



**American Concrete
Pavement Association**

**Сравнительный анализ стоимости строительства,
ремонта и содержания дорожных одежд
с асфальтобетонными и цементобетонными покрытиями
в течение жизненного цикла**

**7-ая Международная научно-практическая конференция
Инновационные технологии: пути повышения
межремонтных сроков службы автомобильных дорог**

4 февраля 2021 Москва



Майкл Эйрз (Ассоциация бетонных дорог США)

Пономарев А.А. (GOMACO Corp., США)

LCCA: что это такое?

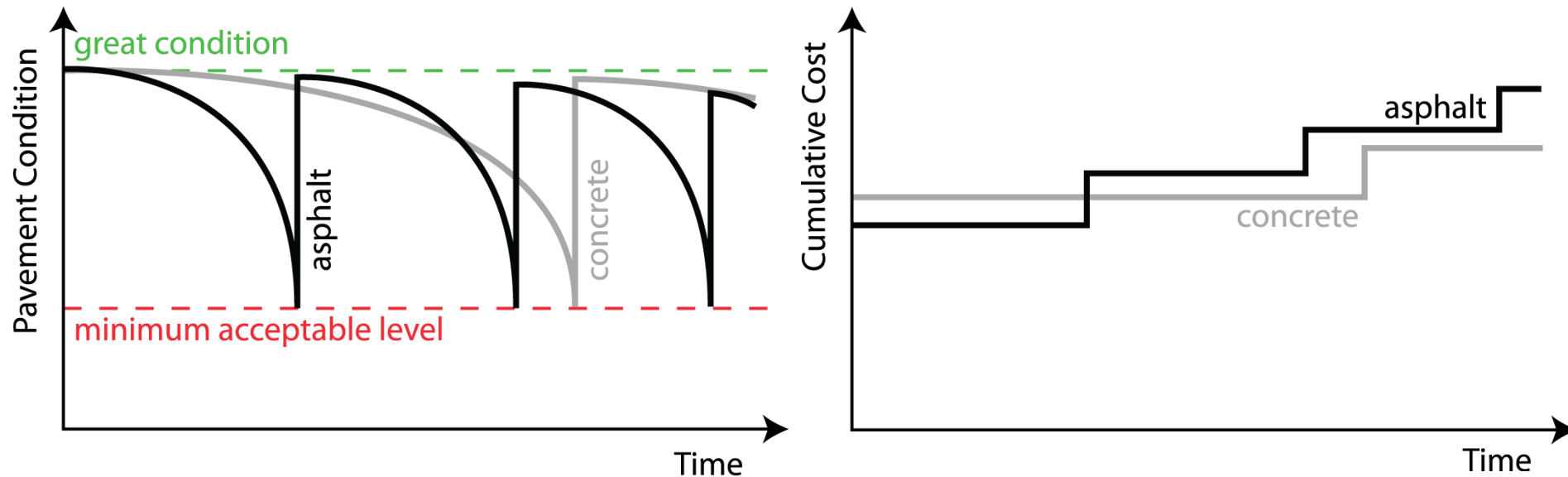
- Анализ стоимости жизненного цикла – это расчет совокупных затрат на объект строительства путем суммирования начальных и дисконтированных **будущих расходных статей**, как-то: **содержание, затраты пользователя, текущий и капитальный ремонт и реконструкция** в течение всего срока службы объекта

LCCA

- Сравнительная оценка совокупной долгосрочной эффективности для выбора оптимального варианта инвестиций (например, в дорожное строительство)
- Определение стратегии для обеспечения необходимого уровня качества при наименьших затратах за анализируемый временной промежуток
- Применяется после того, как принято решение о выполнении проекта как такового
- Анализируются «эквивалентные» варианты: разница для пользователя незаметна
- Не определяет срок службы покрытия и его эксплуатационные характеристики
- Помогает сделать лучший выбор – экономический инструмент для принятия верного инженерно-технического решения

Причины использования LCCA?

- С течением времени разные типы дорожных одежд проявляют разные эксплуатационные свойства.
- Идентичные свойства не всегда достижимы технически.
- Объективно сравнивает приведенные затраты на каждый вариант за определенный временной период, СНИЖАЯ ФИНАНСОВУЮ НАГРУЗКУ НА НАЛОГОПЛАТЕЛЬЩИКОВ.



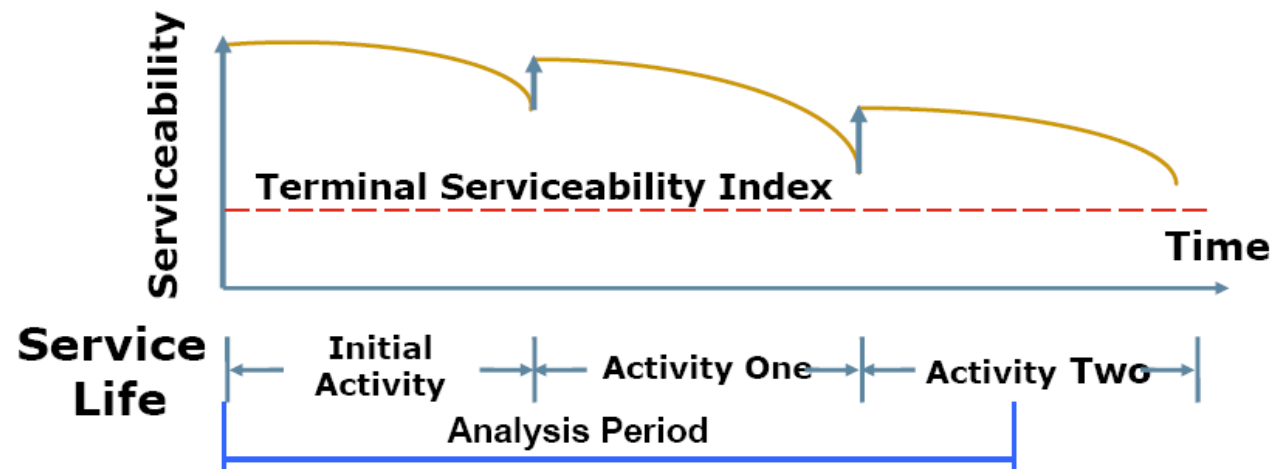
LCCA



Выбор срока службы проекта

LCCA: 5 ЭТАПОВ

1. ЧТО? Определение альтернативных вариантов АБ и ЦБ...
2. КОГДА? Определение времени возникновения затрат



When will the future maintenance and rehabilitation costs be incurred?

LCCA



Определение единовременных затрат

Единовременные затраты на строительство

- При анализе альтернативных вариантов рассматриваются лишь те затраты, которые имеют **разные значения**
- **Строительные затраты:** подготовка слоев основания, материалы всех слоев дорожной одежды, трудовые затраты и оборудование и т.д.
- **При использовании «исторических данных»**, следует учитывать действие инфляционных факторов на стоимость материалов, условия платежей и т.д.

Цементобетонное покрытие - наиболее экономически эффективный тип дорожного покрытия, в т.ч. по начальным затратам на строительство (с 2008 г.)

Расход дизельного топлива при строительстве асфальтобетонной дороги, проектируемой под аналогичную нагрузку, **в 4,5 раза** превышает расход топлива при строительстве аналогичной трассы из цементобетона (данные Federal Highway Administration)

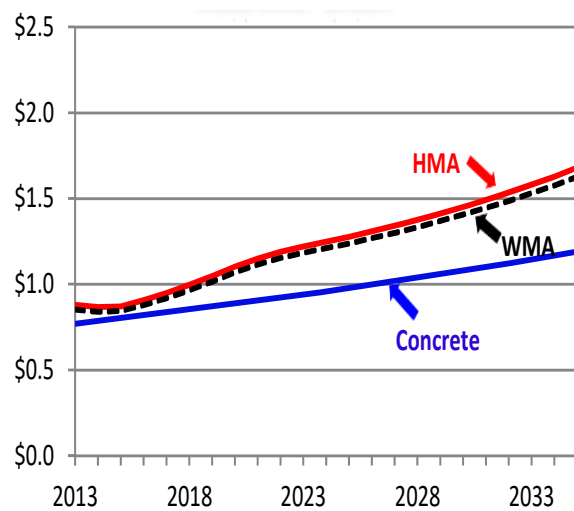
Источники:

- Ассоциация асфальтобетонных покрытий шт. Висконсин (WisPave)

- Ассоциация портленд-цемента (PCA)

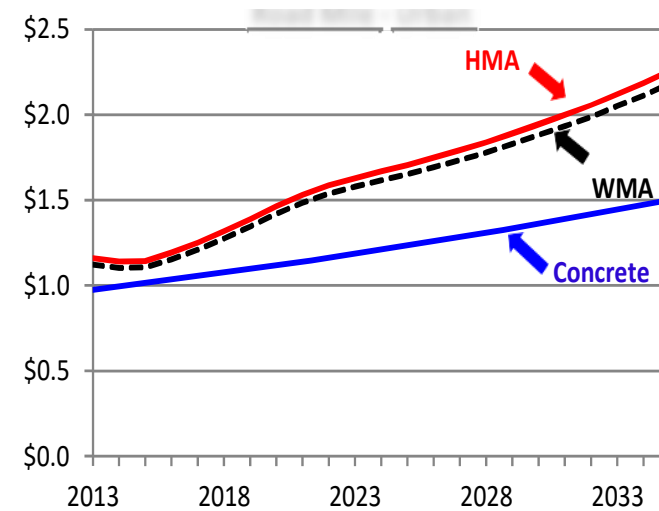
Начальные затраты на строительство

млн. долл. США на 1 милю двухполосной городской трассы



Затраты в течение жизненного цикла

млн. долл. США на 1 милю двухполосной городской трассы





LCCA

Будущие затраты эксплуатирующей организации

Будущие затраты

- **Обязателен учет всех статей расходов:** текущие затраты на инжиниринг, управление движением, административные расходы со временем изменяются
- Будущие мероприятия определяются начальной конструкцией дорожных одежд
- Необходимо учитывать стоимость мероприятий по содержанию, эксплуатации, ремонту и время их осуществления

Расходы на содержание и ремонт

- **Большая доля будущих расходов** связана с мерами по улучшению состояния покрытия и продления срока службы
- Соответствующие меры и сроки их осуществления необходимо определять на основании прогнозируемых дефектов покрытия
- Оптимальный метод прогнозирования основан на опытных данных, характерных для определенной местности; либо используется ПО AASHTOWare ME

LCCA: 5 ЭТАПОВ

3. СКОЛЬКО? Оценка затрат и расходов подрядчика и клиента

Идентичные затраты при разных альтернативах не учитываются

Расходы пользователя: на эксплуатацию т/с, убытки при заторах и ДТП

4. СКОЛЬКО? Расчет затрат за весь срок службы

$$\text{Present Value of Costs} = \sum_{k=0}^N \left[(\text{Cost}_k) \times \left[\frac{1}{(1+d)^{n_k}} \right] \right]$$

N = length of analysis period

d = discount rate

n_k = year of expenditure

Present Value
Factor



LCCA

Определение остаточной стоимости

LCCA: 5 ЭТАПОВ

5. Окончательный анализ результатов

Сравнение стоимости владения

Сравнение затрат пользователя

Анализ возможных изменений

**LCCA – инструмент для принятия
решения; результаты LCCA не
являются самим решением**

Пример 1 - Строительный объект в шт. Флорида, США

Период анализа / срока службы покрытия – 55 лет

Асфальтобетон: 22 см на щебеночном основании 31 см

Цементобетон: 38 см на щебеночном основании 15 см

	Асфальтобетон	Цементобетон
Начальные затраты	3 412 212	4 605 822
Ремонт	7 033 233	4 604 003
Ремонт с учетом дисконтирования	5 290 248	3 106 759
Общие расходы	10 445 445	9 209 825
По методу LCCA	8 702 460	7 712 581

Цементобетон: экономия 11,4% по LCCA

Почему выбирают цементобетон?

- Выбор типа дорожной одежды осуществляется с учетом ряда факторов, включая интенсивность движения, экономические соображения, затраты пользователей и т.д.
- В основном, для более высоконагруженных трасс выбирают цементобетон, тогда как асфальтобетон чаще применяют на дорогах с менее высокой нагрузкой
- Для определения оптимального решения в случае с дорогами от средней до достаточно высокой загруженности и используют LCCA
- В большинстве случаев в результате анализа ясно выявляются экономические преимущества цементобетонных покрытий

Пример 2 – шт. Висконсин, США



Пример 2 -Шт. Висконсин, США

- Основная магистраль (4 полосы и 4 обочины): ширина - 23,2 м; протяженность – 1,8 км
- Съезды (1 полоса и 2 обочины): ширина – 8,5 м; протяженность – 2,4 км

Приведенные затраты на строительство, содержание и ремонт асфальтобетонного покрытия толщиной 33 см			
Период, год	Описание статьи расходов	Затраты в долл. США	Приведенные затраты, долл. США
0	Начальные затраты на строительство	2 837 184,78	2 837 184,78
3	Герметизация швов (возраст 3)	10 182,90	9 052,56
6	Герметизация швов (возраст 6)	20 365,80	16 095,39
9	Герметизация швов (возраст 9)	30 548,70	21 463, 11
12	Герметизация швов (возраст 12)	40 731,60	25 440,84
15	Герметизация швов (возраст >12)	40 731,60	22 616,81
18	Герметизация швов (возраст >12)	40 731,60	20 106,26
20	Фрезерование и перекрытие АБ	1 163 209,42	530 873,59
23	Герметизация швов (возраст 3)	10 182,90	4 131,47
26	Герметизация швов (возраст 6)	20 365,80	7 345,72
29	Герметизация швов (возраст 9)	30 548,70	9 795,48
32	Герметизация швов (возраст 12)	40 731,60	11 610,87
35	Фрезерование и перекрытие АБ	598 960,30	151 785,81
38	Герметизация швов (возраст 3)	10 182,90	2 294,06
41	Герметизация швов (возраст 6)	20 365,80	4 078,82
44	Фрезерование и перекрытие АБ	598 960,30	106 642,69
47	Герметизация швов (возраст 3)	10 182,90	1 611,78
50	Остаточная стоимость	199 653,44	-27 638,88
Затраты АСФАЛЬТОБЕТОННОЕ покрытие ВСЕГО:			3 754 491,16

Пример 2 -Шт. Висконсин, США

Приведенные затраты на строительство, содержание и ремонт цементобетонного покрытия толщиной 26 см			
Период, год	Описание статьи расходов	Затраты в долл. США	Приведенные затраты, долл. США
0	Начальные затраты на строительство	2 873 989,06	2 873 989,06
8	Герметизация швов	109 969,65	80 353,75
16	Герметизация швов	109 969,65	58 713,70
24	Герметизация швов	109 969,65	42 901,52
30	Фрезерование и перекрытие АБ	1 298 828,84	400 453,18
33	Герметизация швов (возраст 3)	10 182,90	2 791,07
36	Герметизация швов (возраст 6)	20 365,80	4 962,51
39	Герметизация швов (возраст 9)	30 548,70	6 617,48
42	Фрезерование и перекрытие АБ	592 142,90	114 031,88
45	Герметизация швов (возраст 3)	10 182,90	1 743,30
48	Герметизация швов (возраст 6)	20 365,80	3 099,57
50	Остаточная стоимость	0,00	0,00
Затраты ЦЕМЕНТОБЕТОННОЕ покрытие ВСЕГО:			3 589 657,02

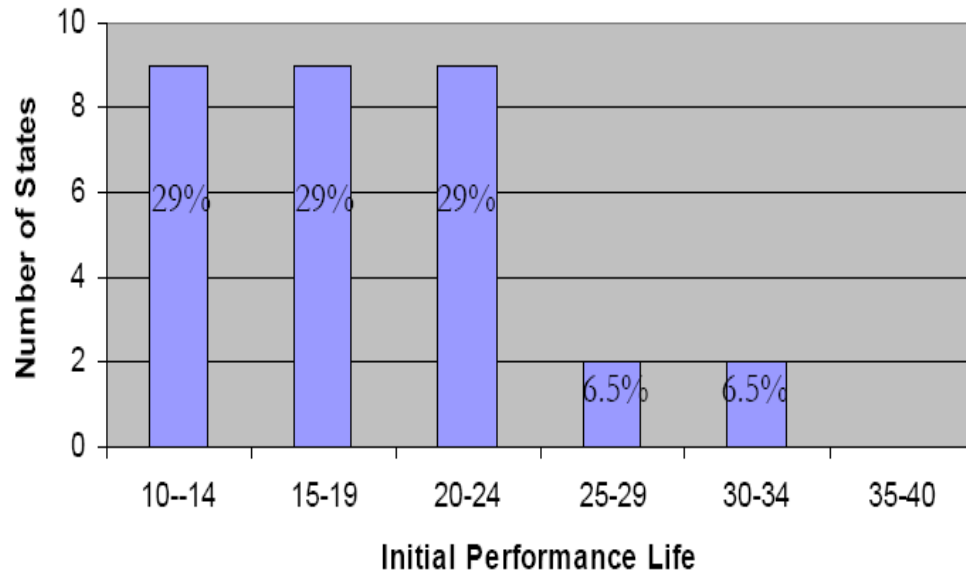
Совокупные затраты (стоимость строительства + приведенная стоимость будущих затрат на содержание и ремонт участков покрытия):

В СЛУЧАЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОНА – на 4,49% ниже

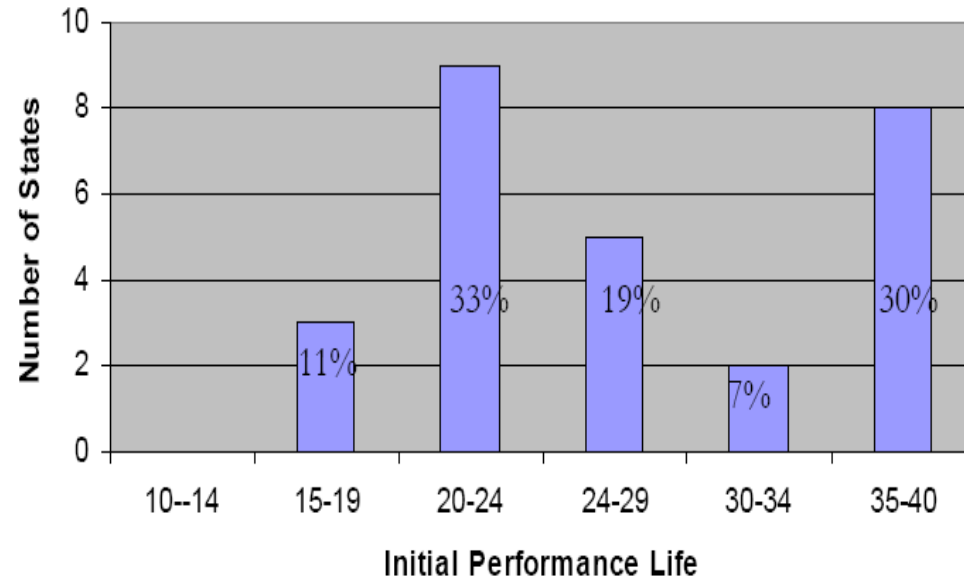
LCCA

- По сути, сравнивается стоимость владения покрытием в течение всего анализируемого периода

Flexible Pavements



Rigid Pavements



Срок службы до капремонта

Пример 3 – шт. Колорадо, США

Согласно данным Департамента транспорта Колорадо (данный штат имеет 30-летний опыт использования метода «Анализа затрат в течение жизненного цикла») **экономия средств** налогоплательщиков при строительстве автомобильных дорог на территории штата может достигать **39%** (принятый срок службы покрытия - 40 лет) **за счет применения жестких покрытий**



Автомобильные дороги с высокой интенсивностью движения в Северной Америке

- В США практически все автомагистрали строятся с применением цементобетона
- Бурно растущие объемы автоперевозок требуют долговечных и недорогих в эксплуатации дорог
- Срок эксплуатации таких магистралей составляет не менее 30 – 40 лет, часто достигая 60 лет



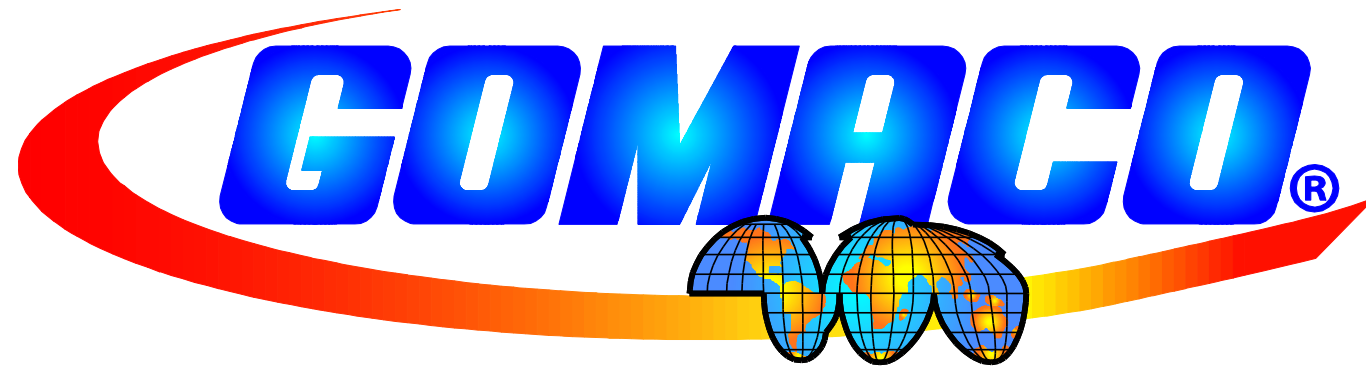
Общая протяженность
дорог 4,8 млн км

Более 17% общего
объема движения
проходит по
межштатным
магистралям

Межштатные
магистрали 74000 км
(1,5%)

**В 13 штатах более 90%
магистралей
выполнены в
цементобетоне**

**Более половины всех
магистралей -
цементобетон**



The Worldwide Leader in Concrete Paving Technology