



Техническая политика Государственной компании «Автодор»
в части повышения долговечности автомобильных дорог

Сергей Владимирович Ильин, 2023

**1. Межремонтный цикл по капитальному ремонту М-4 «Дон»
(реконструкция осуществлена в 2000-2001 гг.)**

2. Межремонтный цикл по ремонтам М-11 «Нева»

**3. Технические решения позволяющие повысить
межремонтные сроки**

4. Направления импортозамещения

М-4 км 54-км 72 цементобетонное покрытие

2011	7 лет	2018	4-5 лет	2022	4-5 лет	4-5 лет	4-5 лет	4-5 лет	За 12 лет:
Устройство цементобетонного покрытия Правая полоса из цементобетона в эксплуатации 12 лет									2 тонких (3,5 см) слоя износа Правая полоса из цементобетона в эксплуатации 12 лет без дефектов, Перспектива – только замена слоя износа
Устройство слоя износа			Устройство слоя износа						
			Устройство слоя износа			Устройство слоя износа		Устройство слоя износа	

М-4 км 72-км 121 (ЩЦПС в нижнем слое основания)

2001	11 лет	2012	6-7 лет	2018	6 лет	За 22 года:
Реконструкция участка завершена в 2000-2001 г. в 2011-2012 ремонт по замене слоя покрытия – 4 см						2 ремонта с заменой слоя износа, перспектива – ремонт 2-х слоев покрытия
			в 2017-2018 ремонт по замене слоя покрытия – 5 см (на 1 см больше)			
			В 2023 разработка проекта капитального ремонта, состояние нормативное			

М-4 км 167-км 193 (нежесткая дорожная одежда, щебень)

2001	11 лет	2012	6-7 лет	2019	5-6 лет	За 22 года:
Реконструкция участка завершена в 2000-2001 г. <i>Ремонт в 2011-2012 год – 2 слоя (по участкам)</i>						2 ремонта: 1 – замена слоя износа 1- ремонта по участкам 2 слоя, Перспектива-капитальный ремонт до основания
			Ремонт в 2018-2019 году – ремонт - замена ЩМА 5 см			
			В 2022 – ямочность, выпоры, трещины (следующий ремонт не менее 2-х слоев+карты по основанию)			

Рекомендации по повышению долговечности

**М-4 км 54-км 72
цементобетонное покрытие,
перекрытое асфальтобетоном**

**М-4 км 72-км 121 (ЩЦПС в
нижнем слое основания)**



Дефекты разрушения покрытия отсутствуют, температурные швы на покрытии не требуют разделки.

Рекомендация: Применение мембранной технологии укладки асфальтобетона, подбор состава асфальтобетона и вяжущего, обеспечение адгезии вяжущего

Основной дефект - отраженные трещины.

Рекомендации: Применение при новом строительстве и капитальном ремонте в основании органо-минеральных смесей (на комплексном вяжущем), на минеральном вяжущем не более М60; поверхностный дренаж в зоне трещин; при капитальном ремонте применение в зоне усталостного разрушения металлических сеток между нижним слоем покрытия и верхним слоем основания (слои из асфальтобетона), **фрезерование при втором ремонте – 1 см.**

**М-4 км 167-км 193
(нежесткая дорожная
одежда)**



Дефекты: отдельные поперечные трещины по всей ширине. В правой полосе – ямочность, выпоры, провалы, сетка трещин. Динамика с 2018 по 2021 ямочность отсутствовала. В 2022 году феврале 9 м² ямочного ремонта, в декабре увеличилась в 14 раз и составила 124 м²

Рекомендации: При назначении ремонта 1. СТО АВТОДОР 2.4-2013 «Оценка остаточного ресурса» с обязательной оценкой свойств асфальтобетона в нижних слоях.

2. Армирование основания георешетками для обеспечения однородности модуля упругости, как альтернатива укрепленного основания (при проектировании нового строительства, реконструкции, капитального ремонта)

3. Для нагруженных участков: фрезерование +1 см, при переустройстве покрытия 2-й раз, на 3-й раз – 2 слоя. В этом контексте при проектировании капитального ремонта и нового строительства рекомендуется ЩМА – 4 см.

4. Поверхностный дренаж, разделка обочин на всю длину с отсыпкой дренирующего слоя.

Толщина слоя фрезерования, см	Сила режущей фрезы в трех направлениях (Н) при скорости 0,5 м/с
2	169,2
3	192,3
4	212,5
5	321,8

Пример расчета дорожной одежды по объекту по ПНСТ 542-2021
(Стратегия эксплуатации: ВСП –SMA 16, замена ВСП - 4 года, ремонт - 12 лет,
капитальный ремонт – 24 года)

Варианты	Принятая толщина верхнего слоя покрытия SMA-16, см (в скобках, исключение из расчета допустимой колеи в 2 см)	Количество а/б слоев, при типе нижнего слоя основания			Стоимость строительства 1000 м ² исходя из типа основания, тыс. руб.			Стоимость капитального ремонта и ремонта, 1000 м ² , тыс. руб.			Стоимость в жизненном цикле 1000 м ² , тыс. руб./удорожание %					
		ЩПС	ЩПС +цемент	ЩПС + комплексное вяжущее	ЩПС	ЩПС +цемент	ЩПС + комплексное вяжущее	ЩПС	ЩПС +цемент	ЩПС + комплексное вяжущее	ЩПС	ЩПС +цемент	ЩПС + комплексное вяжущее	ЩПС	ЩПС +цемент	ЩПС + комплексное вяжущее
1	6	3	2	2	5186	4343	4466	12797	11657	11657	17983	16000	16123	124	111	112
2	5	3	2	2	5152	4227	4316	11168	10192	10192	16319	14419	14508	113	100	101
3	4 (из расчета минус 2 см)	3	3	3	5402	5074	5281	10529	9810	9810	15930	14884	15092	109	102	105
4	5 (из расчета минус 2 см)	3	3	3	5480	5144	5242	11557	11003	11003	17038	16147	16245	117	111	113
5	6 (из расчета минус 2 см)	3	3	3	5515	5261	5338	12797	12468	12468	18312	17729	17806	126	122	123

Экономические расчеты, с наложением фактических показателей межремонтных сроков и должны лечь в основу разработки ГОСТ Р на дорожные одежды. Это тема отдельной научной фундаментальной работы.

Вопросы эксплуатации М-11

Этап	Открытие движения	Ремонт	Дефекты
0 этап км 15 – км 58	23.12.2014	2020, 2021, 2022 (частичные ремонт)	Одиночные трещины, колея износа до 10 мм
1 этап км 58 – км 97	01.09.2018	-	Локальные просадки, неровности на мостовых сооружениях
2 этап км 97 – км 149	03.07.2019	-	Локальные просадки, неровности на мостовых сооружениях
4 этап км 208 – км 208	15.12.2017	-	Одиночные трещины
5 этап км 258 – км 334	28.11.2014	2021, 2022	Отсутствуют
6 этап км 334 – км 543	06.06.2018	-	Колейность до 17 мм
7 этап км 543 – км 646	03.09.2019	-	Колейность до 10 мм
8 этап км 646 – км 684	27.11.2019	-	Колейность до 10 мм и неровности на мостовых сооружениях

Основные выводы:

- дефекты носят локальный характер;
- доуплотнение в пришовной зоне мостовых сооружений
- выкрашивание, ямочность. Необходимо контролировать наличие адгезионной добавки, устойчивость вяжущего к старению;
- для исключения колейности необходимо применение вяжущих с повышенной температурой размягчения;
- температурные трещины отсутствуют. Увеличение требований к низкотемпературным показателям приводит к проблемам с колей



Проблема: разрушение дорожной одежды

Существующая дорожная одежда:

1. Щебеночное основание фр.40х70мм по способу заклинки – 0,28 м;
2. Нижнего слоя покрытия типа А марки II – 0,07 м;
3. Устройство верхнего слоя покрытия из горячей мелкозернистой смеси типа Б марки I – 0,05 м.



Рекомендации:

- обязательное укрепление слоя основания
- асфальтогранулобетон;
- органо-минеральные смеси;
- щпс, укрепленное цементом;
- активные доменные шлаки;
- обеспечение дренажа.

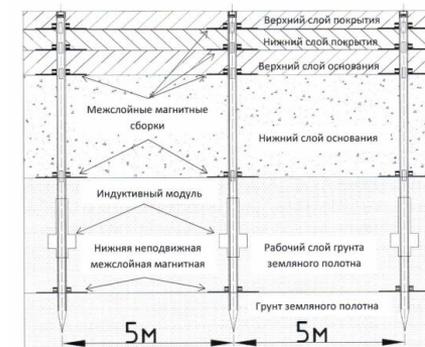
Нормативная база	Решаемая задача
СТО АВТОДОР 2.4-2013 «Оценка остаточного ресурса нежестких дорожных конструкций автомобильных дорог Государственной компании «Российские автомобильные дороги»	Определяет какую нагрузку восприняла на себя дорожная одежда от проектной для планирования ремонтных работ, назначения капитальности ремонта
СТО АВТОДОР 10.6-2015 «Комплексный динамический мониторинг нежестких дорожных одежд. Правила проведения»; ГОСТ Р 59918-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Методики оценки прочности	Применение установки динамического нагружения (FWD)/ Определяет проблемный конструктивный слой, исключая субъективность назначения капитальности ремонта
СТО АВТОДОР 2.28-2016 «Прогнозирование состояния эксплуатируемых автомобильных дорог Государственной компании «Автодор»	Прогнозирование продольной ровности, колеяности, сцепления для планирования ремонтных мероприятий

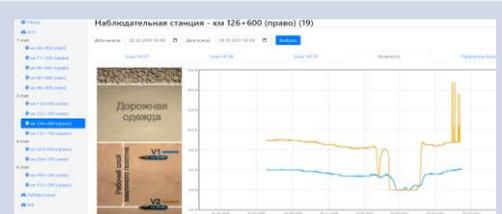


В целях измерения прогиба дорожного покрытия на участках автомобильных дорог М-11 «Нева», А-104 «Москва-Дмитров-Дубна», 46Н-07155 «Звенигород - Ершово – Борисково» (по 1 км на каждом участке) с применением под ударными нагрузками (падающим грузом) дефлектометра Primax 1500 (FWD) и универсальной лаборатории сплошной безостановочной диагностики автомобильных дорог "Эскандор" (RWD) выполнен комплекс исследовательских работ.

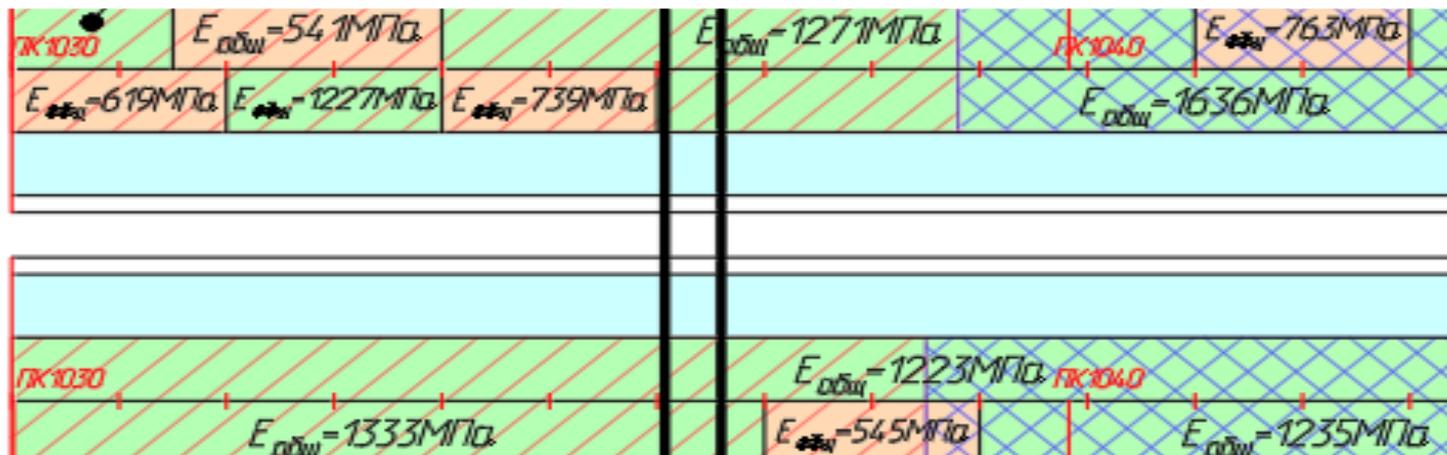
На объектах Государственной компании апробирована 21 станция по СТО АВТОДОР 10.9-2016 «Система автоматизированного дистанционного мониторинга накопления остаточных деформаций в элементах дорожных конструкций».

Рекомендация: для установки на отдельных объектах, в каждом регионе с уточнённым функционалом.



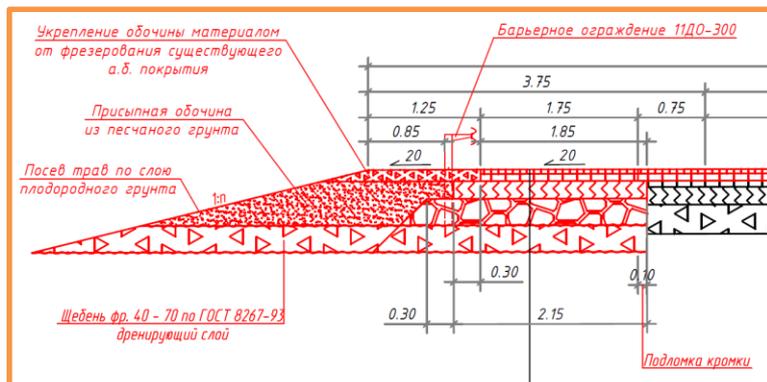
Функция	Эффект, решаемая задача	Пример																
Остаточная деформация в конструктивных слоях	Позволяет Заказчику своевременно выявить проблемные участки, без дорогостоящего выезда установки динамического нагружения для определения прочности, выявить проблемные слои.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>км 122+100 (лево)</th> <th>км 256+350 (лево)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>зонд 1</td> <td>зонд 1</td> </tr> <tr> <td>-26,2</td> <td>-1,7</td> </tr> <tr> <td>-26,9</td> <td>-1,4</td> </tr> <tr> <td>-0,1</td> <td>-0,5</td> </tr> <tr> <td>-0,8</td> <td>-1,8</td> </tr> <tr> <td>-0,2</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>-0,3</td> </tr> </tbody> </table>	км 122+100 (лево)	км 256+350 (лево)	зонд 1	зонд 1	-26,2	-1,7	-26,9	-1,4	-0,1	-0,5	-0,8	-1,8	-0,2	0,1	0	-0,3
км 122+100 (лево)	км 256+350 (лево)																	
зонд 1	зонд 1																	
-26,2	-1,7																	
-26,9	-1,4																	
-0,1	-0,5																	
-0,8	-1,8																	
-0,2	0,1																	
0	-0,3																	
Температура	Позволяет Заказчику осуществить проведения работ по определению прочности, по ремонтным мероприятиям, оценивать тепло влажностный режим в случае образования дефектов основания																	
Влажность	Позволяет оценить эффективность дренажа, а также основу для фундаментальных вопросов – уточнение в расчетах дорожных одежд расчетных схем по увлажнению																	

Проблема: снижение модуля упругости на локальных участках



Решение № 1

разделка обочины на всю длину с укладкой дренающего слоя (щебня в геобойме)



Решение № 2

Укладка гидромата с обратной засыпкой как на локальных участках, так и на всю длину



2019-2022 гг. Государственной компанией проведены лабораторные и полигонные исследования эффективности применения липецких доменных и конверторных шлаков, а также продуктов их переработки в конструктивных слоях дорожной одежды на М-12, ЦКАД с привлечением МАДИ, СИБАДИ, Донского ГТУ

Сравнение эффективности доменного, конверторного шлака, природного каменного материала

АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СЛОИ

Асфальтобетоны по ГОСТ Р 9128, ГОСТ Р 58401.1 (*повышение устойчивости к колееобразованию, усталости, повышенная теплоемкость*)

Полиминеральный порошок в качестве минерального порошка (*не ухудшает свойства асфальтобетона*)

ОСНОВАНИЕ

ЩПС (*однородность модуля упругости шлаки 8-10 % ; на ЩПС природном 14-16%*)

ЩПС укрепленные цементом (*повышенная устойчивость к остаточным деформациям*)

Органоминеральные смеси на комплексном вяжущем (*повышенная устойчивость к остаточным деформациям*)

ЩПС укрепленные органическим вяжущим и минеральной активной добавки (*повышенная устойчивость к остаточным деформациям*)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ: *Экономический (до 30 % на каменном материале), экологический (ликвидация отвалов)*

РЕКОМЕНДАЦИИ: *обеспечить качественное лабораторное и научно-техническое сопровождение*

Устройство композитного армирующего слоя по технологии «САДЭМС» с использованием стальной сетки «ДОРКАРС» и литой эмульсионно-минеральной смеси (ЛЭМС). Проектирование армированной дорожной одежды и производство работ - в соответствии с ОДМ-218.3.041.2020 «Методические рекомендации по армированию асфальтобетонных слоев стальными сетками».

Укладка стальной сетки



Распределение ЛЭМС по сетке



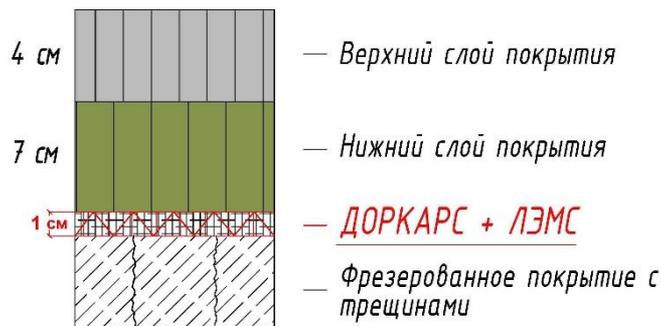
Укладка а/б смеси на композитный армирующий слой



До ремонта, а/д М-1 «Беларусь» в 2019 г.

Конструкция армированного а/б покрытия на правой полосе движения

После ремонта, а/д М-1 «Беларусь» в 2022 г.



Технология апробирована совместно с ООО «БитумРус» на а/д М-4 «ДОН» в 2018 г., 2019 г., 2021 г. и в 2022 г., а также на а/д М-1 «Беларусь» в 2019 г.

Ямочный ремонт

Холодная органоминеральная смесь с применением РАП*

% по массе

Черный щебень, приготовленный из РАП фр.5-15 мм и обработанный по холодной технологии эмульсией FF в количестве 2,5% по массе (по ТУ 571850-001-01802724-2016)	60,0
РАП фр.0-5 мм необработанный	16,0
Песок дробленый фракции 0,16-4 мм	21,0
Минеральный порошок	3,0
Цемент М400 сверх 100%	3,0
Вода сверх 100%	1,5



Лабораторный образец из холодной органоминеральной смеси с использованием РАП и эмульсии FF

Скотч-технология* ремонта по СТО 61369506-023-2022:

- ямочный ремонт;
- заделка отверстий от кернов;
- ремонт трещин;
- ремонт пришовной зоны деформационных швов.



*Технология апробирована совместно с ООО «МТТС» на а/д М-1

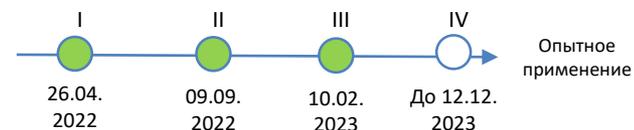
Работа реализуется по трем технологическим направлениям:

1. Вантовые канаты и вантовая система в целом (ООО «СТС», ОАО «Северсталь-метиз»);
2. внутренняя и внешняя оболочки (ООО «СТС», ОАО «Северсталь-метиз», ООО «СИБУР»);
3. смазка (ООО «СТС», ОАО «Северсталь-метиз», ООО «Газпромнефть-БМ», ООО «Газпромнефть-СМ»).

Основная проблема – отсутствие методик и оборудования для испытания вантовых систем



Этапы разработки защитной смазки



I. В ГК Автодор создана рабочая группа по рассмотрению возможности внедрения отечественных материалов и изделий в конструкции вантовых систем мостовых сооружений

II. Произведен и испытан первый лабораторный образец
Проведены исследования эталонного образца смазки CIRINJECT по физико-химическим показателям качества и на Спектрометре ИК-Фурье. На основе полученных данных произведен первый лабораторный образец отечественного продукта-аналога.

III. Произведена опытно-промышленная партия
Gazpromneft Rope Conservation Grease

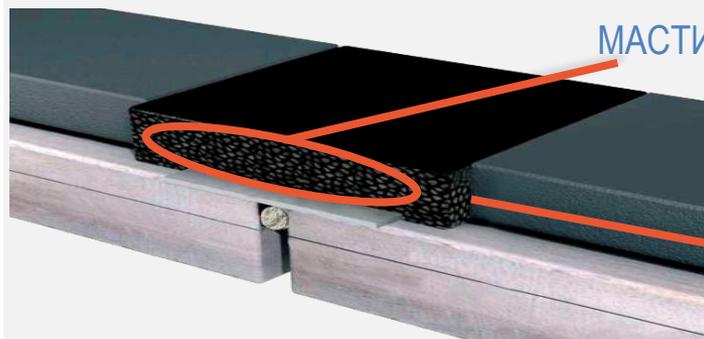
IV. Образцы смазки для вантовых систем отправлены ОАО «Северсталь-метиз» и ООО «СТС» для последующих испытаний

Итог работ:

подготовка предложений в проект ГОСТ Р «Ванты для мостостроения. Общие технические условия»

Мастика герметизирующая битумно-полимерная «Брит» Торма Мост для деформационных швов

УСТРОЙСТВО ПРИШОВНЫХ ЗОН И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ КОНСТРУКЦИИ «THORMA JOINT»



МАСТИКА: «БРИТ» ТОРМА МОСТ

Полимерная грунтовка «Брит»



М-11 «НЕВА»,
Производство работ:
с 05.08.2022 по 01.10.2022

Производитель ООО «НОВА-БРИТ»

СТО 77310225.003-2021 «Материалы герметизирующие битумно-полимерные «БРИТ». Технические условия»

Объект применения

Автомобильная дорога М-11 «Нева», на участках км 543 – км 646 и км 646 – км 684, прямое направление

Объем применения

Более 195 метров щебеночно-мастичных деформационных швов

Физико-механические показатели

Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	100
Гибкость, °С, не выше	-35
Относительное удлинение в момент разрыва, %, не менее	100
Водопоглощение, %, не более	0,40
Температура липкости, °С, не менее	75
Сопротивление текучести (величина стекания мастики) при 75 °С, мм	0

1. Импортозамещение вантовых систем

Внутренняя и внешняя полимерная оболочка оболочки вант (ООО «СТС», ОАО «Северсталь-метиз», ООО «СИБУР»).

Итог работ: подготовка предложений в проект ГОСТ Р «Ванты для мостостроения. Общие технические условия»



1. Индивидуальная оболочка;
2. Защитная смазка;
3. Защитное покрытие проволок;
4. Стальной канат типа К7.

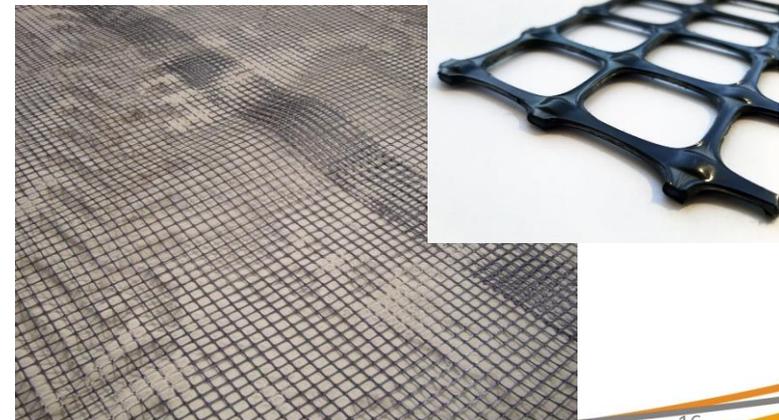
2. Поликарбонат для шумозащитных экранов и надземных пешеходных переходов

Применение монолитного поликарбоната с двусторонней защитой от УФ-лучей и двусторонним антиабразивным покрытием.



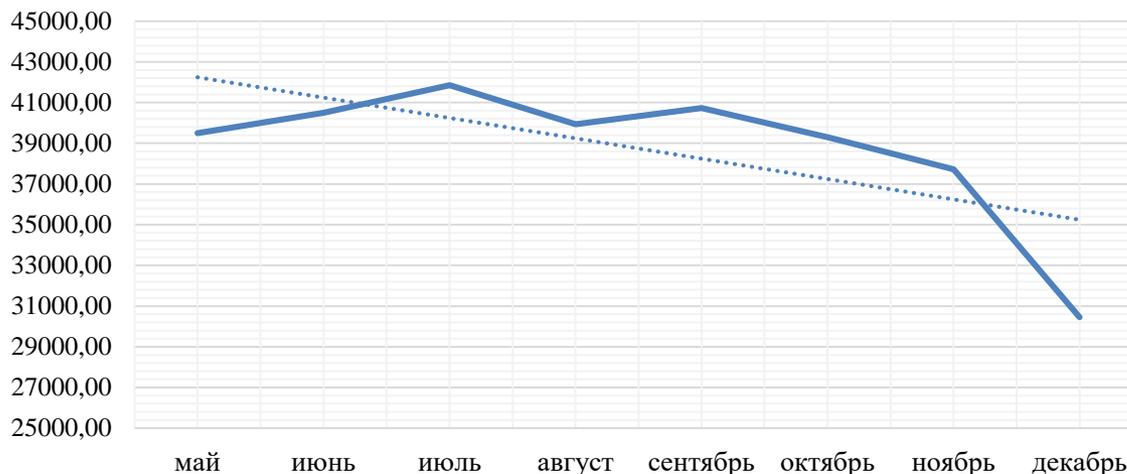
3. Перспективное направление

Обоснование применения георешеток для армирования слоев основания дорожных одежд

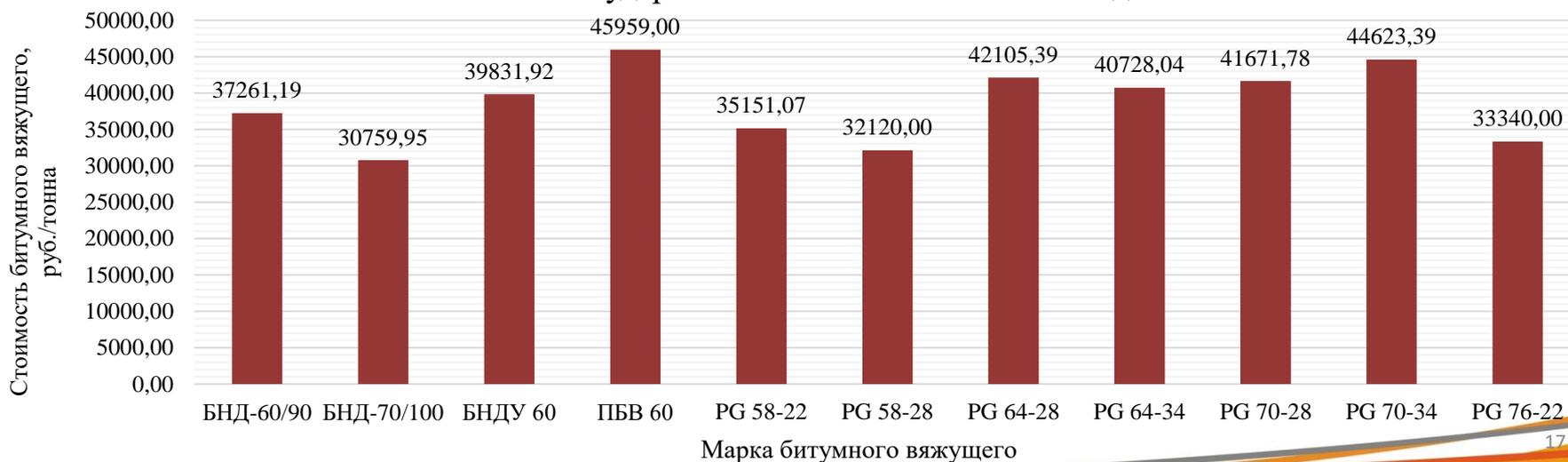


Ежемесячно на электронном портале Государственной компании осуществляется сбор данных по стоимости марок битумных вяжущих на основании данных филиалов и подрядных организаций.

Среднемесячный показатель стоимости битумных вяжущих на объектах Государственной компании за 2022 год



Среднегодовой показатель стоимости битумных вяжущих на объектах Государственной компании за 2022 год



**Благодарю за
внимание!**
