

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА»**

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ (ТЭО)

**эффективности применения модификатора УНИРЕМ на основе
анализа данных диагностики 6-ти участков автомобильных дорог,
построенных с использованием модификатора УНИРЕМ и
референтных участков**

Заказчик

ООО «НТС»

Исполнитель:

ООО «ЦМИиС»

ООО «Автодор-Инжиниринг»

Подольск, 2016г.

Оглавление:

1. Анализ данных диагностики участков автомобильных дорог, построенных с использованием модификатора УНИРЕМ 2
2. Расчет экономической эффективности применения модификатора УНИРЕМ в долгосрочной перспективе. 10
3. Расчет экономической эффективности применения модификатора УНИРЕМ в краткосрочной перспективе (сравнительный анализ стоимости модификаторов асфальтобетонных смесей) 13
4. Заключение 15

1. Анализ данных диагностики участков автомобильных дорог, построенных с использованием модификатора УНИРЕМ

В рамках данного аналитического отчета был проведен анализ данных с 6 участков автомобильных дорог федерального и регионального значения, на которых был применен асфальтобетон с использованием модификатора УНИРЕМ. В рамках проведения анализа участков автомобильных дорог была проведена работа по установлению заказчиков работ. От представителей заказчика было получено подтверждение об отсутствии ремонта автомобильной дороги с момента устройства верхнего слоя покрытия.

Сведения о заказчиках работ по объектам мониторинга:

Таблица 1.1.

№	Наименование участка	Наименование заказчика	Контакты заказчика	Срок устройства покрытия с УНИРЕМ/без УНИРЕМ
1	Волгоградская область: М-6 «Каспий» км 897+500 – км 902-500	Федеральное казенное учреждение "Управление автомобильной магистрали Москва - Волгоград Федерального дорожного агентства" (ФКУ Упрдор Москва-Волгоград)	392000, г. Тамбов, ул. Б. Федорова, д. 9 Телефон: (4752) 72-33-50	2012/2012
2	Смоленская область: А-132 км	ФКУ "Управление автомагистрали	248000 г. Калуга, ул. Космонавта	2012/2012

	0+000 – 7+608; ПК 31+80 – ПК 38+20 (прямое направление)	Москва-Бобруйск "	Комарова, 24/50 Телефон: +7(4842) 54-98-13,	
3	Краснодарский край: автодорога «Краснодар-Ейск» км 199+990 – км 206+000; Северный обход г. Ростова-на-Дону (референтный участок);	Министерство транспорта и дорожного хозяйства Краснодарского края	350014, г. Краснодар, ул. Красная, 35 тел.: (861) 268-47-57	2012/2013
4	Республика Карелия: М-18 «Кола» км 989-км1009, ПК 125+000 – ПК 130+000;	Федеральное казённое учреждение «Управление автомобильной магистрали Санкт-Петербург – Мурманск Федерального дорожного агентства» (ФКУ Упрдор «Кола»)	Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Антикайнена, д. 1А, 185035 +7(8142)444488	2012/2012
5	Московская область, Ногинский район: автодорога Р105 (Егорьевское шоссе), км 18+451 – км 25+811	Главное управление дорожного хозяйства Московской области	бизнес-центр «Рига Ленд», строение 2 26 км автодороги «Балтия» Красногорский район Московская область 14342 +7 495 287-37-96	2012/2012
6	Тамбовская область: автодорога Р119 (Орел-Ливны-Елец-Липецк-Тамбов) км 368+000 – км 386+000, ПК 45+00 - ПК 39+50	Федеральное казенное учреждение "Управление автомобильной магистрали Москва - Волгоград Федерального дорожного агентства" (ФКУ Упрдор Москва-Волгоград)	392000, г. Тамбов, ул. Б. Федорова, д. 9 Телефон: (4752) 72-33-50	2013/2013

На автомобильных дорогах с номерами 1,2,4,5,6 проводились ремонтные работы с заменой верхнего слоя покрытия с устройством части участка с применением модификатора УНИРЕМ. Таким образом, участок покрытия, устроенный с использованием УНИРЕМ находился в составе участка ремонта автомобильной дороги, на которой производились работы по мониторингу. Ввиду того, что участок ремонта в целом и его часть, устроенная с использованием модификатора УНИРЕМ устраивались в одно и то же время, одним и тем же подрядчиком и с использованием одних и тех же исходных материалов, то объект ремонта был избран как референтный участок для участка с использованием УНИРЕМ. В случае с участком №3 «Краснодар-Ейск» км 199+990 – км 206+100, который полностью был построен с применением модификатора УНИРЕМ был выбран участок, построенный в том же году в том же регионе: Северный обход г. Ростова-на-Дону.

В рамках работы были получены данные интенсивности автомобильных дорог из АБДД ДОРОГА, необходимые для построения прогноза ровности автомобильной дороги и динамики изменения поперечной ровности на основе полученных результатов диагностики. На основе данных по изменению интенсивности движения и был построен прогноз изменения ровности участков автомобильных дорог.

Для проведения расчетов были использованы следующие показатели, определенные в ходе мониторинга:

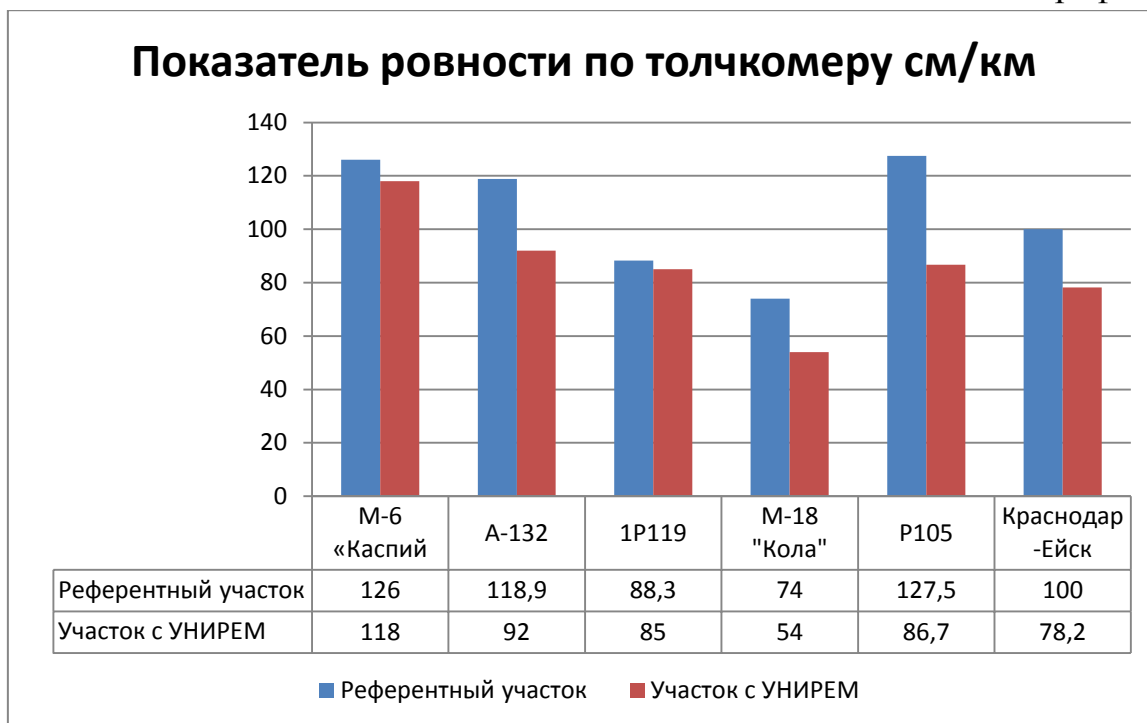
Таблица 1.2.

Наименование автомобильной дороги	Среднее значение ровности по толкочмеру см/км		Среднее значение международного индекса IRI м/км		Уровень шума транспортного потока Eq Min (дБ)		Измерение коэффициента сцепления		Прочность нежесткой дорожной конструкции с использованием установки FWD		Визуальная оценка состояния покрытия		Средняя глубина колеи, мм	
	Участок с применением Унирем	Референтный участок	Участок с применением Унирем	Референтный участок	Участок с применением Унирем	Референтный участок	Участок с применением Унирем	Референтный участок	Участок с применением Унирем	Референтный участок	Участок с применением Унирем	Референтный участок	Участок с применением Унирем	Референтный участок
М-6 «Каспий»	118,00	126,00	2,35	2,42	67,45	63,30	0,38	0,35	554	536	4,8	4,5	10	10
А-132	92,00	118,90	1,86	2,90	51,1	64,4	0,33	0,36	826	821	4,8	4,5	0	15
1Р119	85,00	88,30	1,77	2,09	65,0	68,5	0,37	0,37	564	381	4,8	4,5	10	13
М-18 «Кола»	54,00	74,00	1,36	1,85	47,5	71,7	0,35	0,34	321	313	4	3,5	0	2
Р105	86,7	127,50	1,80	2,34	71,0	71,4	0,40	0,4	520	348	5	4,8	0	2
Краснодар-Ейск	78,20	100,00	1,93	2,10	63,8	56,95	0,36	0,3	686	392*	4,5	3,5	15	25

*- большой разброс данных связан с тем, что замеры модуля упругости производились на участках автомобильных дорог (референтный участок и участок с использованием Унирем – разные дороги, отремонтированные в один год.

По результатам проведения диагностики участков автомобильных дорог с использованием модификатора УНИРЕМ и референтных участков построенных без него была составлена сравнительная таблица показателей покрытий этих участков.

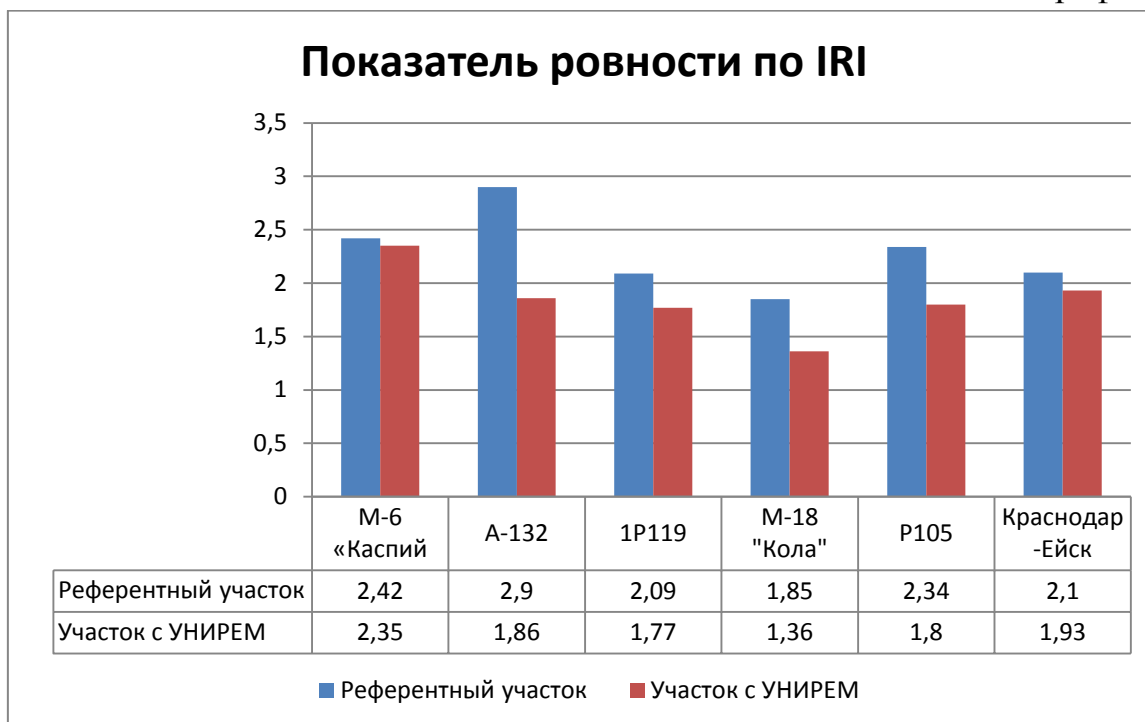
График 1.1.



Среднее значение показателя ровности на участках без УНИРЕМ составило 106,28 см/км. Среднее значение показателя ровности на участках с использованием УНИРЕМ составило 85,1 см/км, что на 25% лучше.

В случае оценки ровности на указанных участках автомобильных дорог по показателю IRI результаты выглядят следующим образом.

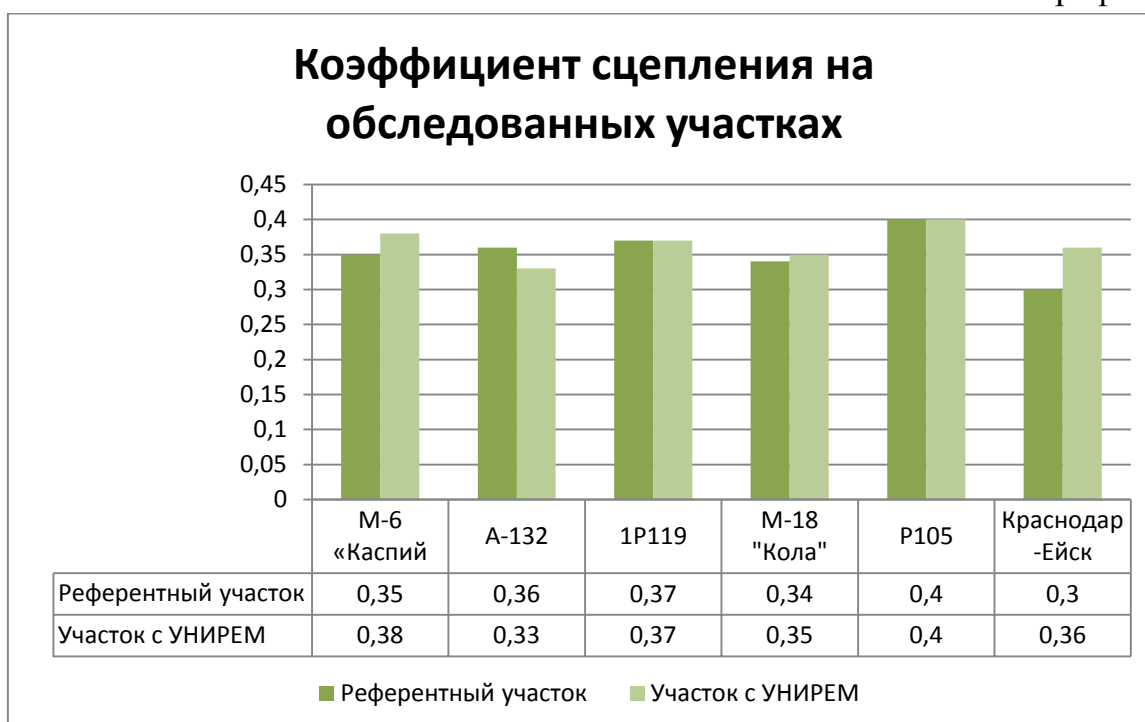
График 1.2.



Среднее значение показателя ровности на участках без УНИРЕМ составило 2,39. Среднее значение показателя ровности на участках с использованием УНИРЕМ составило 1,82, что на 30% лучше при оценке по международному показателю IRI.

Так же в ходе проведения диагностики был замерен коэффициент сцепления колеса с покрытием на указанных участках и определен средний коэффициент сцепления на каждом участке.

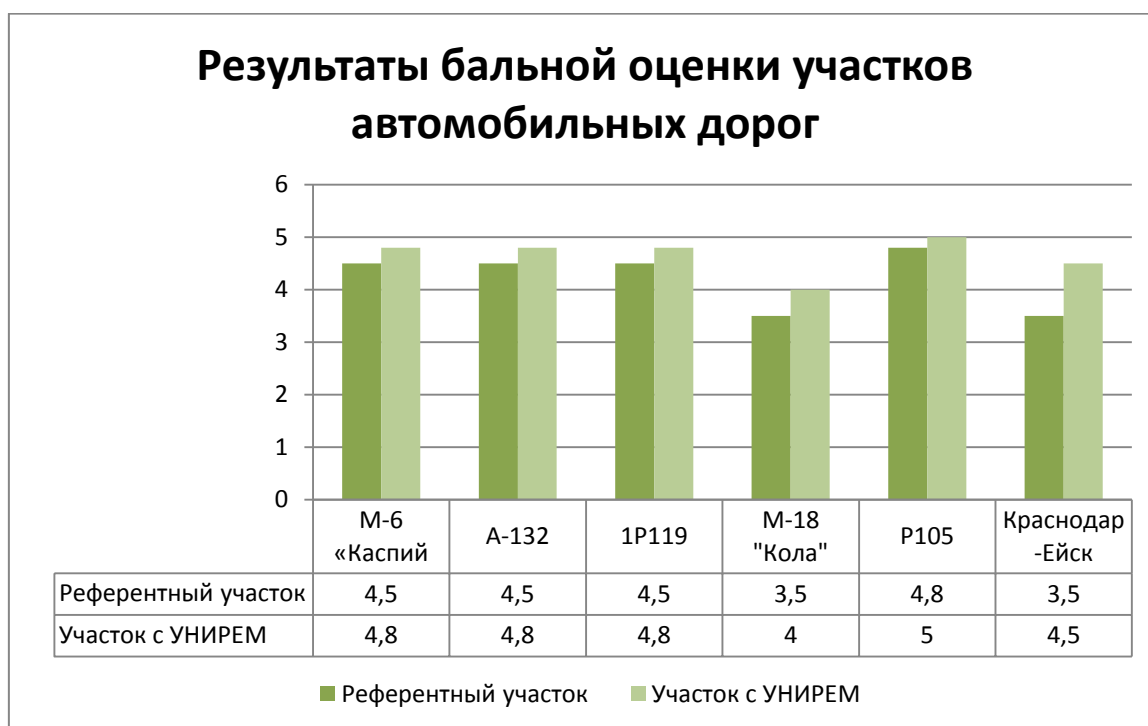
График 1.3.



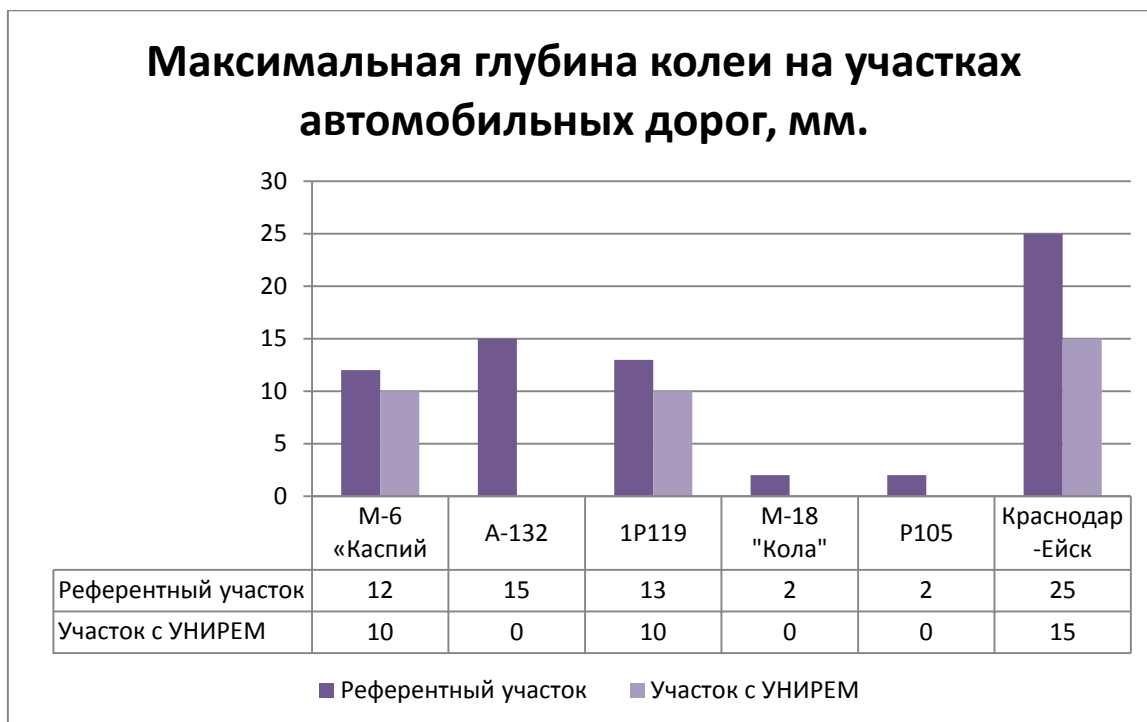
Средний коэффициент сцепления на участках автомобильных дорог без применения модификатора УНИРЕМ составил 0,35, а на участках автомобильных дорог 0,37, что говорит об отсутствии негативного влияния применения модификатора на сцепные характеристики покрытия, и, возможно позволяет их повышать.

В рамках выполнения работ была проведена визуальная оценка состояния покрытия, в результате которой всем участкам была дана балльная оценка. В итоге средний балл всех обследованных участков без применения УНИРЕМ составил 4,21 (после 3 лет эксплуатации за исключением участка на автомобильной дороге Р-119), а средний балл участков автомобильных дорог, построенных с использованием УНИРЕМ составил 4,65.

График 1.4.



На указанных участках была проведена оценка глубины колеи, результаты которой представлены на рисунке ниже.



По результатам мониторинга среднее значение максимальной глубины колеи составило 10,5 мм, а среднее значение максимальной глубины колеи на участках с применением УНИРЕМ составило 5,8 мм, что может говорить о сокращении глубины колеи на покрытии до 45%.

Помимо этого, проводились исследования показателя модуля упругости дорожной одежды и определения уровня шума покрытия по методикам, описанным ранее в этом отчете. В результате исследований было установлено, что участки автомобильных дорог с применением модификатора УНИРЕМ имеют модуль упругости не менее чем на участках без него. Дальнейшее сравнение модулей упругости между собой не производилось, так как их определение производилось в разных погодных условиях и климатических зонах при температурах, приближающихся к нулевым.

Анализ спектров шума на участках автомобильных дорог показал снижение уровня шума на частотах от 25 до 800 герц.

2. Расчет экономической эффективности применения модификатора УНИРЕМ в долгосрочной перспективе.

Экономическая эффективность от применения тех или иных решений в дорожных одеждах выражается в том, что собственник автомобильной дороги и пользователи автомобильной дороги несут меньшие затраты и потери в течение жизненного срока автомобильной дороги.

Для расчета экономической эффективности применения модификатора УНИРЕМ были использованы положения ОДМ 218.2.028-2012 методические рекомендации по технико-экономическому сравнению вариантов дорожных одежд.

Для расчета экономической эффективности был принят расчетный срок службы покрытия до достижения предельно-допустимой глубины колеи 20 мм. Средняя скорость образования колеи в мм/год представлена в таблице ниже.

Для расчета экономической эффективности был принят расчетный срок службы покрытия до достижения предельно-допустимой глубины колеи 20 мм. Средняя скорость образования колеи в мм/год представлена в таблице ниже.

Таблица 2.1.

	Средняя скорость образования колеи мм\год.	
	Участки с УНИРЕМ	Референт
М-6 "Каспий"	3,32	4
А-132	1	5
1Р119	3,32	5
М-18 «Кола»	1	2
Р105	1	2
Краснодар-Ейск	5	8,33

При задании исходных данных были приняты допущения, что минимальный уровень образования колеи составляет 1 мм, а максимальный срок службы покрытия составляет 7 лет, так как в последствии велика вероятность выхода из строя по иным транспортно-эксплуатационным показателям. В случае низкого уровня образования колеи за максимальную колею принималась нормативная глубина в 7 мм.

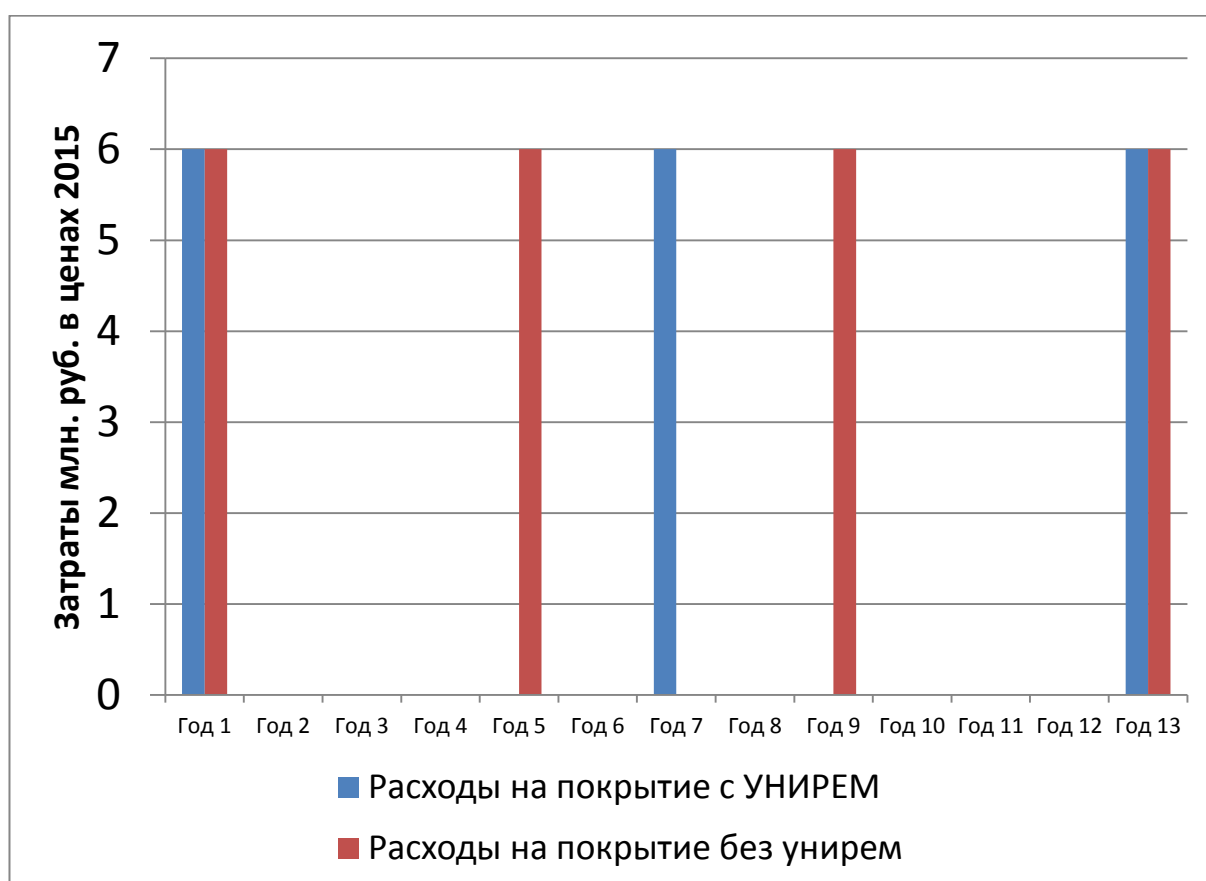
Таким образом расчетный срок службы для участков составит:

Таблица 2.2.

	Расчетный срок службы, лет.	
	Участки с УНИРЕМ	Референт
М-6 "Каспий"	6	5
А-132	7	4
1Р119	6	4
М-18 «Кола»	7	7
Р105	7	7
Краснодар-Ейск	4	2,5
Среднее	6,17	4,92

При расчете экономической эффективности был выбран цикл в 12 лет, а в качестве стратегий ремонта были приняты – одна – проведение ремонтных работ с использованием УНИРЕМ, а другая с применением обычного асфальтобетона. В результате получилось, что за 12 лет покрытие с УНИРЕМ будет заменено 2 раза, а без него 3 раза.

График 2.1.



При средней стоимости ремонта одного погонного километра покрытия путем фрезерования и укладки нового слоя покрытия 5 см – 6-9 млн. рублей, экономия для заказчика в год составляет от 500 тыс. руб. до 750 тыс. руб. на 1 погонный километр дороги в год.

Так, например, если ежегодно 15% (2 220 км из 14 800) автомобильных дорог Московской области ремонтировать асфальтобетонами с применением Унирем, то экономия средств, выделяемых на ремонт дорожной сети, составит от 1,1 млрд. до 1,67 млрд. ежегодно.

3. Расчет экономической эффективности применения модификатора УНИРЕМ в краткосрочной перспективе (сравнительный анализ стоимости модификаторов асфальтобетонных смесей).

Прямое сравнение цен на модификаторы не имеет смысла, так как каждый модификатор отличается дозировкой и может оказывать влияние на состав асфальтобетонной смеси: наличие или отсутствие стабилизирующей добавки, адгезионной добавки, уменьшение массы битума на массу модификатора и пр. Поэтому, чтобы выполнить сравнительный анализ будем сравнивать не сами модификаторы, а стоимость 1 тонны смеси, приготовленной с применением каждого из модификаторов.

Исходные данные для анализа взяты из сборника **федеральных сметных цен на материалы, изделия, конструкции и оборудование, применяемые в строительстве (ФССЦ 81-01-2001)**.

Таблица 3.1.

Код ресурса	Наименование ресурса	Ед. изм.	Отпускная цена по состоянию на 01.01.2000		Сметная цена по состоянию на 01.01.2000	
			руб.	%	Руб.	%
Асфальтобетон щебеночно-мастичный, вид ЩМА-15						
04.2.03.01-0051	ЩМА-15 на ПБВ 60	т	599,46	100%	631,13	100%
04.2.03.01-0061	ЩМА-15 с добавкой КМА КОЛТЕК	т	531,38	89%	561,68	89%
04.2.03.01-0063	ЩМА-15 с модификатором "ДОРСО"	т	531,52	89%	561,83	89%
04.2.03.01-0064	ЩМА-15 с модификатором "Унирем"	т	431,60	72%	459,91	73%
04.2.05.01-0009	ЩМА-15 на вяжущем "БИТРЭК"	т	502,43	84%	532,15	84%
Асфальтобетон щебеночно-мастичный, вид ЩМА-20						
04.2.03.01-0081	ЩМА-20 на ПБВ 60	т	534,61	100%	564,98	100%
04.2.03.01-0091	ЩМА-20 с добавкой КМА КОЛТЕК	т	523,12	98%	553,26	98%
04.2.03.01-0093	ЩМА-20 с модификатором "ДОРСО"	т	523,31	98%	553,45	98%
04.2.03.01-	ЩМА-20 с	т	423,39	79%	451,53	80%

0094	модификатором "Унирем"					
04.2.05.01-0010	ЩМА-20 на вяжущем "БИТРЭК"	т	499,49	93%	529,16	94%

Из таблицы видно, что среди представленных на рынке модификаторов, внесенных в сборник федеральных сметных цен, модификатор УНИРМ имеет самую низкую приведенную стоимость.

4. Заключение

В результате выполнения работ по договору № ОТИГ-2015-107 от 09.12.2015 и техническим заданием к нему на выполнение работ по проведению мониторинга и оценки эффективности применения модификатора УНИРЕМ на действующей сети автомобильных дорог, подготовлен отчет содержащий: анализ данных по применению асфальтобетонов с использованием модификатора УНИРЕМ на 6 участках автомобильных дорог, с получением подтверждения от балансодержателя дороги, об отсутствии ремонта на данном участке дороги до момента начала проведения мониторинга, расположенных в различных регионах Российской Федерации:

1. Волгоградская область: М-6 «Каспий» км 897+500 – км 902-500;
2. Смоленская область: А-132 км 0+000 – 7+608; ПК 31+80 – ПК 38+20 (прямое направление);
3. Краснодарский край: автодорога «Краснодар-Ейск» км 199+990 – км 206+000;
4. Республика Карелия: М-18 «Кола» км 989-км1009, ПК 125+000 – ПК 130+000;
5. Московская область, Ногинский район: автодорога Р105 (Егорьевское шоссе), км 18+451 – км 25+811;
6. Тамбовская область: автодорога 1Р119 (Орел-Ливны-Елец-Липецк-Тамбов) км 368+000 – км 386+000, ПК 45+ 00 –ПК 39+50.

Определены референтные участки автомобильных дорог с аналогичными условиями движения, грунтово-геологическими условиями и аналогичной конструкцией дорожной одежды, на которых производились аналогичные работы, но без применения модификатора УНИРЕМ.

Осуществлена диагностика определенных участков автомобильных дорог, а также референтных участков автомобильных дорог по следующим показателям:

- Продольная ровность;
- Коэффициент сцепления;
- Поперечная ровность (колейность);
- Дефекты покрытия;
- Модуль упругости дорожной одежды;
- Уровень шума.

В результате анализа данных по диагностике участков автомобильных дорог было установлено, что участки с применением модификатора УНИРЕМ имеют лучшие показатели ровности, меньшее среднее значение

максимальной глубины колеи и соответствующие нормативным требованиям коэффициент сцепления и модуль упругости дорожной одежды, а именно:

- в среднем коэффициент сцепления на участках автомобильных дорог с применением УНИРЕМ составил 0,37, а на референтных участках 0,35, что свидетельствует о том, что полученные показатели на участках автомобильных дорог с применением УНИРЕМ соответствуют требованиям действующих нормативно-технических документов и по эксплуатационным качествам превосходят показатели на референтных участках;

- средняя ровность на участках автомобильных с применением модификатора УНИРЕМ составила 85,65 см/км, а без применения модификатора 105,78, что свидетельствует о том, что показатели ровности на участках, устроенных с модификатором УНИРЕМ, выше на 23,5 % по сравнению с показателями на референтных участках;

- участки автомобильных дорог с применением УНИРЕМ по показателю продольной ровности IRI соответствуют требованиям действующих нормативно-технических документов и по эксплуатационным качествам превосходят референтные участки;

- среднее значение колеи на исследуемых участках автомобильных дорог с применением УНИРЕМ составило 5,8 мм, в то время как на референтных участках средняя глубина колеи составила 10,5 мм, что свидетельствует о том, что полученные показатели на участках автомобильных дорог с применением УНИРЕМ соответствуют требованиям действующих нормативно-технических документов и по эксплуатационным качествам превосходят показатели на референтных участках;

- измерения прочности нежесткой дорожной конструкции на участках автомобильных с применением модификатора УНИРЕМ с использованием установки FWD «Primax 1500» свидетельствует о том, что показатели значения общего модуля упругости на обследуемых участках удовлетворяют требованиям нормативно-технических документов. При этом если оценивать модуль упругости дорожной одежды с точки зрения отношения удельного давления, передаваемого нагрузкой к относительной упругой деформации, то чем выше получаемые значения, тем более прочная получается дорожная одежда в целом. В нашем случае на всех участках с применением УНИРЕМ отмечена более высокая прочность по сравнению с референтными участками (от 0,6% до 42.8%), а следовательно можно предположить, что у этих участков будет отмечен больший срок службы;

- при определении уровня шума было установлено, что среднее значение $E_q \text{ Min}$ на исследуемых участках с модификатором УНИРЕМ составило 60,98 дБ, а на референтных участках составило 66,04, что в целом можно характеризовать как более низкий уровень шума

транспортного потока на исследуемых участках с модификатором УНИРЕМ;

- среднее значение балльной оценки на исследуемых участках с модификатором УНИРЕМ составило 4,65, в то время как на референтных участках средняя балльная оценка составила 4,21, что в целом можно характеризовать как более высокий уровень сохранности покрытия на исследуемых участках с модификатором УНИРЕМ.

В целом можно констатировать, что по всем исследуемым показателям отмечен положительный эффект модификатора УНИРЕМ.

Также в рамках работы было выполнено сравнение полученных результатов на участках автомобильных дорог, с результатами диагностики соответствующих референтных участков автомобильных дорог, определен прогнозный срок службы участков покрытий на основе динамики изменения состояния. Средний прогнозный срок службы покрытий без использования модификатора УНИРЕМ составил 4,9 лет (референтные участки с идентичными условиями), а средний прогнозный срок службы покрытий с применением модификатора УНИРЕМ составил 6 лет. Проведен сравнительный расчет, с использованием элементов методики ОДМ 218.2.028-2012 «Методические рекомендации по технико-экономическому сравнению вариантов дорожных одежд», экономической эффективности выполнения ремонтных работ с использованием модификатора УНИРЕМ и референтных участков и проведен расчет экономического эффекта применения модификатора УНИРЕМ, который составил от 500 до 750 тысяч рублей на 1 погонный километр в год.

В качестве примера был произведен расчет экономической эффективности для Московской области, в результате получены данные, что в случае проведения ежегодного ремонта 15% покрытий автомобильных дорог Московской области асфальтобетоном с модификатором УНИРЕМ ежегодная экономия составит от 1,1 до 1,67 млрд. рублей.

Сравнительный анализ цен на модификаторы показал, что среди представленных на рынке модификаторов, внесенных в сборник федеральных сметных цен, модификатор УНИРЕМ имеет самую низкую приведенную стоимость.