



# Система управления дорожными активами

Бьярне Шмидт, главный инженер



Данные для управления дорожным покрытием

# Управление дорожными активами требует упреждающего подхода

Он позволит:

- Обеспечить надежность сети и эффективность управления затратами
- Улучшить взаимодействие между управляющими дорогами и политиками — обеспечить финансирование
- Повысить осведомленность о последствиях откладывания решений (очередь работ)
- Подчеркнуть необходимость инвестирования в базы данных о долгосрочном состоянии, чтобы лучше принимать решения и оптимизировать стратегии технического обслуживания

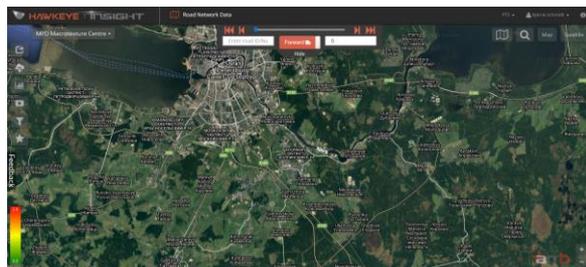
# Организация управления активами зависит от ряда факторов воздействия и параметров

- Тип сети (автомагистраль, государственная дорожная сеть, локальная дорожная сеть и т.д.)
- Размер (длина) сети
- Централизованная или децентрализованная структура принятия решений
- Количество и тип активов, подлежащих управлению в рамках организации
- Обязанности
- Финансовые предпосылки и требования
- Уровень знаний и т.д.

# Основа системы управления активами — ДАННЫЕ



Параметры  
состояния дорог



Реестр дорог – Данные о транспортной  
нагрузке



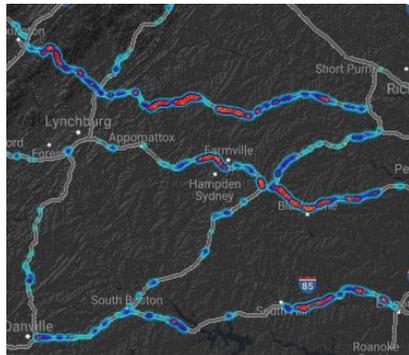
Информация о покрытии



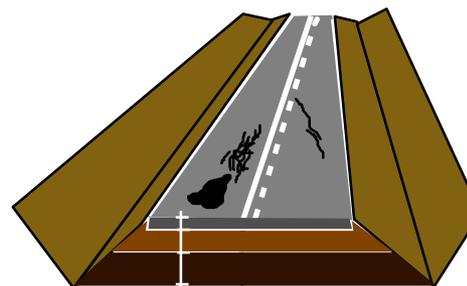
Необходимо создать  
базу данных

Необходимо разработать модели оценки  
или откалибровать по существующим моделям

Определение проекта

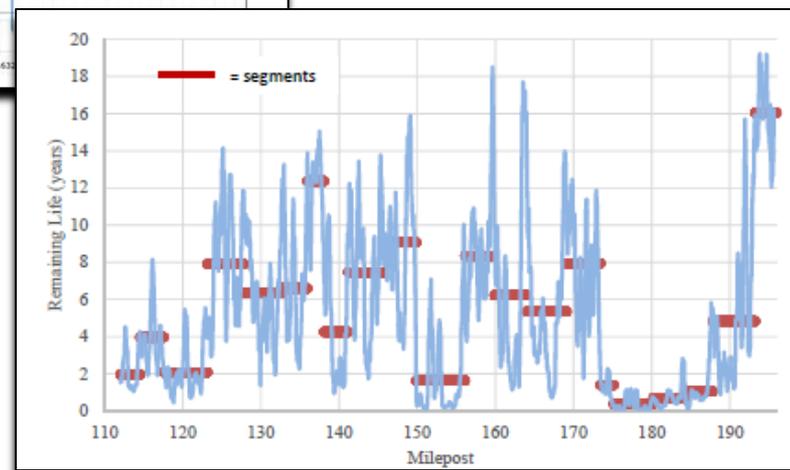
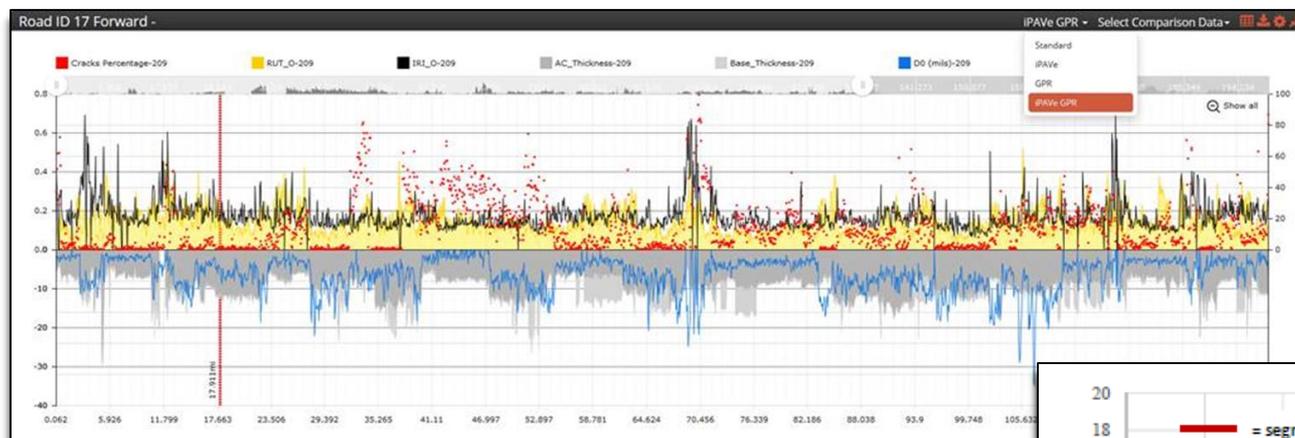


Последующие контракты



# Данные на уровне сети, детализация на уровне проекта

Непрерывные данные о свойствах структуры покрытия на уровне сети способствуют принятию решений на уровне сети и проекта



## Всесторонняя единовременная оценка состояния покрытия



Предоставляет сопоставимые наборы данных для  
повышения обоснованности стратегической политики  
технического обслуживания

# Основы современного управления активами

Для эффективного управления активами необходимы надежные данные о дорожной инфраструктуре



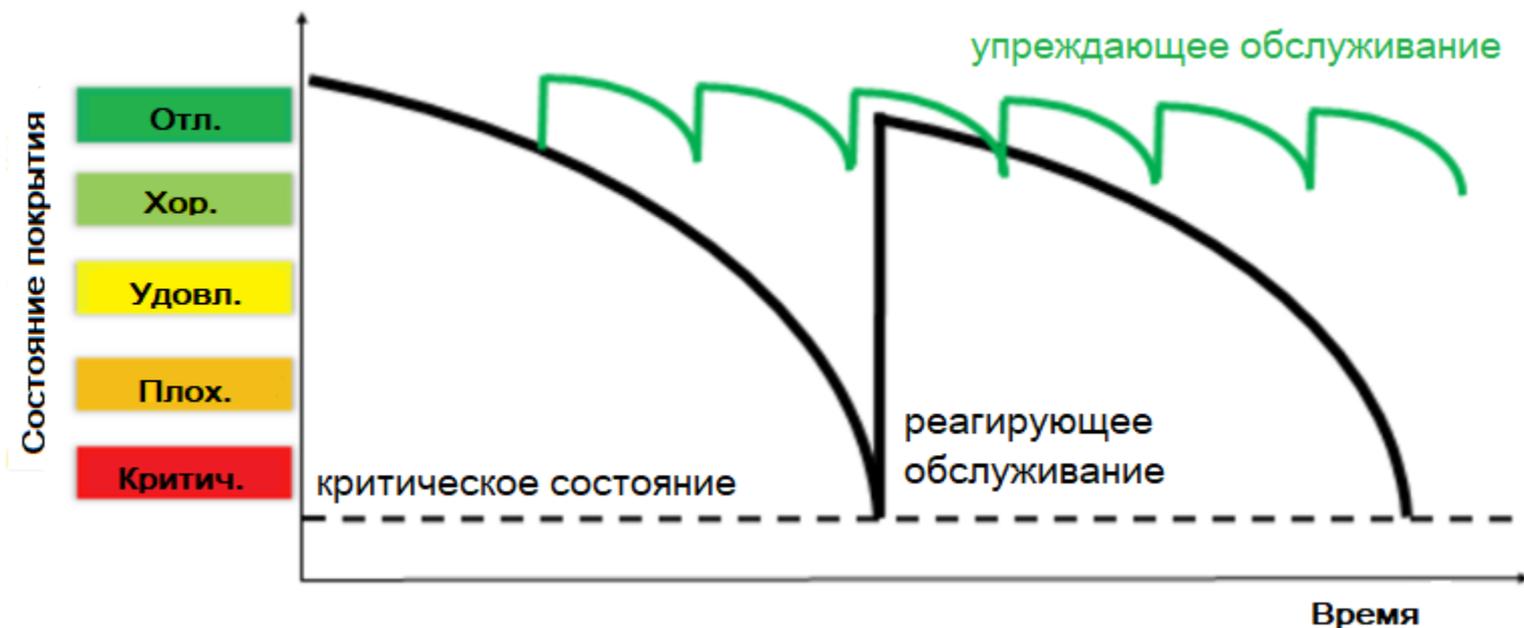
Источник: PROCROSS Development of Procedures for Cross-asset Management Optimisation - 2012

# Пример определения современной системы управления активами

Стратегические требования	Показатели производительности	Технические параметры
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечить безопасную дорожную инфраструктуру</li> <li>• Обеспечить бесшумную дорожную инфраструктуру</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Образование колеи</li> <li>• Распространение шума</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глубина колеи при проверке 2-метровой рейкой</li> <li>• Взвешенное звуковое давление в дБ(А)</li> </ul>
Соглашение об уровне обслуживания	Программа строительства сети	Тех. обслуживание
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ни одного участка дороги с колеями глубже 20 мм</li> <li>• Ни одного здания с уровнем шума выше 65 дБ(А)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Замена всего верхнего слоя покрытия с колеями глубже 20 мм</li> <li>• Замена всех неэффективных шумозащитных экранов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Замена верхнего слоя покрытия</li> <li>• Замена шумозащитных экранов</li> </ul>
Достижение цели	Польза	Эффект обслуживания
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сколько участков дороги с колеями глубже 20 мм?</li> <li>• Сколько зданий с уровнем шума выше 65 дБ(А)?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Общее сокращение ДТП по сравнению с прошлым периодом</li> <li>• Общее сокращение шумовых помех по сравнению с прошлым</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глубина колеи 0 мм после обслуживания</li> <li>• Взвешенное звуковое давление 55 дБ(А) после обслуживания</li> </ul>

Источник: PROcross Development of Procedures for Cross-asset Management Optimisation - 2012

# Повышение производительности покрытия и сокращение затрат при упреждающем обслуживании



Источник: Zofka 2018

# Ключевой элемент – Показатели производительности

<b>Показатель производительности</b>	Общий термин для технических свойств дорожного покрытия (его износа), указывающий на его состояние (например, поперечная ровность, сопротивление заносу и т.д.). Может выражаться как <b>технический параметр</b> (размерный) и/или <b>индекс</b> (безразмерный).
<b>Технический параметр (ТП)</b>	Физическое свойство состояния дорожного покрытия, полученное в результате различных измерений или других обследований (например, глубина колеи, величина сцепления и т.д.).
<b>Передачная функция</b>	Математическая функция, используемая для преобразования технического параметра в безразмерный показатель производительности.
<b>Индекс производительности (PI)</b>	Оцениваемый технический параметр дорожного покрытия, <b>безразмерное</b> число или буква на шкале, которая оценивает соответствующий Технический параметр (например, индекс колеи, индекс сопротивления заносу и т.д.) по шкале от 0 до 5, где 0 — очень хорошее состояние и 5 — очень плохое.
<b>Одиночный показатель производительности</b>	Размерное или безразмерное число, относящееся только к одному техническому свойству дорожного покрытия, указывающее на состояние этого свойства (например, неровность) (также называется Индивидуальным показателем производительности).
<b>Прекомбинированный показатель производительности</b>	Размерное или безразмерное число, относящееся к двум или более сходным (смежным) свойствам дорожного покрытия, объединенным в одно свойство (например, линейное и сеткообразное растрескивание, объединенные в растрескивание) для последующего применения или комбинирования.
<b>Комбинированный показатель производительности</b>	Размерное или безразмерное число, связанное с двумя или более разными свойствами дорожного покрытия, которое указывает состояние всех соответствующих свойств (например, PCI — индекс состояния покрытия).
<b>Общий индекс производительности (GPI)</b>	Математическая комбинация единичных и/или комбинированных показателей, характеризующих состояние дорожного покрытия в отношении различных аспектов, таких как безопасность, структура, комфорт езды и окружающая среда (также называется Глобальным показателем производительности).



# Пример показателя производительности

II. Подробнее о показателе производительности		Лист 1				
Наименование показателя:	Продольная ровность, PI_E					
Описание индекса:	Продольная ровность — это отклонение продольного профиля от прямой контрольной линии в диапазоне длин волн 0,5 м–50 м. Контрольная линия обычно является пересечением плоскости профиля и горизонтальной плоскости.					
Возможные ТП:	Международный коэффициент неровности, Ровность, Длина волны, Спектральная плотность, Расхождения продольного профиля и др.					
<b>2. Предлагаемый(е) технический(е) параметр(ы)</b>						
Технический(е) параметр(ы):	Международный коэффициент неровности, IRI      Ед. изм.:      мм/м					
<b>3. Предлагаемая(ые) передаточная(ые) функция(и), применение и ограничения</b>						
Предлагаемая(ые) передаточная(ые) функция(и):	$PI\_E = \text{Max}(0; \text{Min}(5; (0,1733 \cdot IRI^2 + 0,7142 \cdot IRI - 0,0316)))$ [1] $PI\_E = \text{Max}(0; \text{Min}(5; 0,818 \cdot IRI))$ [2]					
Применение передаточной(ых) функции(й):	Трансформация [1] была разработана для создания более ограниченного диапазона, чем трансформация [2] (см. диапазон и чувствительность ниже). Выбор передаточной функции должен основываться на том, какой диапазон наилучшим образом подходит для сети пользователя.					
Ограничения передаточной(ых) функции(й):	Трансформации [1] и [2] подходят для всех типов покрытия (гибкого, полужесткого и жесткого). Трансформации [1] и [2] подходят как для автомагистралей, так и для главных дорог.					
<b>4. Диапазон и чувствительность передаточных функций</b>						
	Очень хорошо			Очень плохо		
Продольная ровность, PI_E	от 0 до 1	от 1 до 2	от 2 до 3	от 3 до 4	от 4 до 5	
IRI (мм/м) - Трансформация [1]	0,0 – 1,1	1,1 – 1,9	1,9 – 2,6	2,6 – 3,2	3,2 – 3,7	
IRI (мм/м) - Трансформация [2]	0,0 – 1,2	1,2 – 2,5	2,5 – 3,7	3,7 – 4,9	4,9 – 6,1	

# Пример показателя производительности

1. Подробнее о показателе производительности		Лист 2			
Наименование показателя:	Поперечная ровность, PI_R				
Описание индекса:	Поперечная ровность — мера неровности по всей обозримой ширине, как описано в EN 13036-8 (2008).				
Возможные ТП:	Глубина колеи, глубина воды, поперечный уклон, деформация кромок и др.				
<b>2. Предлагаемый(е) технический(е) параметр(ы)</b>					
Технический(е) параметр(ы):	Глубина колеи, RD	Ед. изм.: мм			
<b>3. Предлагаемая(ые) передаточная(ые) функция(и), применение и ограничения</b>					
Предлагаемая(ые) передаточная(ые) функция(и):	$PI\_R = \text{Max}(0; \text{Min}(5; (-0,0016 \cdot RD^2 + 0,2187 \cdot RD)))$	[1]			
	$PI\_R = \text{Max}(0; \text{Min}(5; (-0,0015 \cdot RD^2 + 0,2291 \cdot RD)))$	[2]			
	$PI\_R = \text{Max}(0; \text{Min}(5; (-0,0023 \cdot RD^2 + 0,2142 \cdot RD)))$	[3]			
Применение передаточной(ых) функции(й):	Трансформация [1] может применяться для дорог любых категорий. Трансформация [2] может применяться только для автомагистралей и главных дорог. Трансформация [3] может применяться только для второстепенных и местных дорог.				
Ограничения передаточной(ых) функции(й):	Трансформации [1], [2] и [3] подходят для гибкого и полужесткого типа покрытия (не для жесткого). Трансформация [1] подходит для дорог любых категорий (автомагистралей, главных и второстепенных дорог). Трансформация [2] подходит для автомагистралей и главных дорог. Трансформация [3] подходит для второстепенных дорог.				
<b>4. Диапазон и чувствительность передаточных функций</b>					
	Очень хорошо		Очень плохо		
Поперечная ровность, PI_R	от 0 до 1	от 1 до 2	от 2 до 3	от 3 до 4	от 4 до 5
RD (мм) - Трансформация [1]	0,0 – 4,7	4,7 – 9,9	9,9 – 15,5	15,5 – 21,8	21,8 – 29,0
RD (мм) - Трансформация [2]	0,0 – 4,5	4,5 – 9,3	9,3 – 14,5	14,5 – 20,1	20,1 – 26,4
RD (мм) - Трансформация [3]	0,0 – 4,9	4,9 – 10,5	10,5 – 17,2	17,2 – 25,8	25,8 – 46,6

Источник: Cost 354

## Разработка комбинированных показателей производительности

$$CPI_i = \min \left[ 5; I_1 + \frac{\rho}{100} \cdot \overline{(I_2, I_3, \dots, I_n)} \right]$$

где

$$I_1 \geq I_2 \geq I_3 \geq \dots \geq I_n$$

и

$$I_1 = W_1 \cdot PI_1; I_2 = W_2 \cdot PI_2; \dots; I_n = W_n \cdot PI_n.$$

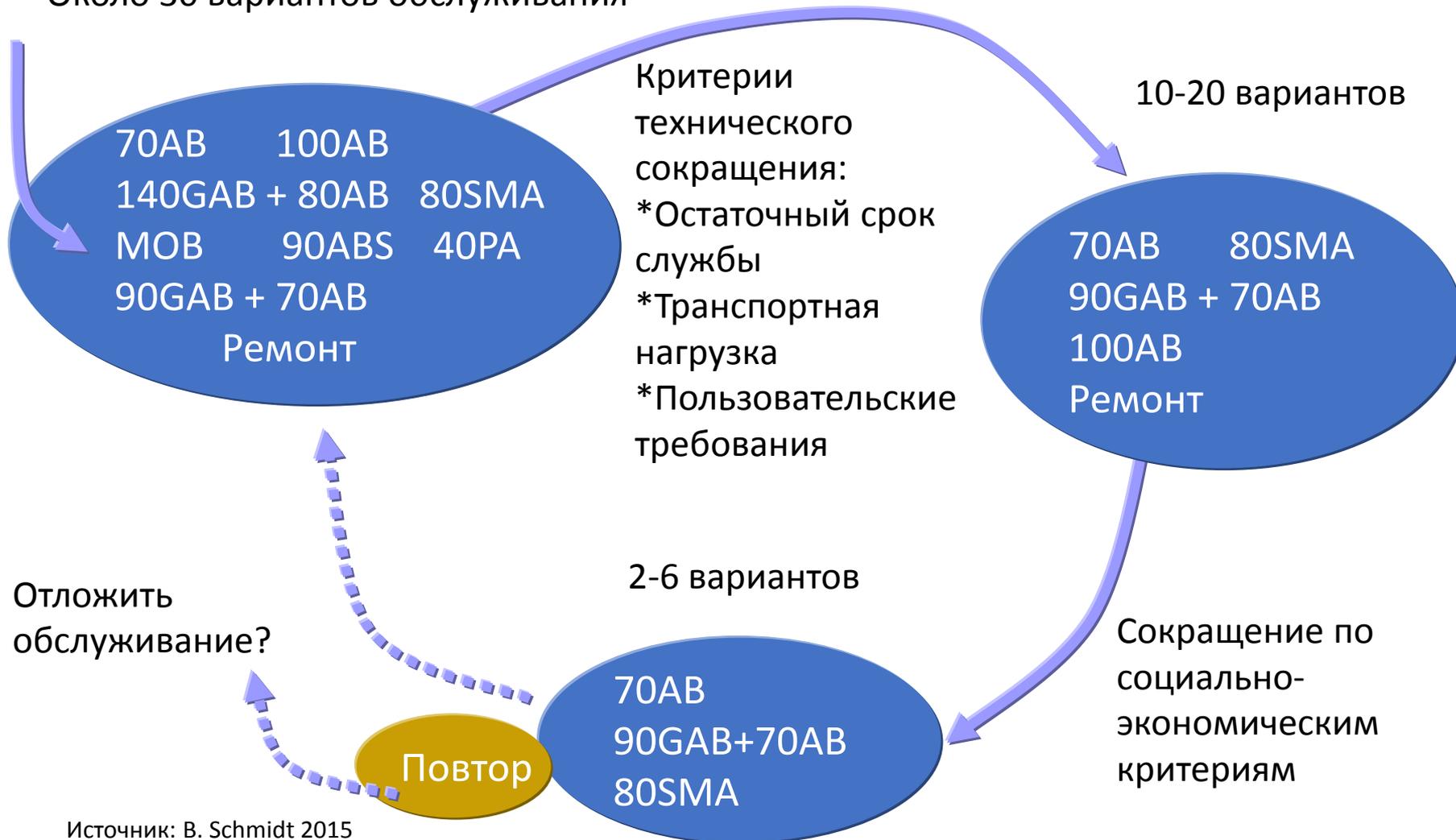
$PI$  — показатель производительности

$W$  — весовой коэффициент для соответствующего показателя производительности

После определения содержания Системы управления активами и установки алгоритмов и стратегий можно начинать оптимизацию обслуживания и ремонта

# Оптимизация одного участка дороги:

Около 30 вариантов обслуживания



Источник: B. Schmidt 2015

# Оптимизация вариантов обслуживания

- Стоимость и эффект рассчитываются для каждого варианта
- Стоимость = Стоимость для собственника дороги (Национального дорожного управления)

Материалы

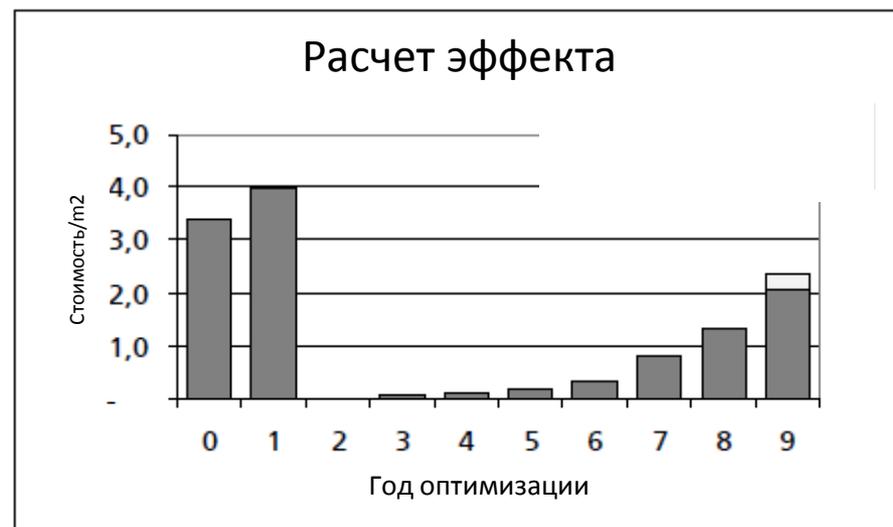
Укладка/строительство

- Эффект = Экономия для пользователей дороги

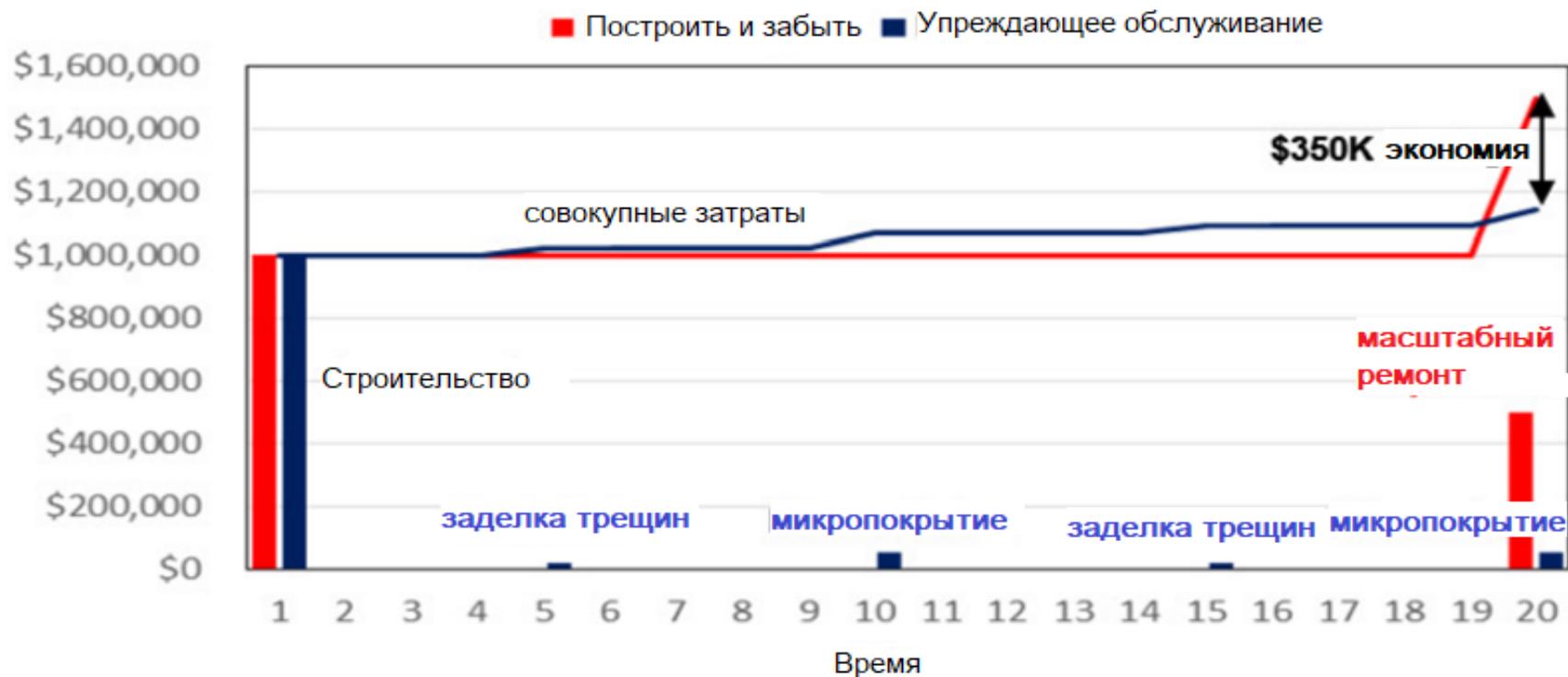
Ремонт и обслуживание

Шины и топливо

Источник: B. Schmidt 2015

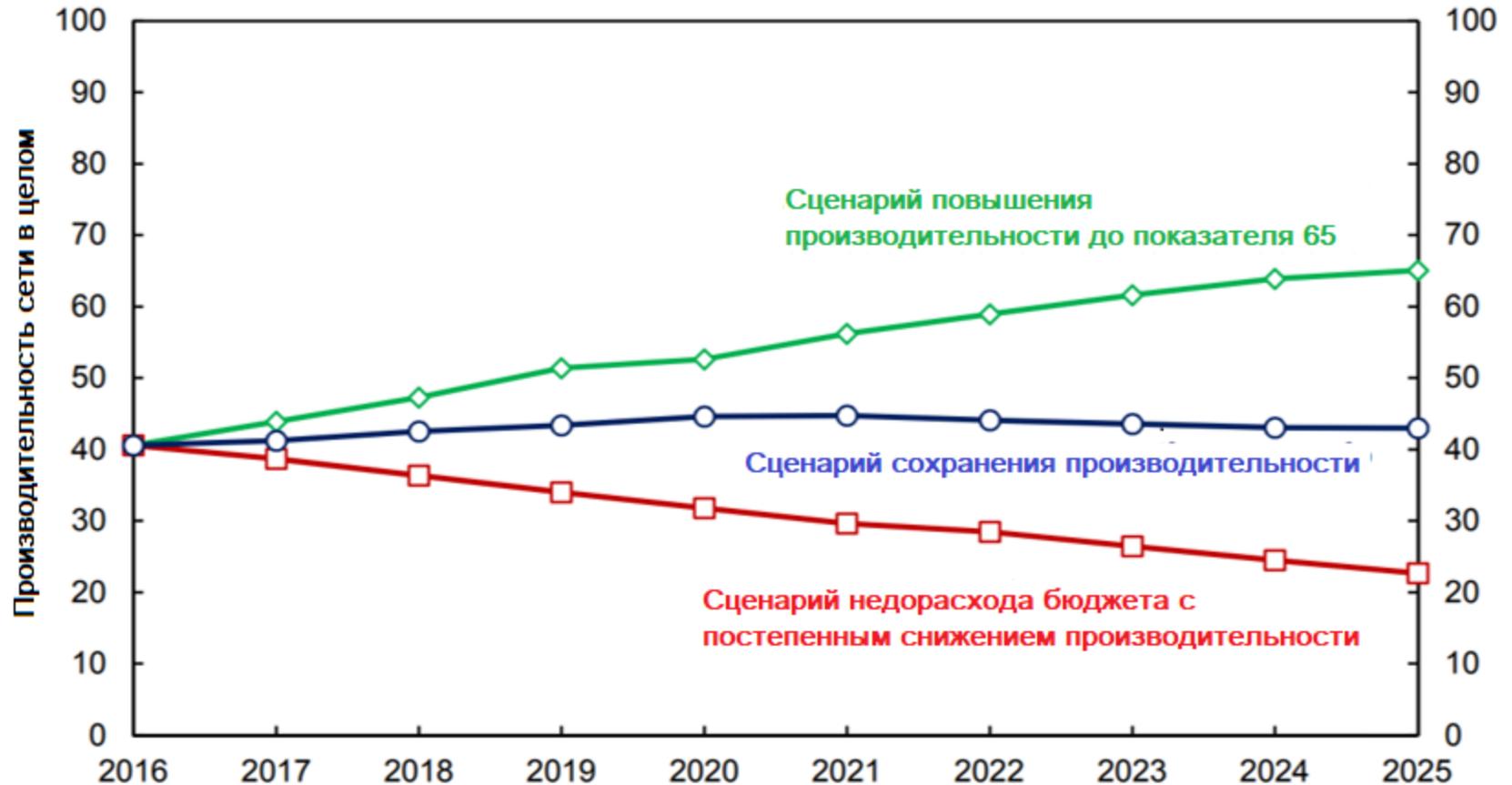


# Экономия через упреждающее обслуживание



Источник: M. Maher 2017

# Результаты сравнения сценариев с оптимизацией



Источник: M. Maher 2017



Благодарю  
за внимание

Данные для управления дорожным покрытием