

# Дипломный проект

Особенности проведения

капитального ремонта на участке,

содержащем водопропускные

сооружения

Дипломник: Скворцов Никита Эдуардович

Руководитель: Локтев Алексей Алексеевич

## Схема Кировской дистанции пути



### Классификация направлений Кировской дистанции пути

Направление	Грузонапряжённость, млн. т.бр./км	Скорость поездов пасс. / груз., км/ч	Класс пути
1	2	3	4
Лянгасово – Поздино, I	128,8	80/80	1А3
Лянгасово – Поздино, II	55,4	80/80	2Б3
Буй – Киров, I	130,6	100/80	1А3
Буй – Киров, II	55,1	100/80	2Б3
Буй – Киров, III	130,6	70/70	2А4
Буй – Киров, IVД	55,1	60/60	2Б4
Киров – Екатеринбург, I	128,8	100/80	1А3
Киров – Екатеринбург, II	55,4	100/80	2Б3
Лянгасово – Матанцы, I	17	-/80	3Г3
Лянгасово – Матанцы, II	17	0/60	3Г4
Б/П 953 км – Б/П 3 км, I	4,4	0/40	5Е6
Бумкомбинат – Чепецкая, I	7,3	0/60	4Д5
Киров – Сольвычегодск, I	17	100/80	3Г3
Киров – Котл. – Киров – Завод., I	0,2	0/20	5Е6
Гирсово – Слободское, I	1,8	0/45	5Е5
Ветвь ст. Бумкомбинат, II	2,7	0/40	5Е6

### Характеристика шпального хозяйства

Характеристика	Изм.	на 1.01.18	на 1.01.19
<u>Шпалы лежащие в главном пути</u>	тыс.шт.	586,2	586,3
<u>в т.ч. деревянные</u>	тыс.шт.	98,2	75,6
<u>В том числе дефектные</u>	тыс.шт.	8,4	7,3
<u>% дефектные</u>	%	8	9,2
<u>Шпалы лежащие в станционных путях</u>	тыс.шт.	348,7	348,7
<u>в т.ч. деревянные</u>	тыс.шт.	160,8	153,6
<u>В том числе дефектные</u>	тыс.шт.	35,2	36,1
<u>% дефектные</u>	%	10,1	10,3
<u>Шпалы лежащие в подъездных путях</u>	тыс.шт.	49	48,3
<u>В том числе дефектные</u>	тыс.шт.	14,7	14,4
<u>% дефектные</u>	%	30,1	29,7
<u>Переводные брусья деревянные всего</u>	тыс.шт.	21,8	20,9
<u>В том числе дефектные</u>	тыс.шт.	3,2	3,2
<u>% дефектные</u>	%	14,8	15,4
<u>Переводные брусья в главных путях деревянные</u>	тыс.шт.	1,1	1,1
<u>В том числе дефектные</u>	тыс.шт.	0,2	0,2
<u>% дефектные</u>	%	14,9	15,5

## Характеристика стрелочных переводов

Характеристика	Изм.	На 1.01.18	на 1.01.19
Общее количество стрелочных переводов	шт	844	844
в т.ч. на ж.б. брусках		345	357
в главных путях	шт	196	196
в т.ч. на ж.б. брусках	шт	168	168
Кол-во стрелочных переводов на деревянных брусках	шт	7	6
% дефектных	%	3,6	3,1
в приеме отправочных путях	шт	263	263
Кол-во дефектных стрелочных переводов	шт	8	6
% дефектных	%	3	2,2

## Сведения о балласте

Характеристика	Изм.	На 1.01.18	На 1.01.19
Протяженность пути с загрязненным балластом в главных путях	км	86	72,6
	%	26,3	22,2
Забалластировано щебнем всего в главных путях	км	285,7	285,7
Забалластировано асбестом всего в главных путях	км	9,8	8,8
Забалластировано ПГС	км	22,2	22,2
Прочий	км	9,1	9,1

## Данные об искусственных сооружениях Кировской дистанции пути

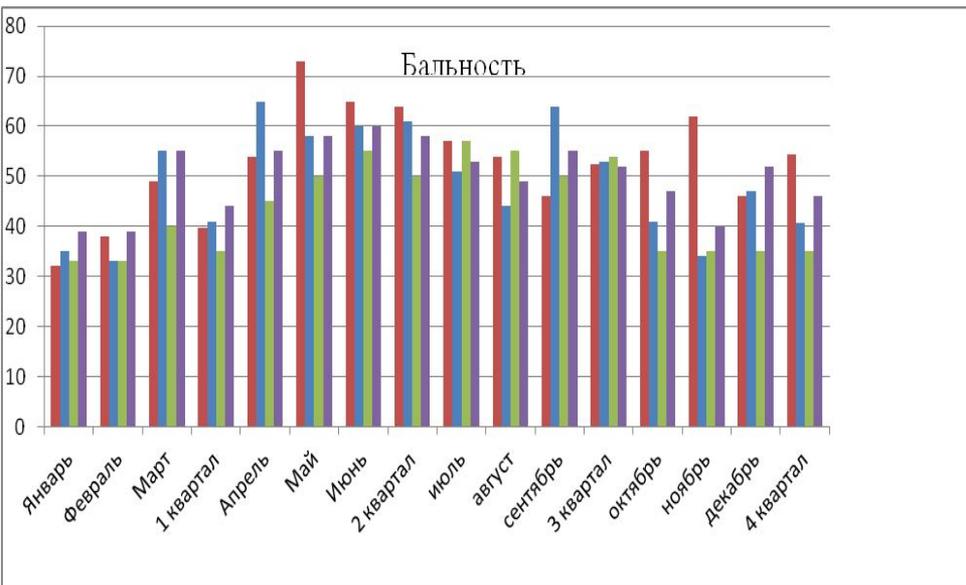
Характеристика	Кол-во, шт.
Всего мостов	98
Малые мосты	70
Средние мосты	27
Большие мосты	1
Трубы	147

## Определение группы Кировской дистанции пути по сумме баллов

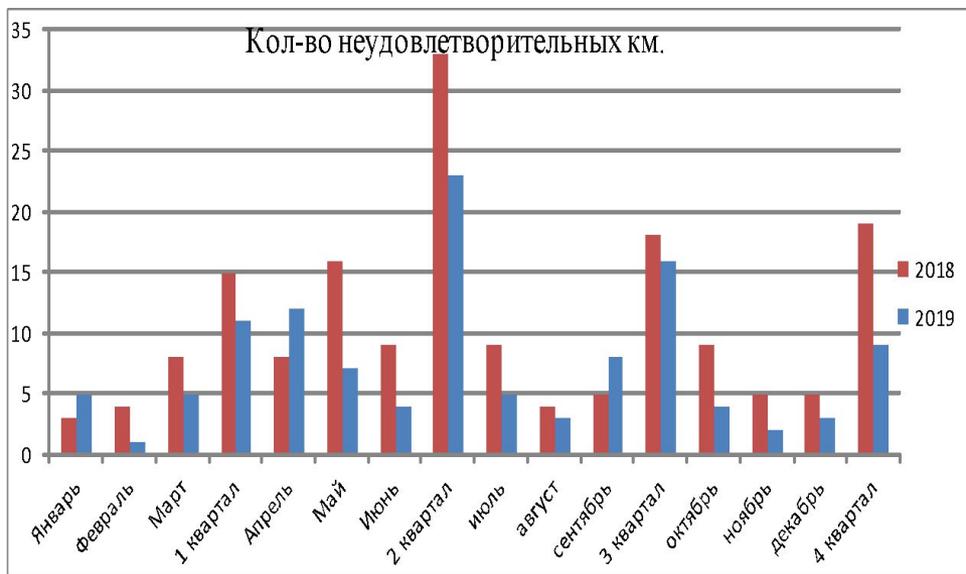
№ п/п	Показатели	Ед.изм.	Кол-во баллов на ед.изм.	Объем	Всего баллов
1	2	3	4	5	6
1	Приведенная длина железнодорожного пути при средней грузонапряженности главных путей дистанции (в тонно-км брутто на 1 км пути в год):				
	а) до 25 млн т-км брутто;	км	1,2	46,217	129,41
	в) свыше 25 до 40 млн т-км брутто;	км	1,8	116,287	232,57
	ж) свыше 70 до 90 млн т-км брутто;	км	2,8	189,524	227,43
2	Протяженность кривых участков главных железнодорожных путей радиусом 650 и менее	км	0,3	1,981	0,5943
3	Земляное полотно:				
	а) кюветы, нагорные и водоотводные каналы, лотки продольные, канализация на станционных железнодорожных путях	км	0,1	293,601	29,36
	б) дренажи, прорези, штольни	км	0,3	2,304	0,69
4	Искусственные сооружения:				
	а) мосты, виадуки, путепроводы;	100 м	1,8	36,45	65,61
	б) пешеходные мосты и тоннели;	100 м	1	2,06	2,06
	в) трубы, лотки поперечные, галереи, акведуки	100 м	0,5	30,54	15,27
5	<del>Снабжаемые и песчаносыпные</del> участки железнодорожного пути, ограждаемые:				
	постоянными заборами	1 км забора по всей длине забора	0,2	125,59	25,12
6	Объем ремонтно-строительных работ выполняемых дистанцией пути (применяются коэффициенты приведения относительной трудоемкости)	1	1	1,16	1,16
7	Протяженность железнодорожного пути со сложным профилем линии:				
	а) уклон 8,1-15%	км	0,5	45,698	22,85
	б) уклон 15,1-25%	км	1	1,10	1,10
Итого:		баллов			753,22

Кировская дистанция пути относится к первой группе.

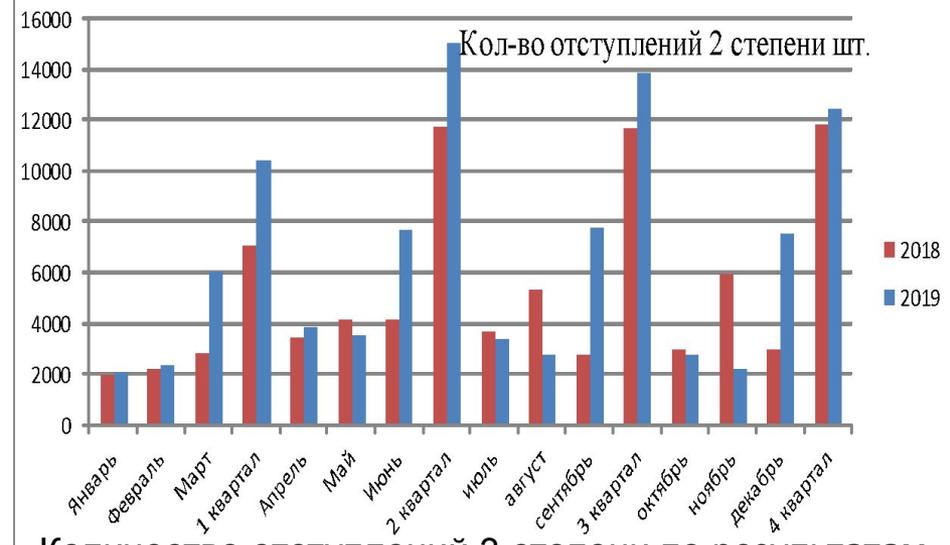
Бальная оценка за 2018/2019 года по результатам прохода путеизмерительного вагона



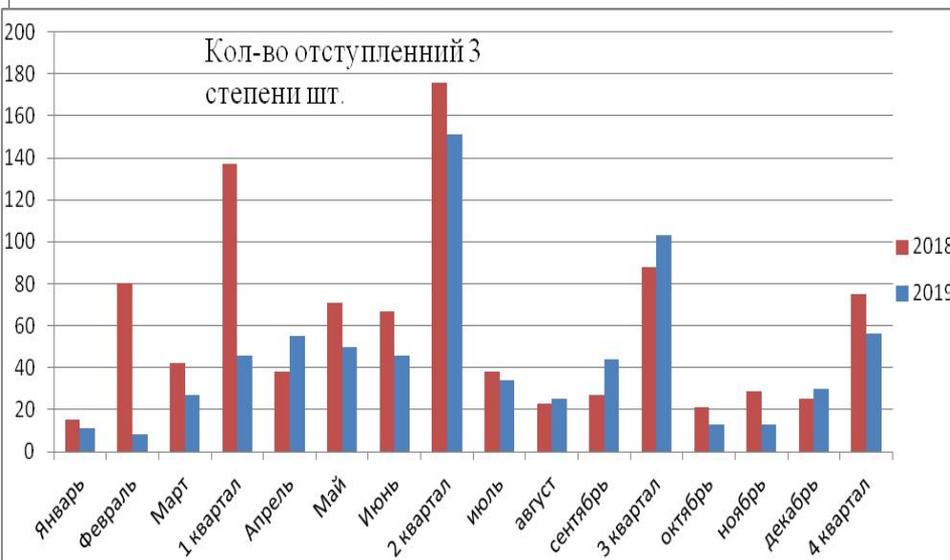
Количество неудовлетворительных километров



Количество отступлений 2 степени по результатам прохода путеизмерительного вагона в период за 2018/2019 года



Количество отступлений 3 степени по результатам прохода путеизмерительного вагона в период за 2018/2019 года



Среднесетевые нормы периодичности реконструкции, капитального ремонта железнодорожного пути на новых материалах и ремонтные схемы после проведения работ с укладкой в путь рельсов Р65 категории В

№№ п.п.	Класс, группа и категория пути	Нормативные сроки выполнения капитальных ремонтов пути на новых материалах, млн т бр	Виды путевых работ и очередность их выполнения за межремонтный цикл* (числитель - путь, знаменатель стрелочные переводы)
		Бесстыковой путь	
	1АС, 1БС, 1А1, 1А2, 1А3, 2А4, 2А5 1Б1, 1Б2, 2Б3, 2Б4	1100	$K_{\text{н}}BCBCBK_{\text{н}}$ $K_{\text{н}}BB(PC)BB(PC)B$ $BK_{\text{н}}$

Критерии выбора путей, подлежащих реконструкции и капитальному ремонту на новых и старогодных материалах

Класс пути	Основные критерии		Дополнительные критерии			Критерии УРРАН	
	Пропущенный тоннаж, срок службы в годах, % от нормативного <sup>1)</sup>	Одиночный выход рельсов (в сумме за срок службы - в среднем на участке ремонта), шт/км <sup>2)</sup>	Количество негодных и дефектных элементов на 1 км верхнего строения пути, % и более			Частота отказов, шт/км	Загрязнение пути, содержание доли от амортизации
			Негодные деревянные шпалы, %	Негодные крепления, %	Число шпалы, %		
1 класс	Не менее 100%	4 и более	15	15	4	0,2...0,8	0,5...0,7

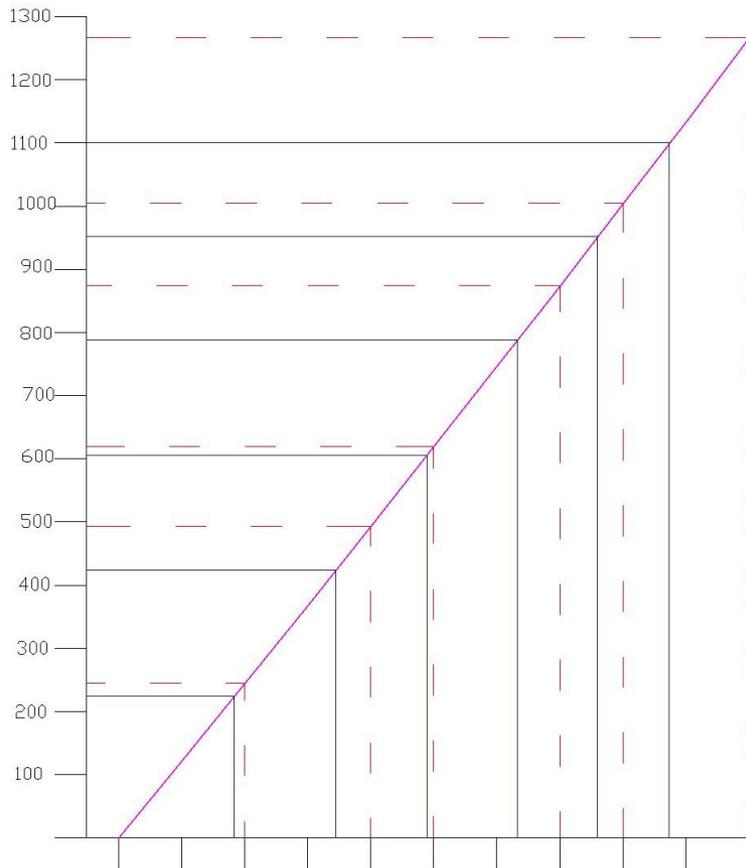
Расчет грузонапряженности на участке

Год	Годы после капитального ремонта, t	$\Gamma_0$	$\Delta$	$\left(1 + \frac{\Delta}{100}\right)^t$	$\Gamma_0 \cdot \left(1 + \frac{\Delta}{100}\right)^t$	$\Sigma \Gamma_0 \cdot \left(1 + \frac{\Delta}{100}\right)^t$
1	2	3	4	5	6	7
2007	1	120,3	1,00	1	120,3	0
2008	2			1,01	121,500	121,500
2009	3			1,02	122,800	244,300
2010	4			1,03	123,600	367,900
2011	5			1,04	124,900	492,800
2012	6			1,05	126,100	618,900
2013	7			1,06	127,300	746,200
2014	8			1,07	128,400	874,600
2015	9			1,08	129,500	1004,100
2016	10			1,09	130,600	1134,700
2017	11			1,10	131,800	1266,500
2017	0	131,800	1,000			0,000
2018	1			1,010	133,118	133,118
2019	2			1,020	134,449	267,567
2020	3			1,030	135,794	403,361
2021	4			1,041	137,152	540,512
2022	5			1,051	138,523	679,036
2023	6			1,062	139,908	818,944
2024	7			1,072	141,307	960,251
2025	8			1,083	142,721	1102,972

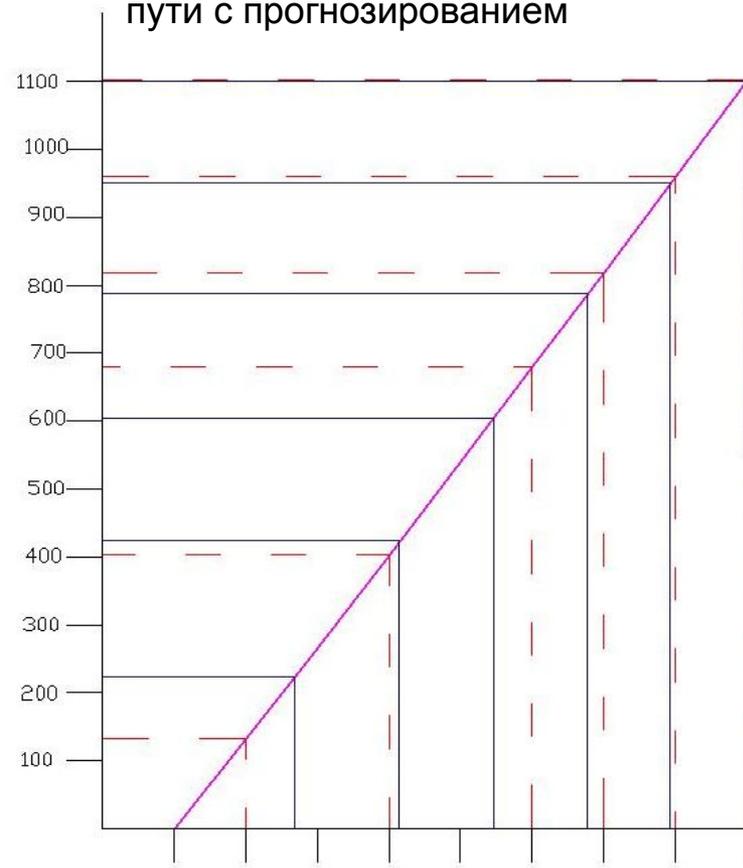
Вид ремонта	план	Кн	В	С	В	С	В	Кн	
	факт	Кн				С		Кн	
Пропущенный тоннаж	нормативный	0				788		1100	
	фактический	0	244,3	492,8	618,9	746,2	874,6	1004,1	1266,5
Год проведения		2007	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2017

Вид ремонта	нормативный	Кн	В	С	В	С	В	Кн
	Фактический	Кн		С	-	С	-	Кн
Пропущенный тоннаж	нормативный	0	223,85	423,5	605	788,15	951,5	1100
	Фактический	0	133,12	403,36	679,04	818,94	960,25	1103
Год проведения		2017	2018	2020	2022	2023	2024	2025

Определение периодичности ремонтов пути



Определение периодичности ремонтов пути с прогнозированием



Год		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Вид ремонта	Расчетный	Кн		В		С	В		С	В		Кн
	Фактический	Кн						С				Кн

Год		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Вид ремонта	Расчетный	Кн	В		С		В	С	В	Кн
	Фактический	Кн	В		С			С		Кн

Певзнер В.О. предложил ввести **систему планирования**, которая включает:

полную картину состояния пути, включая сведения о материалах верхнего строения, их качестве и количестве негодных элементов, о геометрии рельсовой колеи, наличии ограничений скорости, величине напряжений, возникающих в элементах пути;

учет изменений в состоянии пути и напряжений в пути;

- зависимость интенсивности расстройств и одиночного выхода элементов пути в негодные в зависимости от условий эксплуатации с возможностью корректировки объемов перевозок, скоростей и осевых нагрузок;

- оперативный контроль геометрии рельсовой колеи для обнаружения опасных неисправностей и планирования работ по техническому обслуживанию и ремонтам;
- расчет потребности в материалах для путевых работ;
- методику планирования путеремонтных работ на долгосрочном, среднесрочном и краткосрочном горизонте;
- применение оценок экспертов, в случае если объем и достоверность полученной информации недостаточны;
- расчеты по планированию восстановительных ремонтных работ с учетом возможных экономических потерь от нарушений безопасности движения (крушений, аварий);
- учет дополнительных расходов на тягу поездов, в т.ч. из-за неудовлетворительного состояния пути в виде геометрических отступлений;
- учет возможностей линии с точки зрения организации перевозочного процесса при планировании капитальных работ.

**Первый вариант** комплексной оценки состояния пути, разработанной во ВНИИЖТе под руководством Певзнера В.О., введен в действие в 2007 году, **откорректированный вариант** – в 2009 году .

**Комплексная оценка состояния пути предназначена**, в том числе, для определения очередности, выбора конкретного вида ремонта и границ участков ремонта. Комплексная оценка определяется на основании анализа нескольких параметров состояния пути и сооружений и является качественной оценкой состояния пути [38]. Оперативное определение потребности работ предлагается в зависимости от этой качественной оценки, с предложением выбора нескольких вариантов: либо производятся работы в объеме текущего содержания пути, либо конкретный вид промежуточного ремонта (средний, подъемочный, планово-предупредительный), либо различные виды капитального ремонта или реконструкция пути.

# ОРГАНИЗАЦИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ПУТИ В «ОКНА» РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ

## Потери времени на пропуск поездов в «окно»

Объёмы основных работ, подлежащих выполнению на 1 км пути приняты:

- смена рельсошпальной решетки, м пути 1000
  - уборка лишнего балласта с обочины земляного полотна, м пути 1000
  - очистка щебёночного балласта от засорителей щебнеочистительной машиной RM-80, м/куб.м - 1000/2687
  - укладка в путь нового щебёночного балласта м/куб – 943.
- Сборка новых и разборка старых звеньев производятся на производственной базе согласно типовому технологическому процессу. Транспортируются звенья на платформах путеукладочного, путеразборочного поездов.
- Продолжительность совмещенных «окон»- бчасов.
- Протяжение участка замены рельсошпальной решетки- 3600м пути.
- Протяжение участка очистки щебеночного балласта - 3600 м пути.
- Продолжительность основных «окон» для очистки балласта - 8 часов.

### Потери рабочего времени вне «окна» при ограждении сигналами «уменьшения скорости»

Параметр	Категория поезда			
	грузовые	пассажирские	пригородные	
Количество поездов, шт.				
I <u>главный путь</u>	в сутки	82,0	14,0	13,0
	в «окно»	28	5	5
II <u>главный путь</u>	в сутки	30,0	14,0	13,0
	в «окно»	10	5	5
Время на пропуск одного поезда в «окно», мин				
По ремонтуемому пути (I главный путь)	3,9	2,4	2,1	
По соседнему пути (II главный путь)	1,2	1,2	0,85	
Время на пропуск поездов в «окно», мин				
По ремонтуемому пути (I главный путь)	109,2	12	10,5	
Итого 131,7 мин				
По соседнему пути (II главный путь)	12	6	4,25	
Итого 22,25 мин				

Параметр	Категория поезда			
	грузовые	пассажирские	пригородные	
Количество поездов, шт.				
I <u>главный путь</u>	в сутки	82,0	14,0	13,0
	в «окно»	28	5	5
II <u>главный путь</u>	в сутки	30,0	14,0	13,0
	в «окно»	10	5	5
Время на пропуск одного поезда в «окно», мин				
По ремонтуемому пути (I главный путь)	0	0	0	
По соседнему пути (II главный путь)	1,2	1,2	0,85	
Время на пропуск поездов в «окно», мин				
По ремонтуемому пути (I гл. путь)	0	0	0	
Итого 0 мин				
По соседнему пути (II главный путь)	12	6	4,25	
Итого 22,25 мин				

Коэффициент потерь рабочего времени в «окно» составит:

$$\alpha_{ок} = \frac{480}{480 - (0 + 22,25)} + 0,05 = 1,1$$

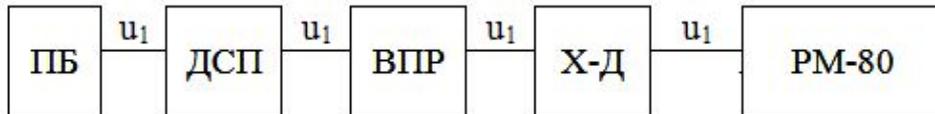
Коэффициент потерь рабочего времени вне «окна» при ограждении сигналами «остановки» с пропуском поездов по месту работ со снижением скорости составит:

$$\alpha_{в.ок} = \frac{480}{480 - (223,2 + 22,3)} = 2,05$$

### Коэффициенты потерь рабочего времени

Коэффициент добавочного времени	Фронт работ, м пути	Виды ограждения места работ		
		Сигналами «остановки» с пропуском поездов по месту работ со снижением скорости	Сигналами «уменьшение скорости»	Сигналами «остановки» с пропуском поездов по месту работ без снижения скорости
1	2	3	4	5
$\alpha_{ок}$	более 200	1,09	1,09	1,09
$\alpha_{в.ок}$	более 200	2,05	1,45	1,36

## Технологическая цепочка комплекса машин для выполнения работ по очистке балласта



Фронт работ по очистке щебёночного балласта,  $L_{ок}$ , м пути:

- $t_{ок}$  - время очистки щебёночного балласта машиной РМ-80, мин;
- $m_{ок}$  - норма времени на очистку балласта машиной РМ-80, маш-мин./км;
- $\alpha_{ок}$  - коэффициент потерь рабочего времени в «окно» на пропуск поездов.

Время очистки щебёночного балласта,  $t_{ок}$ , машиной РМ-80:

$$t_{ок} = T_{ок} - (t_{разв} + t_{сверт}) - t_{осмот}$$

- где  $T_{ок}$  - продолжительность «окна» для очистки щебёночного балласта, мин.;
- $t_{разв}$  - время развёртывания работ по очистке щебня, мин.;
- $t_{сверт}$  - время свёртывания работ по очистке щебня, мин.;
- $t_{осмот}$  - время на технологические перерывы для осмотра машины, мин.

$$t_{ок} = 480 - (48 + 144) - 15 = 273 \text{ мин.}$$

Время развёртывания работ по очистке щебёночного балласта:

$$t_{разв} = t_{з.н} + t_{зар.}^{РМ-80}$$

- где  $t_{з.н}$  - продолжительность «окна» для очистки щебёночного балласта, мин.;
- $t_{зар.}^{РМ-80}$  - время развёртывания работ по очистке щебня, мин.;

$$t_{разв} = 14 + 34 = 48 \text{ мин}$$

Время на оформление закрытия перегона, снятие напряжения и пробег рабочих поездов к месту работ, мин:

$$t_{з.н} = 10 + \frac{L_{пер} \cdot 60}{2 \cdot V_{р.п}}$$

- где  $L_{пер}$  - длина перегона, на котором производится ремонт пути, км;
- $V_{р.п}$  - скорость рабочих поездов, км/ч ( $V_{р.п} = 60$  км/ч).

$$t_{з.н} = 10 + \frac{3,6 \cdot 60}{2 \cdot 60} = 12 \text{ мин}$$

Время закрытия перегона принимается минимальным, равным 14 минутам.  
Время зарядки щебнеочистительной машины РМ-80, мин.:

$$t_{зар}^{РМ-80} = m_{зар}^{РМ-80} \times \alpha_{ок}$$

- где  $m_{зар}^{РМ-80}$  - техническая норма на зарядку щебнеочистительной машины РМ-80, маш-мин.;
- $\alpha_{ок}$  - коэффициент потерь рабочего времени в «окно».

$$t_{зар}^{РМ-80} = 30,42 \times 1,1 = 34 \text{ мин}$$

Время свёртывания работ,  $t_{сверт}$ , мин.:

$$t_{сверт} = t_{разр}^{РМ-80} + t_{сверт}^{з-д} + t_{сверт}^{впр} + t_{сверт}^{dsp} + t_{сверт}^{пб} + t_{о.п.}$$

- где  $t_{разр}^{РМ-80}$  - время на разрядку щебнеочистительной машины РМ-80, мин.;
- $t_{сверт}^{з-д}$  - время свёртывания работ по выгрузке щебня, мин.;
- $t_{сверт}^{dsp}$  - время свёртывания работ по стабилизации пути машиной ДСП, мин.;
- $t_{сверт}^{пб}$  - время свёртывания работ по планировке балластной призмы машиной ПБ, мин.;
- $t_{о.п.}$  - время пробега машин на станцию и открытие перегона

$$(t_{з.н} = t_{з.н}) \text{ мин.}$$

$$t_{сверт} = 32 + 7 + 76 + 8 + 7 + 14 = 144 \text{ мин}$$

Время разрядки щебнеочистительной машины:

$$t_{разр}^{РМ-80} = m_{разр}^{РМ-80} \times \alpha_{ок}$$

где  $m_{разр}^{РМ-80}$  - время на разрядку щебнеочистительной машины, мин.

$$t_{разр}^{РМ-80} = 28,5 \times 1,1 = 32 \text{ мин}$$

Интервал времени между окончанием работ по разрядке щебнеочистительной машины и выгрузке щебёночного балласта,  $t_{сверт}^{з-д}$ :

$L_{з-д}$  - длина дозаторного состава, м;

$W_{з-д}$  - объём щебня добавляемый при его очистке, м<sup>3</sup>/км;

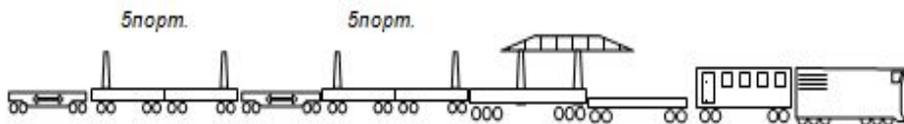
$m_{з-д}$  - техническая норма времени на выгрузку щебня, маш-мин./м<sup>3</sup>.

$$t_{сверт}^{з-д} = \frac{100 + 89,1}{1000} \times 169 \times 0,177 \times 1,1 = 7 \text{ мин}$$

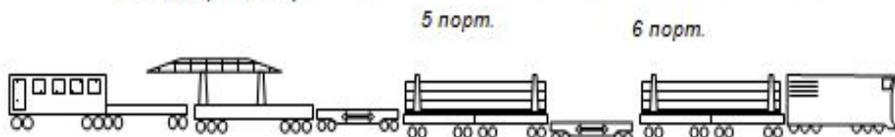
1. Прибытие разборочного поезда на ст. Стрижи, далее маневровая работа: тепловоз обгоняется с прикрытием от крана и встает в голову состава (с востока).

ВОС

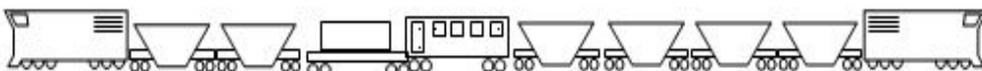
ЗАП



2. Прибытие укладочного поезда на ст. Стрижи, далее маневровая работа: тепловоз обгоняется, отцепляет прикрытия и с прикрытием встает в хвост состава (с запада).



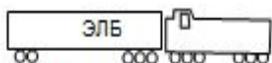
3. Прибытие ХДВ №1 (45 ед) на ст. Стрижи, с одним локомотивом в голове и одним локомотивом в хвосте состава, выезжает на «окно» после укладки РШР.



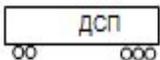
4. Прибытие ХДВ №2 (45 ед) на ст. Стрижи, с одним локомотивом в голове и одним локомотивом в хвосте состава. Выезжает на «окно» за ХДВ №1 и следует без работы.



5. Прибытие машины ЭЛБ на ст. Стрижи ЧМЭ+ЭЛБ выезжают на окно после ХДВ №2.



6. Прибытие машины ДСП на ст. Стрижи. ДСП выезжают на «окно» за ЭЛБ.

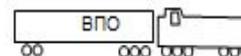


7. После выгрузки ХДВ №1 отправляется под погрузку, а ДСП, ЭЛБ+ЧМЭ, ХДВ №2 возвращаются к началу укладки, после чего производится выгрузка ХДВ №2, подъемка ЭЛБ, стабилизация пути ДСП по такой же схеме.

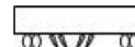
8. Прибытие ХДВ №3 на ст. Стрижи, с одним локомотивом в гол, (25 ед) выезд на «окно» за ДСП.



9. Прибытие машины ВПО на ст. Стрижи. ЧМЭ+ВПО выезжают на «окно» за ХДВ №3.



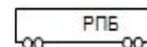
10. Прибытие машины ВПР на ст. Стрижи. ВПР выезжают на «окно» после ВПО.



11. Прибытие ХДВ №4 на ст. Стрижи, с одним локомотивом в гол, (25 ед) выезд на «окно» за ВПР



12. Отправление РПБ со ст. Стрижи на «окно» за ХДВ №4.



На 10 день выгружают щебень из хоппер – дозаторов, машиной «Дуоматик 09-32» производится окончательная выправка по проекту всех круговых и переходных кривых с улучшением сопряжений кривых в вертикальной плоскости, сопрягающих смежные элементы профиля. Вслед стабилизатор и планировщик отделяет балластную призму, планирует обочину земляного полотна. К концу «окна» стабилизатор и планировщик уезжают на участок очистки балласта для его выправки. Затем 7 монтеров пути производят планировку междупутья вручную, подрезают балласт из-под подошвы рельсов.

На этом работы на участке 3600 м заканчиваются.

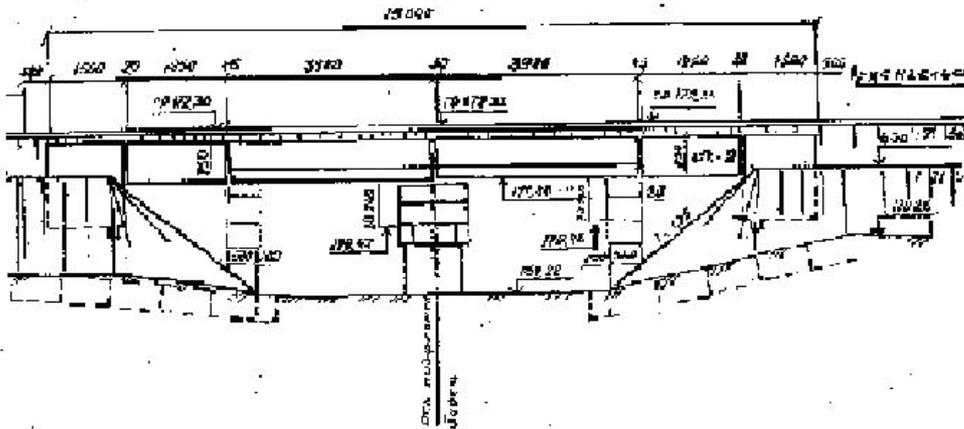
## Установка опор

### Карточка №4.20. Железобетонный мост

Участок	_____ км	ПК 10	29 м
Основное пересекаемое препятствие	_____		
Номера путей	_____	Значимость основного пути	<u>главный</u>
Год ввода в эксплуатацию	<u>1942</u>	Год последней реконструкции	<u>1988</u>
Полная длина моста	<u>15,04 м</u>	Отверстие моста	<u>5,92 м</u>
Число и величина расчетных пролетов, м	<u>2*3,5</u>		
Расстояние между шкафными стенками устоев	<u>12,04 м</u>		
Минимальное расстояние между осями соседних путей	_____ м		
Расстояние от подошвы рельса до уровня междени (минимальной отметки земли)	<u>2,93 м</u>		
Уклон, промилле	<u>0</u>	Радиус кривой и ее направление (по ходу км)	<u>0 м</u>
Тип и длина контрприспособлений	_____ м		
Тип и количество уравнивательных устройств	_____ шт		

Схема моста и опор с указанием основных размеров

Ж/В мост 4/п.





Общий вид пролетных строений снизу



## Основные работы в «окно»:

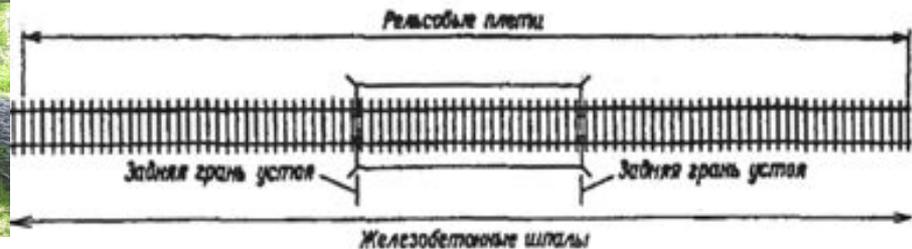
1. Демонтаж путевой решетки производится уклаточным краном, вырезка загрязненного балласта автогрейдером ДЗ-98 строго по оси моста с удалением его за пределы конусов моста с продольным перемещением на глубину до 10 см до пролетов, уборка загрязненного щебня на консолях и зачистка 10 см оставленного загрязненного щебня на пролетах производится вручную.

2. Укладка звеньев пути на ж/б шпалах с инвентарными рельсами.  
3. За уклаточным краном прибором РГУ выполняется постановка пути на ось моста.

4. Путь балластируется ХДВ.  
5. После ХДВ путь поднимается машиной ЭЛБ-3 МК с доведением толщины чистого щебня под шпалой до 35 см.

6. Машина ВПО-3000 производит разрядку и зарядку за пределами моста.  
7. Выправка пути на мосту осуществляется машиной ВПР-02 или ЭШП.

Примыкание к мосту производится по схеме согласно «Инструкции по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути [12]:

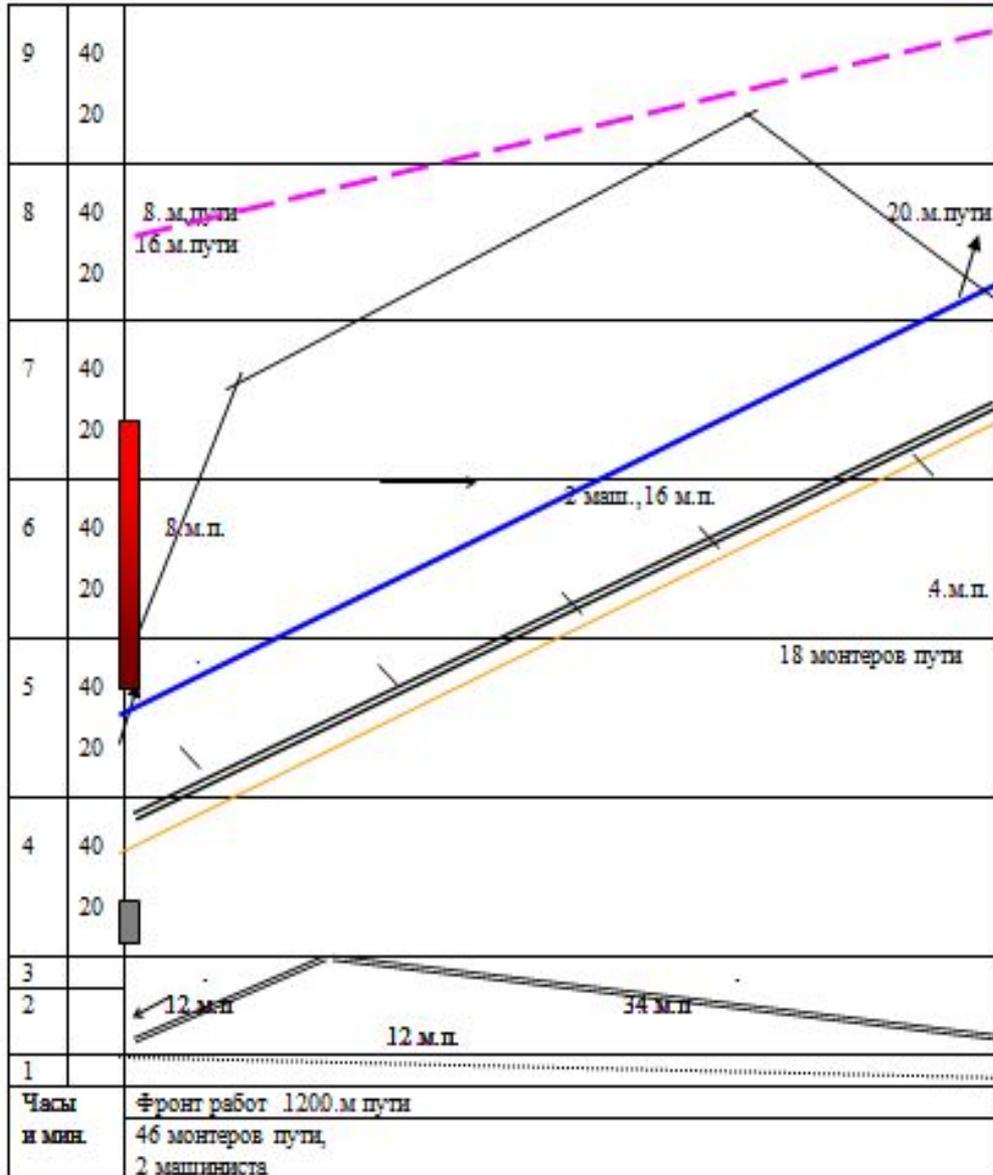


8. Производится демонтаж клиньев между пролетными строениями и устоями.

9. Установка соединителей СРСП

Автотракторная техника через мост перевозится на специальном подвижном составе для дальнейших путевых работ на северном устое моста, или транспортируется через мост, строго по оси моста, транспортировка автотракторной техники через мост осуществляется в количестве не более одной единицы.

## Условные обозначения к графику производства работ

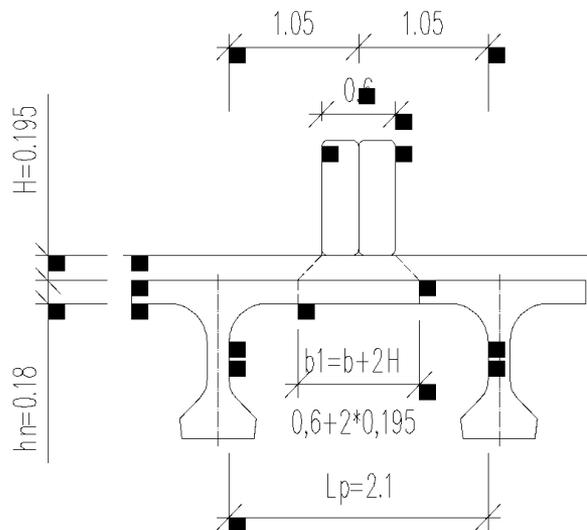


- оформление закрытия перегона, пробог машин к месту работ и снятие напряжения в контактной сети.
- снятие монорегуляторов на оставшихся шпалах
- установка стыковых накладок и сболчивание стыков рельсовых плетей с существующим путем
- погрузка инвентарных рельсов путеукладочным краном УК-25/9-18 и надвижка сварных рельсовых плетей на подкладки
- разболчивание стыков с оставлением накладок на одном болте
- постановка монорегуляторов в гнезда анкеров на каждой третьей шпале.
- расшивка временно закрепленных рельсовых плетей, установка по створам, снятие предохранительных башмаков.
- снятие монорегуляторов на 4 шпалах из 5.
- частичная выправка пути.
- сварка ПРСМ

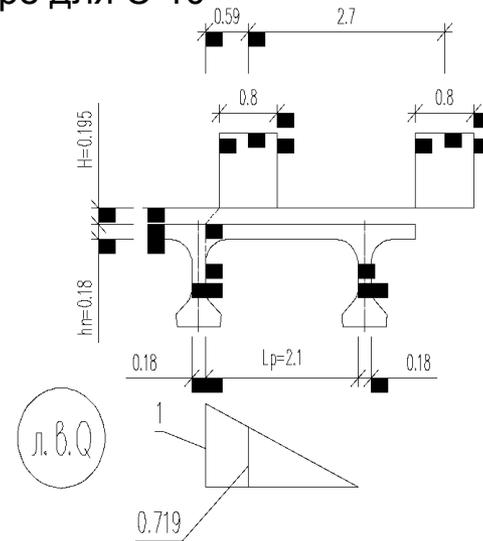
Постоянные нагрузки на 1м<sup>2</sup> плиты. ( СП 35.13330.2011)

Вид нагрузки	Объемный вес $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Норм. нагрузка, кН	Коеф. над по нагрузке $\gamma_f$ Табл. 6.4	Расч. нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Покрытие $\delta=0,07$ м	23	$0,07 \cdot 23=1,61$	1,5	2
Заш. слой $\delta=0,06$ м	25	$0,06 \cdot 25=1,5$	1,3	1,95
Гидроизоляция $\delta=0,006$ м	15	$0,006 \cdot 15=0,09$	1,3	0,117
Выравн. слой $\delta=0,06$ м	25	$0,06 \cdot 25=1,5$	1,3	1,95
Ж/б плита $\delta=0,18$ м	25	$0,18 \cdot 25=4,5$	1,1	4,95
		$g_n=9,2$		$g=11,4$

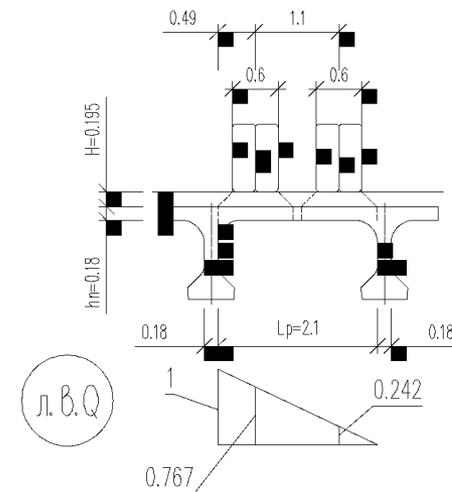
Ширина площадки распределения нагрузки вдоль пролета плиты



Ординаты линии влияния поперечной силы на опоре для С-10



Ординаты линии влияния поперечной силы на опоре для С11





2 - 2

1 - 1

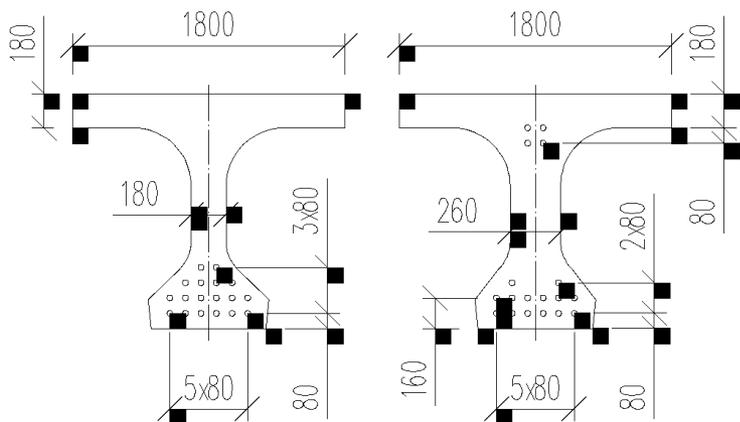
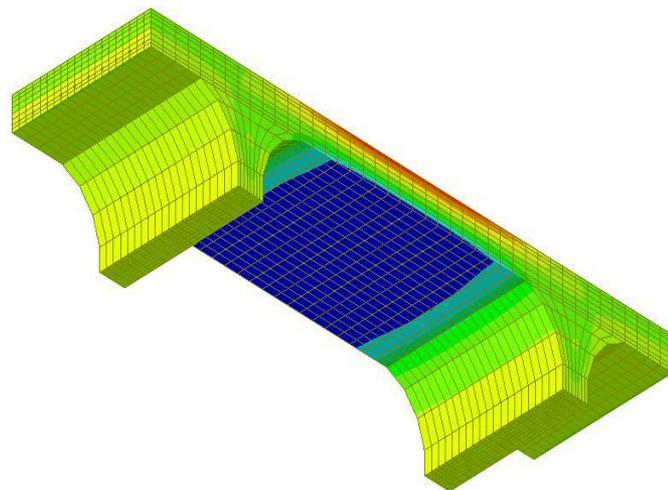
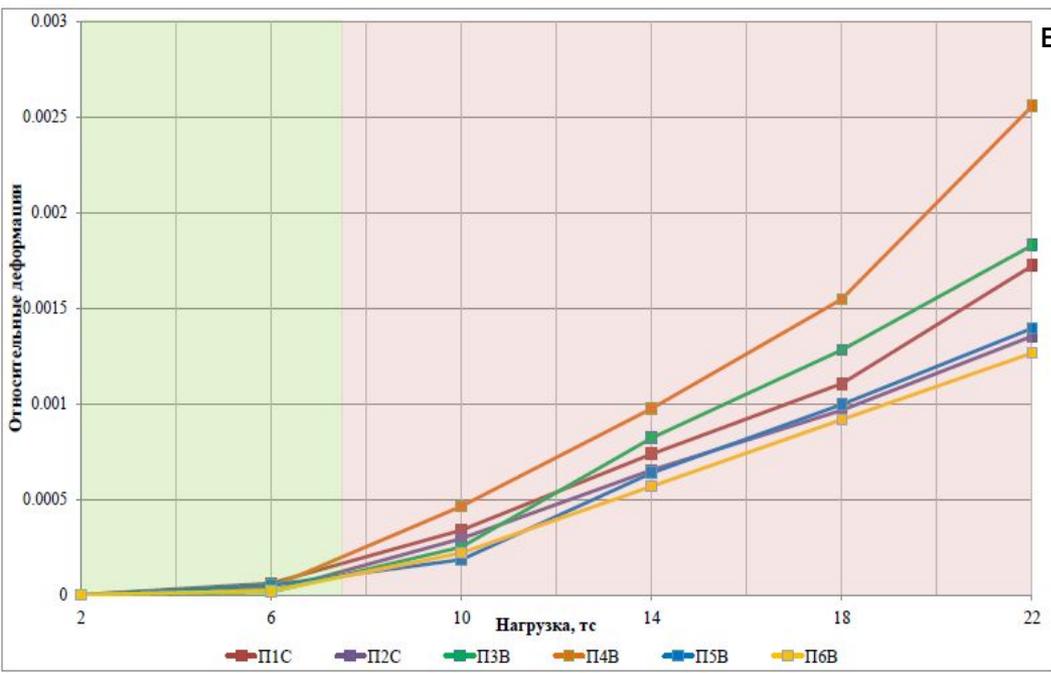
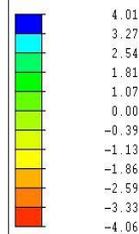


График деформации растянутой зоны бетона при статических испытаниях всех образцов (зеленым обозначена зона работы бетона без трещин, красным – бетон с трещинами)



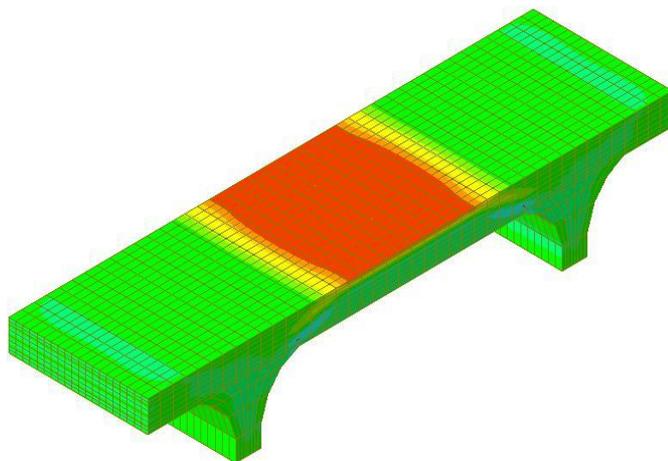
MIDAS/Civil  
POST-PROCESSOR  
SOLID STRESS



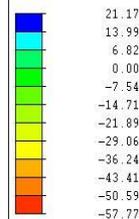
Ед.: МПа

ПАКЭРС  
X: -0.612  
Y: -0.612  
Z: -0.500

Напряжения в сжатой зоне бетона при воздействии испытательной нагрузки  $P_u = 50,0$  тс (МПа)



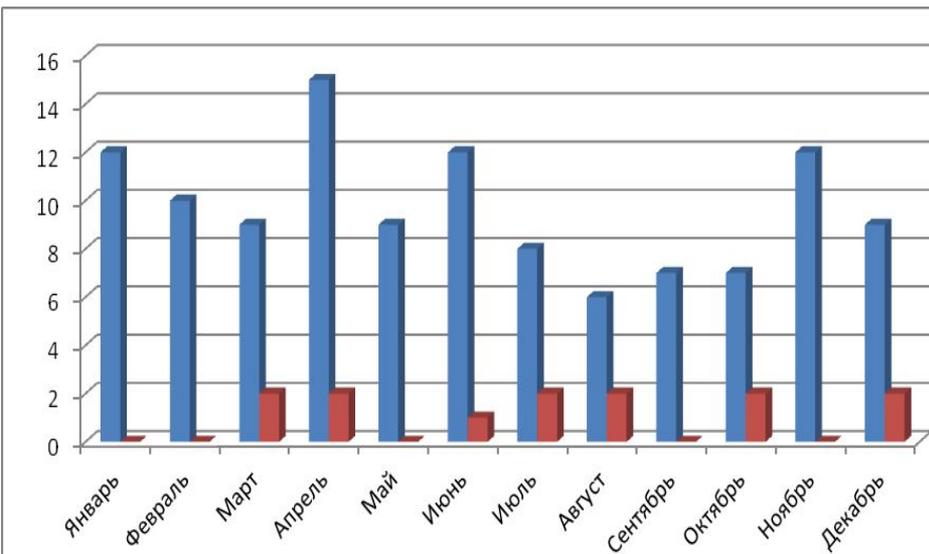
MIDAS/Civil  
POST-PROCESSOR  
SOLID STRESS



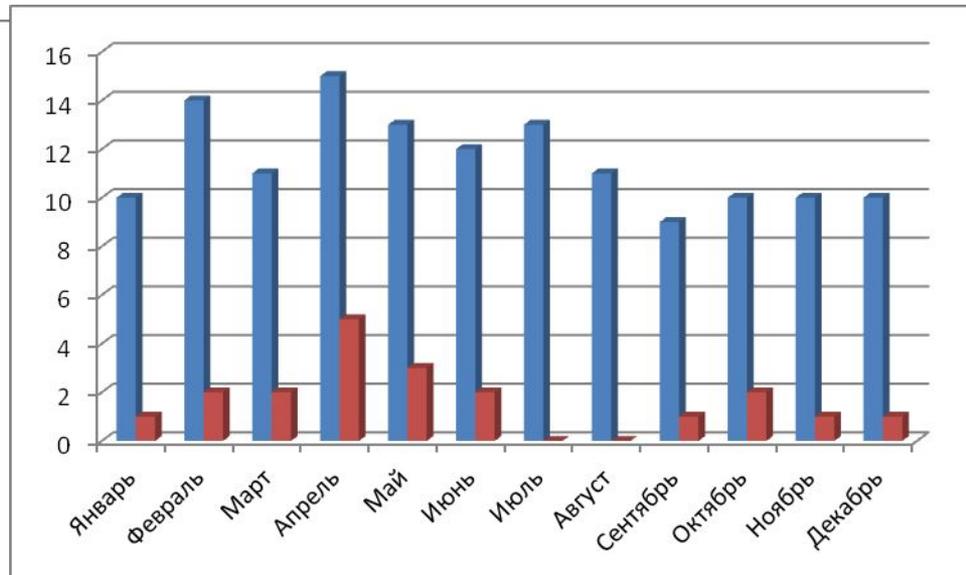
Ед.: МПа

ПАКЭРС  
X: -0.612  
Y: -0.612  
Z: 0.500

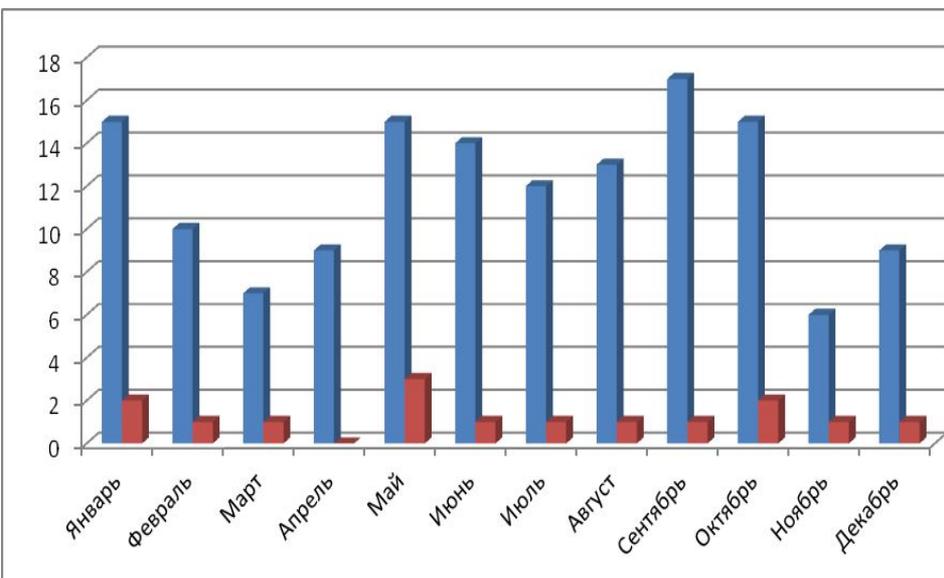
## Среднее количество отступлений по рихтовке



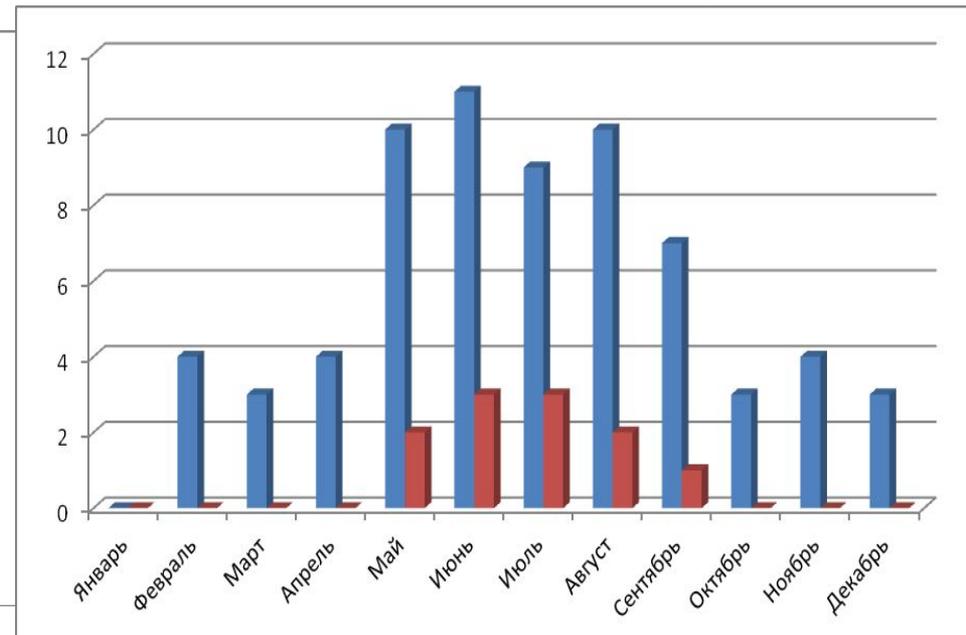
## Среднее количество отступлений по перекосам



## Среднее количество отступлений по просадкам



## Среднее количество отступлений по сужениям



Эффективность путевых машин складывается из уменьшения трудовых затрат на выполнение работ по текущему содержанию и ремонту пути и повышению качества содержания пути.

Эффективность механизированного выполнения работ:

$$Э = (R_x - I_1 - K_x)(1 + E_x)^{-1}, \quad (8.1)$$

где  $R_x$  – стоимость результатов от использования машины в течение года;  $I_1$  – затраты на обслуживание машин;  $K_x$  – затраты на приобретение машин.

$$(1 + E_x)^{-1} = \frac{1}{(1 + E_x)^n} = \alpha_1, \quad (8.2)$$

$\alpha_1$  – коэффициент приведения затрат и результатов к базисному (начальному) моменту времени. Приведение разновременных затрат, результатов, эффектов осуществляется с помощью нормы дисконта  $E_x$ . В данном случае  $E_x = 0,1$  (10 %) – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Учет инфляции при определении показателей эффективности инвестиционных проектов осуществляется либо путем индексации цен, либо (при использовании неизменяемых базисных цен) путем корректировки нормы дисконта.

В данном случае вместо величины  $E_x$  используется модифицированная норма дисконта  $E_{ex}$ :

$$E_{ex} = \frac{1 + E_x}{1 + \frac{P}{100}} - 1, \quad (8.3)$$

где  $P$  – прогнозируемый годовой уровень инфляции, %, тогда:

$$\alpha^* = \frac{1}{(1 + E_{ex})^n}. \quad (8.4)$$

### 8.1 Определение затрат, связанных с обслуживанием машин

Расходы на заработную плату. Машину «ЩОМ-6Б» обслуживают 4 человека – 3 машиниста 10-го разряда, 1 машинист – 9 разряда. Годовая заработная плата обслуживающего персонала рассчитана на основе часовых тарифных ставок, месячного фондарабочего времени, установленных доплат за вредные условия труда, премий, доплат за выслугу лет:

$$З_p = 12 \cdot 3 \cdot Z_{пл}^{мес}, \quad (8.5)$$

где 12 – число месяцев в году;  $Z_{пл}^{мес}$  – месячная заработная плата,

$$Z_{пл}^{мес} = Z_{кл}^{мес} + D_{в} + П_{в} + П_{всп}, \quad (8.6)$$

где  $Z_{пл}^{тар}$  – месячная тарифная ставка;  $Z_{кл}^{мес} = e \cdot T_{мес}$ , (8.7)

где  $e_x$  – часовая тарифная ставка, руб./ч; (для машиниста 10 разряда) = 69,87 руб., помощника машиниста – 65,40 руб.);  $T_{мес}$  – месячный фонд рабочего времени,  $T_{мес} = 160$  ч;  $D_{в}$  – доплата за вредные условия труда.

### Определение экономии средств от применения машины «ЩОМ-6Б»

Стоимостная оценка результатов  $R_x$  включает экономию средств от снижения расходов на текущее содержание пути; на материалы верхнего строения пути; на выходы негодных элементов верхнего строения пути; от снижения износа подвижного состава из-за улучшения состояния пути; от уменьшения количества предупредений и отказов пути.  $R_x$  определяется:

$$R_x = \Delta U_{тс} + \Delta U_{мат} + \Delta U_{пс} + \Delta U_{по}, \quad (8.14)$$

где  $\Delta U_{тс}$  – экономия от снижения расходов на текущее содержание пути в год после проведения среднего ремонта:  $\Delta U_{тс} = 3_n R_c 12$ , (8.15)

где  $3_n$  – заработная плата монтеров пути 3-го разряда,  $3_n = 17642$  руб.;  $R_c$  – уменьшение штата при реформировании дистанции пути,  $R_c = 24$  чел.  
 $\Delta U_{тс} = 17642 \cdot 24 \cdot 12 = 5808896$  руб.;

$\Delta U_{мат}$  – экономия от снижения расходов на материалы верхнего строения пути.

Затраты на материалы верхнего строения пути составляют 6 % от годовых эксплуатационных расходов дистанции пути  $U_{экс}^{пч}$ ;  $U_{экс}^{мес} = 62251$  тыс. руб.

Динамическое взаимодействие пути и подвижного состава при применении машины ЩОМ-6Б уменьшается в среднем на 15 %, на столько же процентов сократится выход негодных элементов верхнего строения пути

$$\Delta U_{мат} = 0,06 U_{экс}^{мес} \cdot 0,15 \quad (8.16)$$

$$\Delta U_{мат} = 0,06 \cdot 62251 \cdot 10^3 \cdot 0,15 = 560259 \text{ руб.};$$

$\Delta U_{пс}$  – экономия от снижения износа подвижного состава из-за улучшения состояния пути от применения ЩОМ-6Б,  $\Delta U_{пс} = \Delta U_{экс} = 560259$  руб.;

$\Delta U_{по}$  – экономия затрат от уменьшения отказов пути:

$$\Delta U_{по} = 365 (C_{гр} n_{гр} t + C_{пс} n_{пс} t), \quad (8.17)$$

где  $C_{гр}$  – норма эксплуатационных расходов на 1 поезд-час простоя грузового поезда,  $C_{гр} = 913$  руб.;

$C_{пс}$  – укрупненная норма эксплуатационных расходов на 1 поезд-час простоя пассажирского поезда  $C_{пс} = 2046$  руб.;

$n_{гр}$  – количество грузовых поездов в сутки,  $n_{гр} = 31$ ;

$n_{пс}$  – количество пассажирских поездов в сутки,  $n_{пс} = 14$ ;  $t$  – потеря времени хода одного поезда по дистанции пути из-за наличия неграфиковых предупредений и внезапных отказов,  $t = 0,2$  ч (статистические данные);

$$\Delta U_{по} = 365 (913 \cdot 31 \cdot 0,2 + 2046 \cdot 14 \cdot 0,2) = 4156912 \text{ руб.};$$

$$R_x = 5808896 + 560259 + 560259 + 4156912 = 9638675 \text{ руб.}$$

Экономия в год от использования от применения машины «ЩОМ-6Б» составит 9638675 рублей.

## Расчет устойчивости козлового крана

Устойчивость козловых кранов – важнейшее условие их безопасной эксплуатации. Уравнение собственной устойчивости крана (без груза) относительно точки опрокидывания имеет вид:

$$K(W_1 h_1 + \dots + W_n h_n) \leq (G_1 + G_2) a + 2G_2 (b+c), \quad (9.1)$$

где  $K$  – коэффициент собственной устойчивости (равен 1)

$W_1, \dots, W_n$  – сила давления ветра на отдельные части конструкции крана, тс;  $G_1$  – вес портала,  $H$ ;  $G_2$  – вес тележки и грузового полиспаста,  $H_2$ ; – вес противовеса на одной тележке,  $H$ ;  $a, b, c, h_1, \dots, h_n$  – плечи сил относительно точки опрокидывания, м.

Определение коэффициентов грузовой и собственной устойчивости козлового крана, сравнение их с допустимыми значениями. Грузоподъемность крана 20 т, вес фермы крана 12 т, машинного отделения 4,5 тс, грузовой тележки 2 тс, поднимаемого груза 20 тс. Конструкция крана решетчатая и характеризуется следующими параметрами: коэффициентом решетчатости  $\alpha=0,35$ ; коэффициент собственной устойчивости  $K_s=1,15$ ; удельная сила ветра  $q=25$  кгс/м<sup>2</sup>.

Коэффициент грузовой устойчивости определяется как отношение моментов удерживающего  $M_u$  к опрокидывающему  $M_o$ :

$$K_{gr} = \frac{M_u}{M_o}, \quad (9.2)$$

$$M_u = Q_k \cdot h_1, \quad (9.3) \quad M_o = M_1 + M_2 + M_3 = W_1 \cdot h_1 + W_2 \cdot h_2 + T \cdot h_3, \quad (9.4)$$

где  $Q_k$  – вес крана с грузом, тс ( $Q_k = 2+20+12+4,5=38,5$ );

$h_1$  – плечо удерживающего момента, равное половине расстояния между колесами, м ( $h_1 = 3$  м);  $W_1$  – сила давления ветра на ферму крана, тс;  $W_2$  – сила давления ветра на жесткую опору, тс;  $h_2$  – расстояние от рельса до центра тяжести фермы, м ( $h_2 = 12,8$  м);  $h_3$  – расстояние от рельса до центра тяжести жесткой опоры, м ( $h_3 = 7,8$  м);  $T$  – усилие при торможении крана, тс.

$$\text{Найдем значения } M_1, M_2, M_3: M_1 = W_1 \cdot h_1 = K \cdot q \cdot \alpha \cdot F_1 \cdot h_1, \quad (9.5)$$

$$M_1 = 1,5 \cdot 25 \cdot 0,35 \cdot 48 \cdot 12,5 = 7,87 \text{ тс} \cdot \text{м} (77,0 \text{ кН} \cdot \text{м}); F_1 = 2 \cdot (20+4) = 48 \text{ м}^2$$

$$M_2 = W_2 \cdot h_2 = K \cdot q \cdot \alpha \cdot F_2 \cdot h_2, \quad (9.6)$$

$$M_2 = 1,5 \cdot 25 \cdot 0,35 \cdot 25 \cdot 7,8 = 2,26 \text{ тс} \cdot \text{м} (22,15 \text{ кН} \cdot \text{м})$$

$$F_2 = 4 \cdot 11 \cdot \frac{1}{2} = 22 \text{ м}^2; \quad M_3 = T \cdot h_3 = 0,1 \cdot Q_k \cdot h_3, \quad (9.7)$$

$$M_3 = 0,1 \cdot 38,5 \cdot 12,5 = 48,2 \text{ тс} \cdot \text{м} (472,4 \text{ кН} \cdot \text{м})$$

Усилие при торможении крана принято 10 % веса крана и груза.

Подставив значения  $M_1, M_2, M_3$  в формулу для определения опрокидывающего момента, получим:

$$M_o = 7,87 + 2,26 + 48,2 = 58,33 \text{ тс} \cdot \text{м} (571,6 \text{ кН} \cdot \text{м})$$

$$\text{Удерживающий момент: } M_u = 38,5 \cdot 3,0 = 115,5 \text{ тс} \cdot \text{м} (1131,9 \text{ кН} \cdot \text{м})$$

Коэффициент грузовой устойчивости при этом составит

$$K_{gr} = \frac{1131}{571,6} = 1,98 > 1,4$$

## Определение максимально разовых выбросов загрязняющих веществ предприятия

Концентрация вредных веществ в подветренной зоне от линейного источника

$$C = \frac{N_2 \cdot m \cdot K \cdot M}{n \cdot v \cdot l \cdot F} \quad (9.11)$$

загрязнения:

Источник расположен на крыше отдельного здания; вне наветренной зоны

$$\text{принимается коэффициент } m = \frac{\epsilon_r - hc}{2h} \quad (9.12)$$

в) в зависимости от величины  $\frac{l}{h}$  определяется коэффициент  $K_\epsilon$ ;

г) коэффициент  $n$ , учитывающий снижение расчетной скорости ветра в условиях застройки, принимается равным 1;

д) принимается расчетная скорость  $V$ , равная 1 м/с;

е) параметр  $F$ , учитывающий размер циркуляционных зон, принимается равным высоте здания;

По СН ЛОСКО определяют ПДК вредного вещества в атмосферном воздухе. В атмосферу выбрасывается окись углерода. Объем выбрасываемого воздуха  $V=23$  тыс м<sup>3</sup> /г; Высота трубы  $H=21$ м; Разность между температурой выбрасываемой смеси и температурой окружающего воздуха  $\Delta T=8$ град. Климатическая зона — Поволжье; Фоновая концентрация вредного вещества вокруг предприятия  $K_f=0,02$  нг/н<sup>3</sup>; Коэффициент  $m=0,5$ ;

## Расстояние от переносных сигналов «остановка» до первой петарды

Руководящий спуск и максимальная допускаемая скорость движения поездов на перегоне	Расстояние от переносных сигналов «остановка» до первой петарды, Б
На перегонах, где имеются руководящие спуски 0,006 и круче, но не более 0,010, при скорости движения: пассажирских поездов не более 100 км/ч грузовых поездов не более 80 км/ч	1200 1200

