



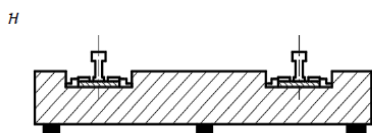
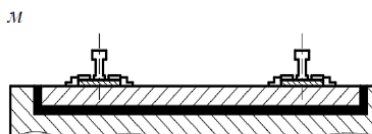
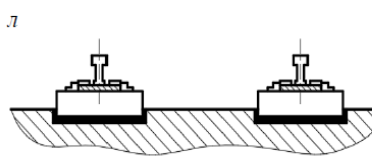
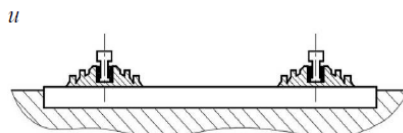
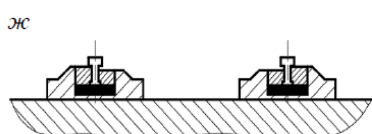
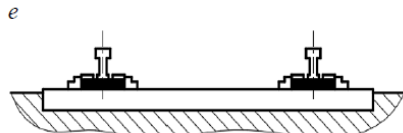
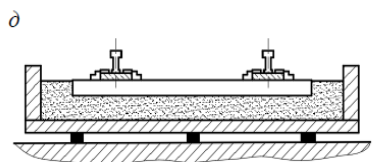
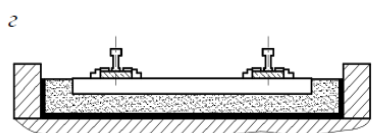
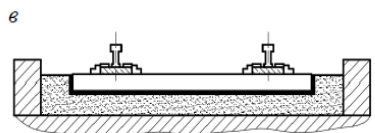
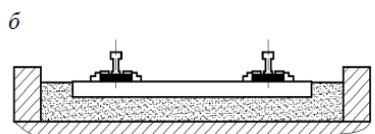
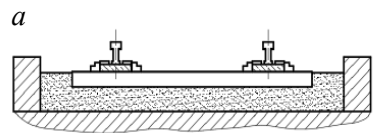
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА (МИИТ)

Кафедра «Путь и путевое хозяйство»

# Виброгасящие конструкции верхнего строения пути тоннелей, обеспечивающие повышенную стабильность пути и безопасность движения поездов

Гордеев Антон Владимирович, соискатель  
Научный руководитель – д.т.н. Ашпиз Евгений Самуилович

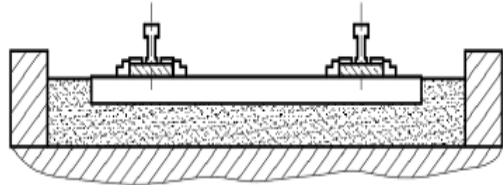
# Классификация конструкций ВСП в тоннеле (СП 441.1325800-2019)



- a* – типовая балластная конструкция пути;
- б* – балласт с упругими подрельсовыми прокладками/сплошное опирание рельса;
- в* – балласт с упругой подшпальной прокладкой;
- г* – балласт на упругом подбалластном мате;
- д* – плавающее балластное корыто;
- e* – типовая безбалластная конструкция пути;
- ж* – заглубленный рельс в упругой оболочке на бетонном основании;
- и* – упругие подрельсовые прокладки на бетонном основании;
- к* – упругие прокладки под рельсовое крепление на бетонном основании;
- л* – блоки/шпалы в упругом чехле;
- м* – плавающая плита с непрерывным опиранием на бетон (система «масса-пружина»);
- н* – плавающая плита с точечным опиранием на бетон (система «масса-пружина»).

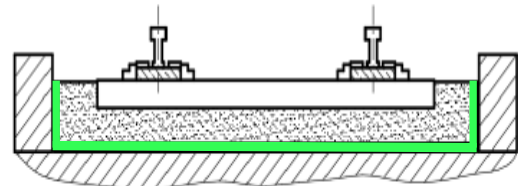
# Распределение конструкций по протяженности

## Балластные конструкции



Тип «a1» 52,5 км (33 %)

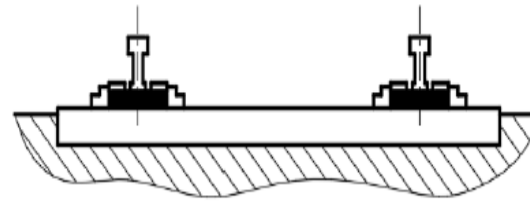
Тип «a2» 58,3 км (36 %)



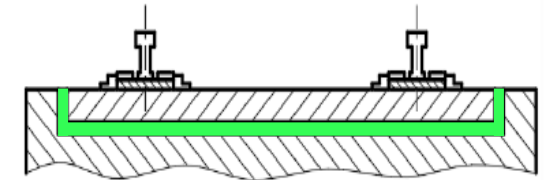
Тип «a2» 58,3 км (36 %)

Тип «г» 0,9 км (0.5 %)

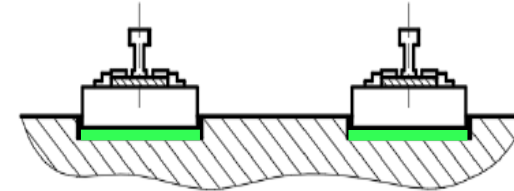
## Безбалластные конструкции



Тип «e» 25,3 км (15 %)



Тип «m» 19,8 км (12 %)



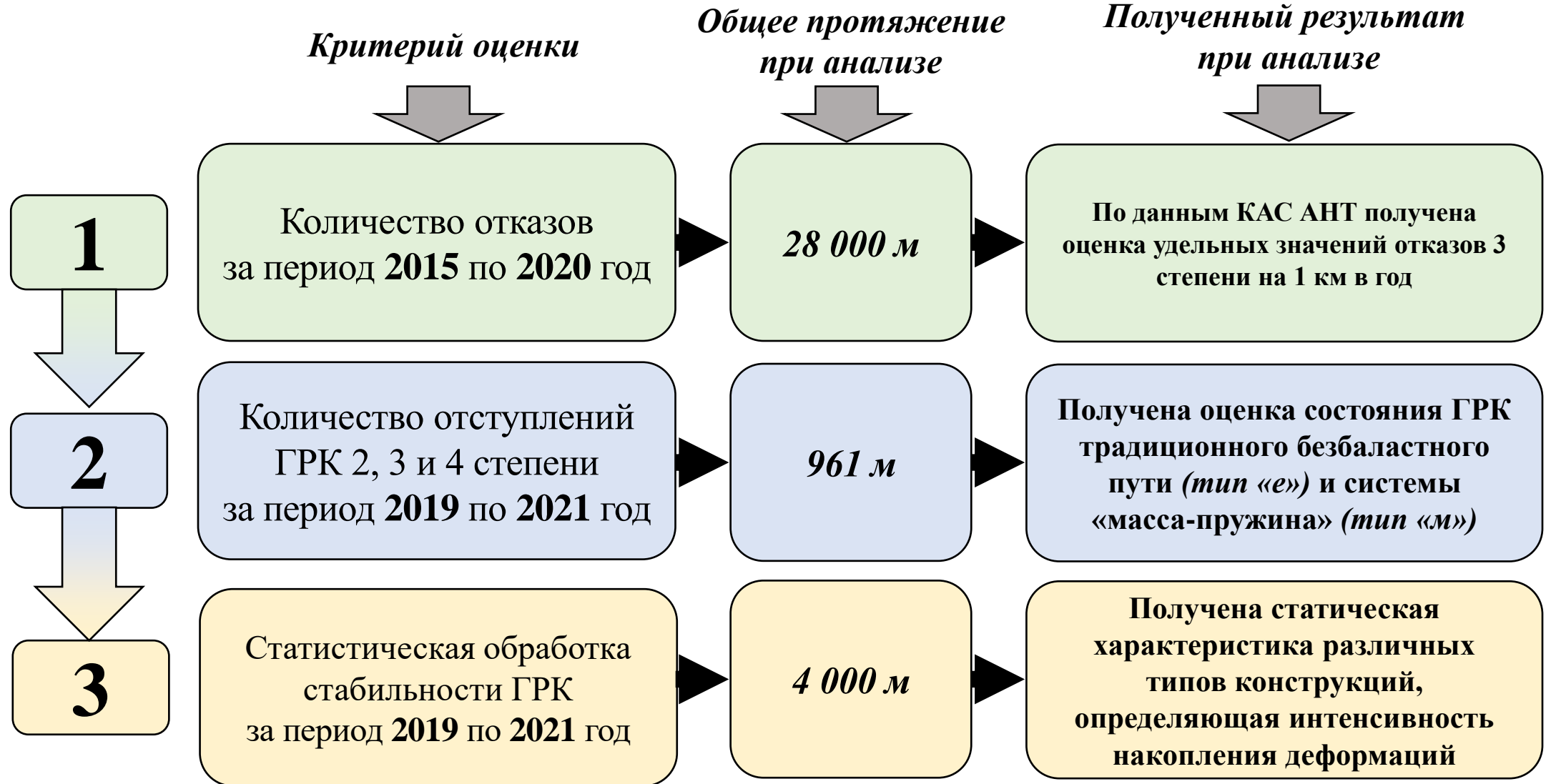
Тип «л» 5,6 км (3.5 %)

Свойства конструкции	«a1»	«a2»	«г»	«e»	«л»	«m»
Низкие капитальные вложения при строительстве	+	+	+	-	-	-
Низкие эксплуатационные расходы	-	-	-	+	+	+
Возможность регулировки ГРК	+	+	+	-	-	-
Восстановление пути после ЧС	+	+	+	-	-	-
Устойчивость бесстыкового пути	-	-	-	+	+	+
Малообслуживаемость	-	-	-	+	+	+
Гашение шума и вибрации	-	-	+	-	+	+

# Конструкции пути для анализа

Балластные конструкции		Безбалластные конструкции		
Тип «a1» и «a2»	Тип «г»	Тип «е»	Тип «л»	Тип «м»
<p>1 – водоотводной лоток; 2 – обратный свод тоннеля; 3 – тоннельная обделка; 4 – рельс; 5 – скрепление; 6 – железобетонная шпала; 7 – щебеночный балласт; 8 – упругий прокладной слой.</p>		<p>1 – водоотводной лоток; 2 – обратный свод тоннеля; 3 – тоннельная обделка; 4 – рельс; 5 – скрепление; 6 – рама МГР или блок LVT; 7 – путевой бетон; 8 – упругий прокладной слой.</p>		
«a1» и «г» - Железобетонная шпала, «a2» - Деревянная шпала		Рама МГР-2у	Блок LVT	Рама МГР-Т4М
Щебеночный балласт		Путевой бетон	Упругий элемент $h$ 12мм	Путевой бетон
	Мат $h$ 37,5мм	Путевой бетон	Мат $h$ 22мм	Мат $h$ 27мм
О б р а т н ы й      с в о д      т о н н е л я				

# Критерии оценки технического состояния верхнего строения пути в тоннелях

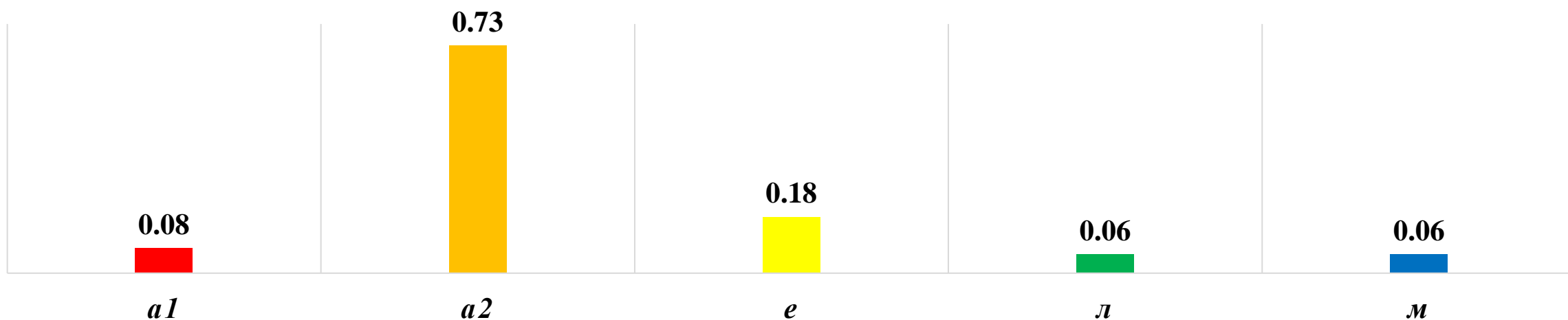


# Критерий №1

Количество отказов 3 степени  
за период 2015 по 2020 год

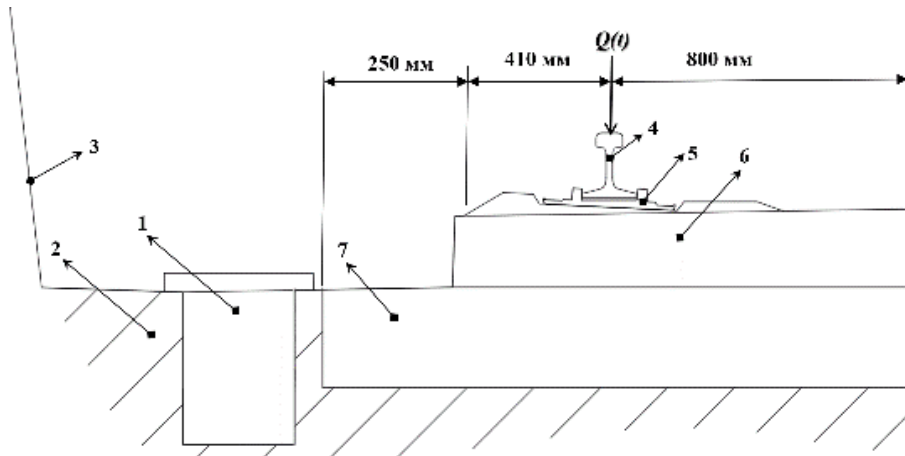
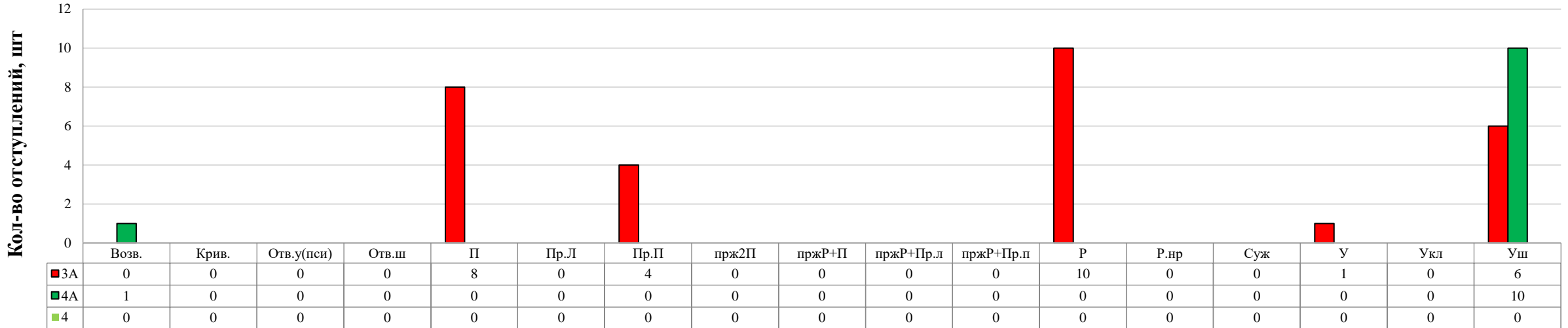
Тип	Конструкции пути	КМ	Удельные значения отказов на 1 км в год						
			ГРК	Скрепления	Рельсы	Стыковые зазоры	Шпалы	Балласт	Всего
<i>a<sub>1</sub></i>	Балластный путь на железобетонных шпалах	39.564	0.03	-	0.01	-	-	0.05	<b>0.08</b>
<i>a<sub>2</sub></i>	Балластный путь на деревянных шпалах	48.35	0.28	0.26	0.16	0.02	0.01	-	<b>0.73</b>
<i>e</i>	Традиционный безбалластный путь	21.925	0.17	0.02	-	-	-	-	<b>0.18</b>
<i>л</i>	Путь на блоках LVT	5.567	-	0.06	-	-	-	-	<b>0.06</b>
<i>м</i>	Система «масса-пружина»	21.599	-	0.06	-	-	-	-	<b>0.06</b>

## УДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ОТКАЗОВ НА 1 КМ В ГОД

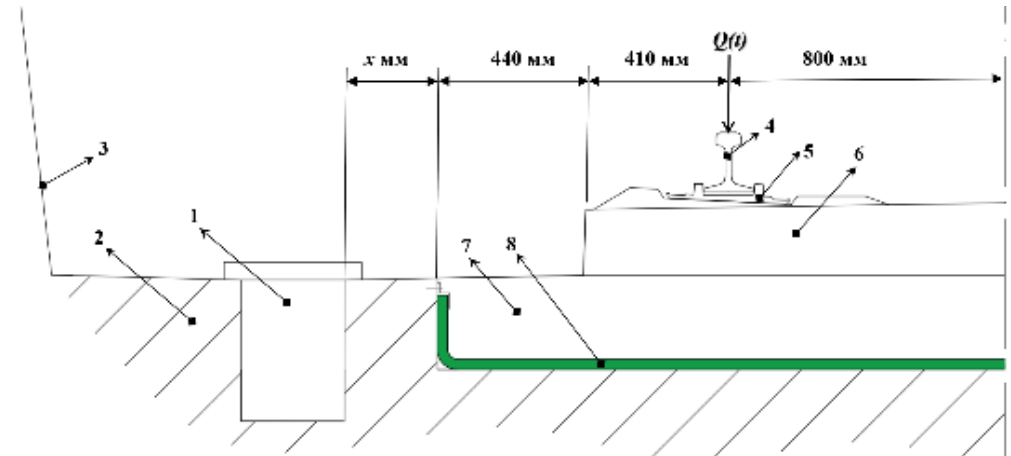


# Критерий №2

Количество отступлений ГРК 2, 3 и 4 степени за период 2019 по 2021 год



Тип «е» (тоннель № «3А») Σ отступлений **29**



Тип «м» (тоннель № «4А» и № «4») Σ отступлений **10**

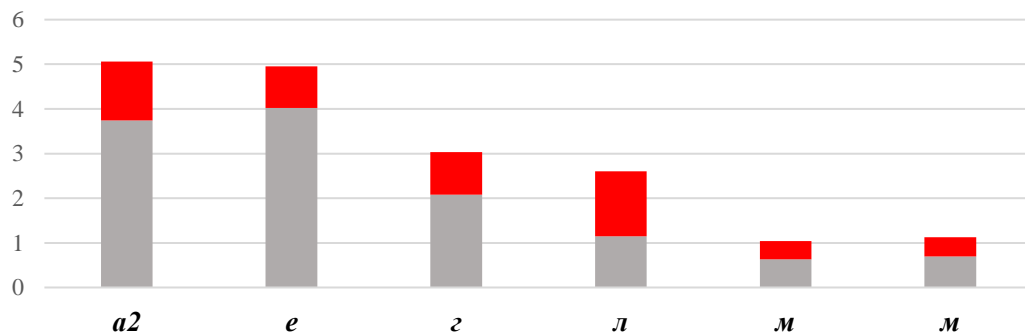
1 – водоотводной лоток; 2 – обратный свод тоннеля; 3 – тоннельная обделка; 4 – рельс; 5 – скрепление; 6 – рама МГР; 7 – путевой бетон; 8 – упругий прокладной слой.

# Критерий №3

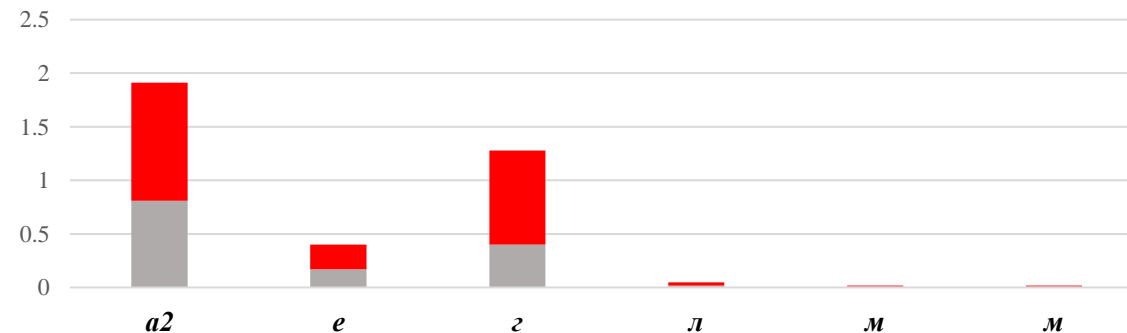
Статистическая обработка стабильности ГРК  
за период 2019 по 2021 год

Тип	Дорога	Название тоннеля	№ пути	Пропущенный тоннаж млн т брутто на 1 км	Год последнего ремонта	Длина тоннеля, м	ССКО, мм		Приращение, мм	
							max	Сред.	max	Сред.
«a <sub>2</sub> »	Горьк	Тоннель №3	1	96,4	2019	775	5,06	3,74	1,91	0.81
«e»	Горьк	Тоннель №3а	1	133,2	2020	61	4.95	4,02	0.40	0.17
«г»	МСК	Гагаринский	2	203,1	2016	918	3,03	2,08	1,28	0.4
«л»	С-Кав	Гойтх-Индюк	2	120	2018	1371	2,60	1,15	0,05	0.02
«м»	Горьк	Тоннель №4а	1	932,1	2013	450	1.04	0.63	0.02	0.01
«м»	Горьк	Тоннель №4	2	662,7	2008	450	1.13	0.70	0.02	0.01

ССКО, мм



Приращение, мм





# Выводы

- Наибольшее количество отказов получено на балластном пути с деревянными шпалами (тип  $a_2$ ), что объясняется наличием в этой конструкции звеньевоего пути, в отличие от остальных, где уложен бесстыковой путь;
- Безбалластный путь с упругими элементами (типы  $m$  и  $l$ ) имеют удельное количество отказов в 3 раза меньше чем на конструкции без их применения;
- На балластной конструкции с железобетонными шпалами (тип  $a_1$ ) удельное количество отказов оказалось чуть выше, чем на безбалластном пути с упругими элементами;
- Количество отступлений на безбалластном пути с применением упругих элементов в 3 раза меньше, чем на традиционной безбалластной конструкции пути;
- Наиболее стабильными являются БКВСП с применением упругих элементов, расположенных в зонах подшпального основания (типы  $m$  и  $l$ );
- Повышенную безопасность движения поездов обеспечивают безбалластные конструкции пути с применением упругих материалов в зоне подшпального основания (типы  $m$  и  $l$ ).