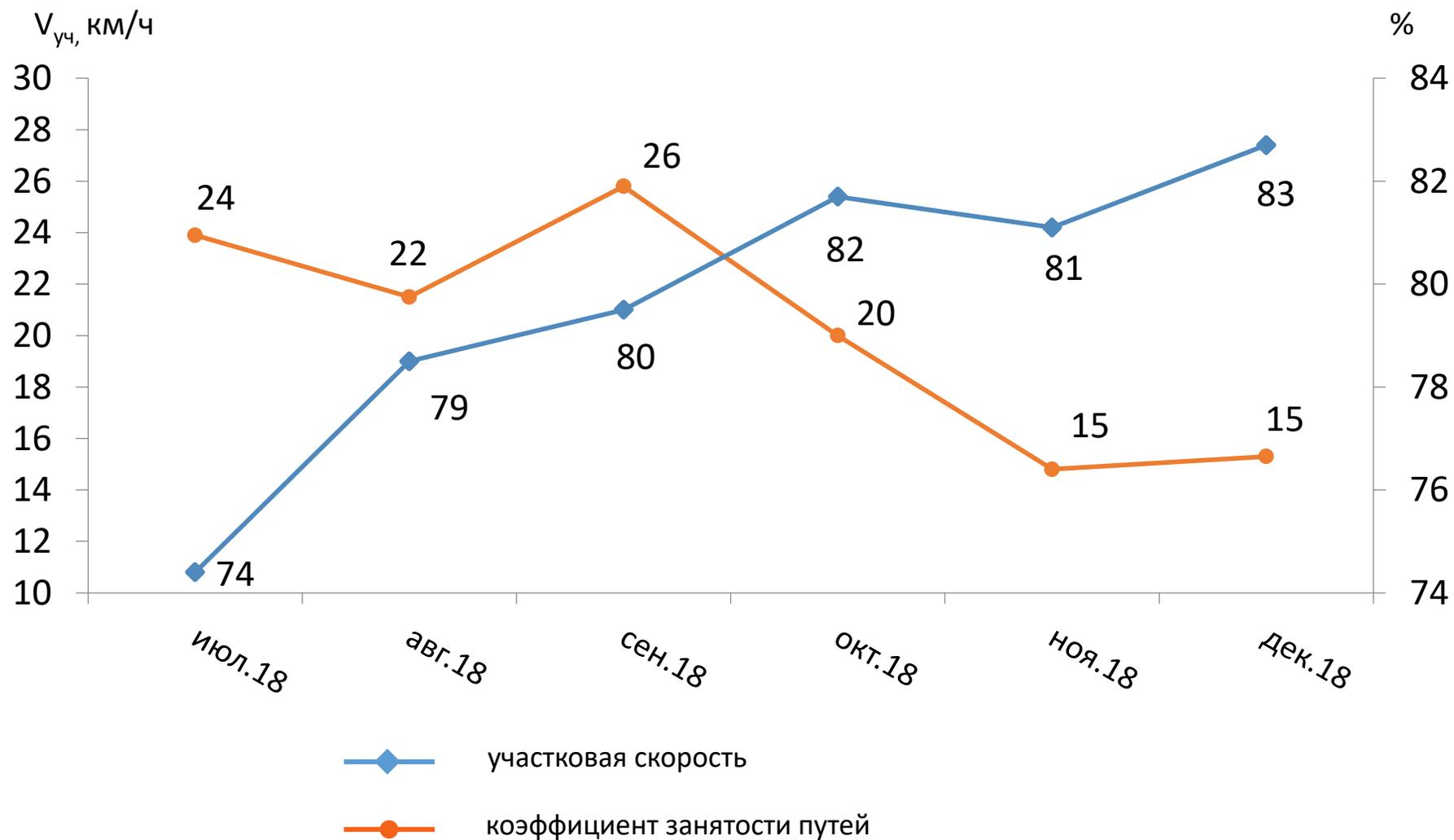


- При отрицательных температурах окружающего воздуха

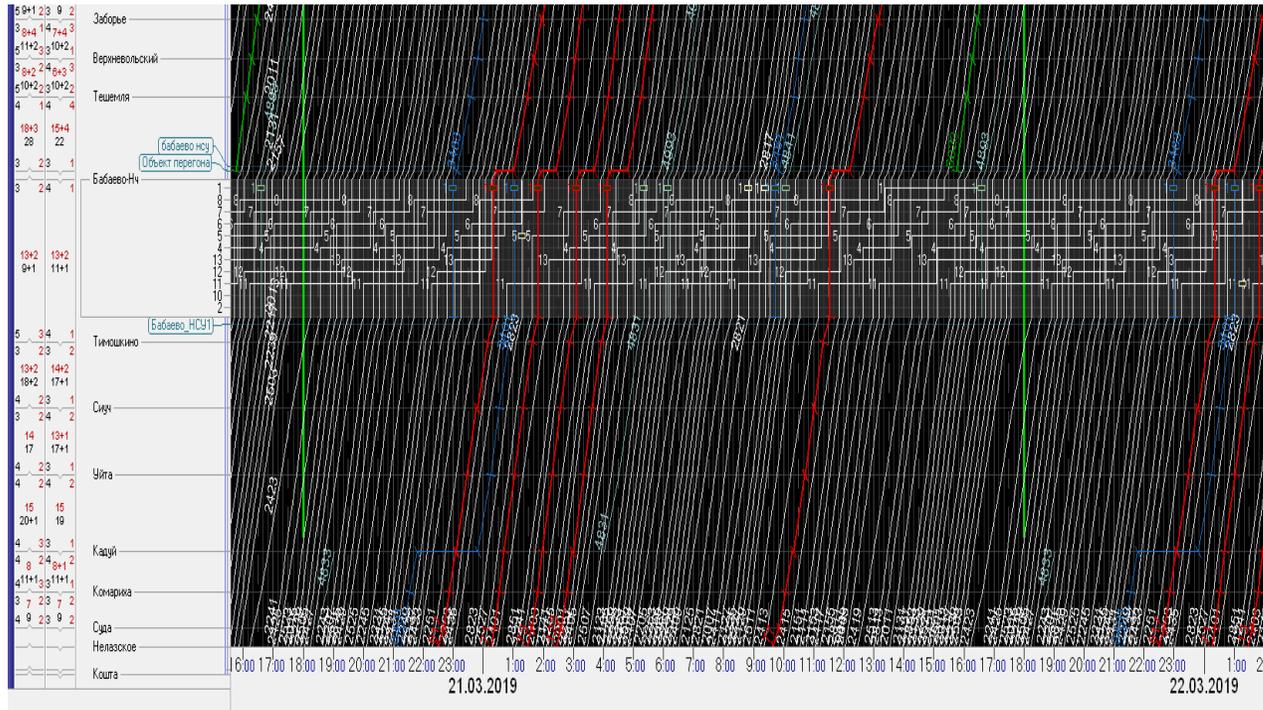
$$P_d = \frac{173}{716} = 0,2416 = 24,2\%$$

Необходимо проведение испытаний во все времена года на различных полигонах, в том числе и на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ», и разработка специального программного обеспечения

Изменение участковой скорости по участку Кошта – Бабаево в зависимости от загрузки станции Бабаево при следовании нечетного транзитного поездопотока



Основы для имитационных экспериментов по моделированию взаимодействия станции Бабаево и прилегающего участка (Кошта-Бабаево в нечетном направлении)



Параметр	Исполненный график	Модель - 120 мин	Модель - 100 мин
$N_{\text{поездов}}$	69 (среднее)	74 (максимальное)	81 (максимальное)*
$T_{\text{ст}}$	2,0	2,0	1,67
$t_{\text{пром}}$	1,9	1,83	0,5

Средний простой поездов по промежуточным станциям возможно снизить с 1,9 ч до 0,5 ч

Технологические эффекты реализации проекта

№ п/п	Описание	$\Delta T, \text{ч}$	Составляющие эффекта
1	Экономия времени по станции Бабаево (основной эффект)	$0,33 \cdot 69 \cdot 365 = 8311$ часов	<p>Поездо-часы в горячем простое на технической станции Бабаево для поездоучастка Бабаево-Волховстрой</p> <p>Часы работы осмотрщиков вагонов по станции Бабаево</p>
2	Экономия времени по участку Кошта – Бабаево (дополнительный эффект*)	$(1,9 - 0,5) \cdot 69 \cdot 365 = 35\,259$ часов	Поездо-часы в горячем простое на промежуточных станциях и перегонах поездоучастка Кошта-Бабаево

*) Дополнительный эффект образуется при выполнении следующих условий:

- наличие устойчивого поездопотока по поездоучастку Кошта-Бабаево



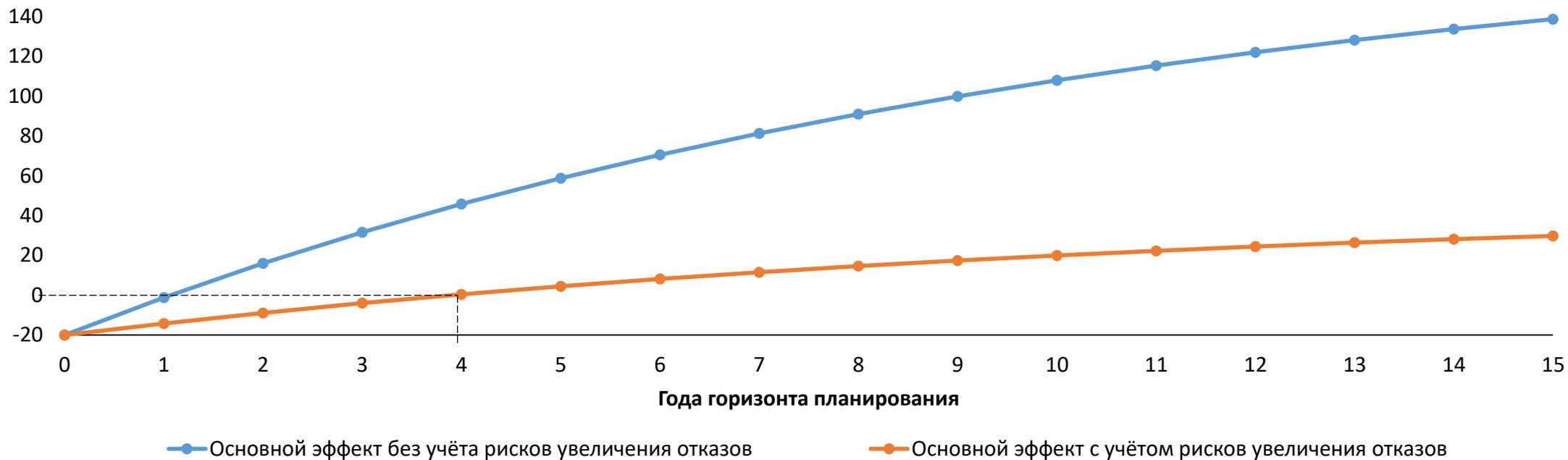
- отсутствие других (кроме станции Бабаево) ограничений по пропуску поездопотока

Эффекты и эффектообразующие факторы проекта

Наименование эффекта	Эффектообразующие факторы
Положительные эффекты	
Экономия эксплуатационных расходов: <ul style="list-style-type: none">•экономия затрат на оплату труда•экономия электроэнергии•экономия расходов на содержание локомотивы•экономия материалов	<ul style="list-style-type: none">•сокращение трудозатрат локомотивных бригад, осмотрщиков вагонов•сокращение времени простоя поездов на станции
Отрицательные эффекты	
Увеличение инвестиционных расходов Вероятное увеличение эксплуатационных расходов	Переход на более дорогостоящую технику Риск увеличения числа отказов технических средств

Основные показатели проекта с учётом основного эффекта

Дисконтированный доход накопленным итогом, млн. руб.



Показатель	Без учёта рисков увеличения отказов	С учётом рисков увеличения отказов
ЧДД, млн. руб.	138,6	29,7
Срок окупаемости, лет	1	4

ИТОГИ

Итоговое количество отказов и оценка рисков

Технические и технологические решения, основанные на проверке температуры нагрева поверхности колеса при торможении и расширенном сокращенном опробовании тормозов, позволят определить **не все неисправности тормозного оборудования**



Пути уменьшения частоты (вероятности) появления опасного события при нежелательном уровне риска

- ✓ Мероприятия, направленных на подготовку вагонов под погрузку в пункте подготовки вагонов в том числе реорганизации системы обслуживания и ремонта вагонов при подготовке вагонов
- ✓ Изменения нормативов (допусков) содержания тормозного оборудования, его узлов и деталей
- ✓ Пересмотр протяженности гарантийных плеч безотказного проследования грузовых поездов
- ✓ Внедрение на вагоне элементов контроля технического состояния тормозного оборудования, его узлов и деталей, в том числе системы диагностики тормозного оборудования в пути следования с передачей информации при прибытии поезда в пункт технического обслуживания грузовых вагонов

Технологические и экономические эффекты (прогноз)

- ➔ Средний простой поездов по промежуточным станциям возможно снизить с 1,9 ч до 0,5 ч
 - ➔ Потенциальный технологический эффект – повышение перерабатывающей способности станции Бабаево участка Кошта – Бабаево на 19 % (для поездов нечетного направления движения)
 - ➔ С учетом рисков чистый дисконтированный доход составит 29,7 млн.руб., срок окупаемости 4 года
 - ➔ Без учета рисков чистый дисконтированный доход составит 138,6 млн.руб., срок окупаемости 1 год
- ➔ Решение о внедрении технологических и технических решений, обеспечивающих отмену полного опробования тормозов в грузовых транзитных поездах, не прошедших гарантийный участок при смене локомотива на каждом участке должно приниматься исходя из режимов вождения грузовых поездов на данном участке, плана и профиля пути, а также расчёта пропускной способности.
- ➔ **Необходимо проведение испытаний во все времена года на различных полигонах, в том числе и на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ», и разработка специального программного обеспечения**

Будем рады
Вашим предложениям

@: Goryunov.Grigoriy@vniizht.ru

tel: +7 (499)260-43-09

e: <http://www.vniizht.ru/>

