

## Оценка износа (обесценения) дорожных катков методом экстракции

В книге [1] были предложены несколько моделей для оценки износа машин и оборудования. В данной заметке одна из таких моделей – экспоненциальная – использована для построения зависимости износа дорожных катков от их возраста.

Основной характеристикой износа в модели является коэффициент годности – отношение рыночной стоимости машины к ее восстановительной стоимости (стоимости аналогичной машины в новом состоянии). Износ машины, выраженный в долях единицы, при этом будет дополнением коэффициента годности до 1.

При экспоненциальной модели зависимость коэффициента годности ( $k$ ) от возраста машины ( $t$ ) выражается следующей формулой:

$$k(t) = (1 - u) \frac{1 - e^{-r(T-t)}}{1 - e^{-rT}} \frac{e^{-\mu(T-t)} - e^{-r(T-t)}}{e^{-\mu T} - e^{-rT}} + u. \quad (1)$$

Здесь  $u$  – относительная утилизационная стоимость машины (отношение ее утилизационной стоимости к восстановительной);  $T$  – рациональный (экономически целесообразный) срок ее службы,  $r$  – ставка дисконтирования в непрерывном времени,  $\mu$  – калибровочный параметр модели.

Для проведения расчетов из интернета были выбраны цены предложений за 2013 год и начало 2014 года 171 дорожных катков разного возраста трех марок: 1) BOMAG BW 151 AC-4, 2) BOMAG BW 213 DH4 и 3) BOMAG BW 213 D4. Распределения цен катков в зависимости от их марки и возраста представлено на следующем рисунке.

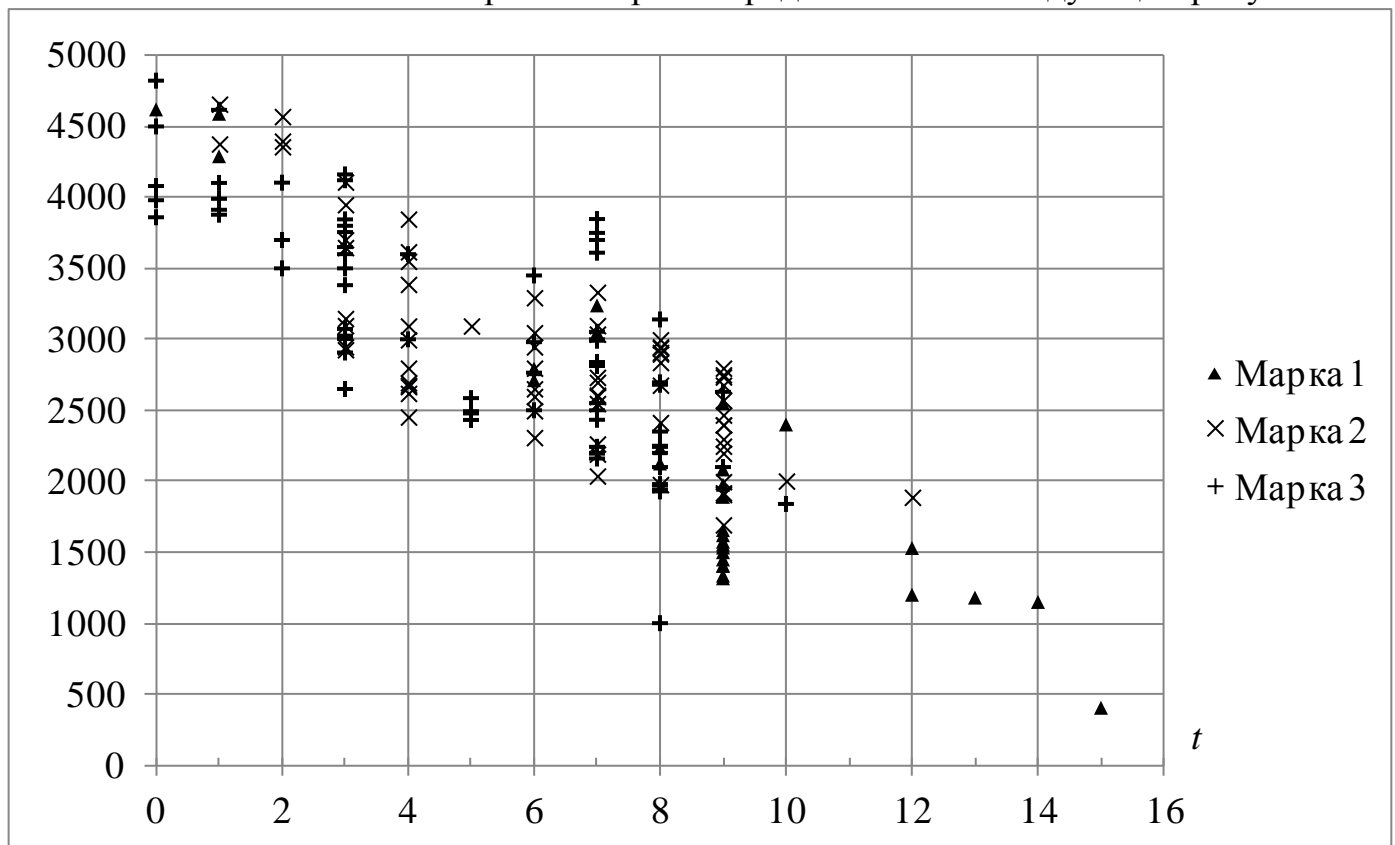


Рис. 1.

Все катки подержанные, в новом состоянии таких катков на первичном рынке не обнаружилось (несколько катков нулевого возраста продавались на вторичном рынке). Приняты следующие допущения:

- для катков всех марок зависимость  $k(t)$  описывается формулой (1) с одним и тем же значением параметра  $\mu$ ;
- срок службы катков не превышает 20 лет;
- ставка дисконтирования – примерно 10% годовых;
- $i=0.04$  (т.е. в конце срока службы стоимость машины составляет 4% от стоимости аналогичной машины в новом состоянии, см. ниже).

(Рациональный) срок службы катков, восстановительные стоимости катков разных марок и калибровочный параметр модели  $\mu$  неизвестны. Эти величины подбирались так, чтобы минимизировать расхождения между “теоретическими” ( $kt$ ) и “фактическими” ( $kf$ ) коэффициентами годности. При этом для каждой машины “теоретические” значения коэффициента определялись по формуле (1), а “фактические” - как отношение цены предложения машины к восстановительной стоимости машины соответствующей марки.

Расчеты позволили оценить восстановительную стоимость катков трех моделей в размерах соответственно 4.7, 4.9 и 4.6 млн. руб. Рациональный срок службы катков оказался равным 20 лет, а  $\mu=0.02$ .

В следующей таблице представлена зависимость коэффициентов годности и соответствующих процентов износа катков от их возраста.

Возраст, годы	Коэффициент годности	Процент износа
0	1.000	0.0
1	0.932	6.8
2	0.864	13.6
3	0.797	20.3
4	0.731	26.9
5	0.666	33.4
6	0.602	39.8
7	0.540	46.0
8	0.480	52.0
9	0.422	57.8
10	0.366	63.4
11	0.313	68.7
12	0.263	73.7
13	0.216	78.4
14	0.174	82.6
15	0.136	86.4
16	0.104	89.6
17	0.077	92.3
18	0.057	94.3
19	0.044	95.6
20	0.040	96.0

Обратим особое внимание, что рассчитанные проценты износа катков по величине и динамике существенно отличаются от указанных в таблице 3 Методики [3] (там срок службы принят 10 лет) и в Приложении 9 к Методическому руководству [4] (где срок службы принят 8 лет).

Перемножая “теоретические” коэффициенты годности катков, определяемые формулой (1), и их расчетные восстановительные стоимости, можно рассчитать и

рыночную стоимость каждого катка. Сравнение таких расчетных рыночных стоимостей ( $C_t$ ) с ценами предложения ( $C_f$ ) представлено на следующем рисунке 2.

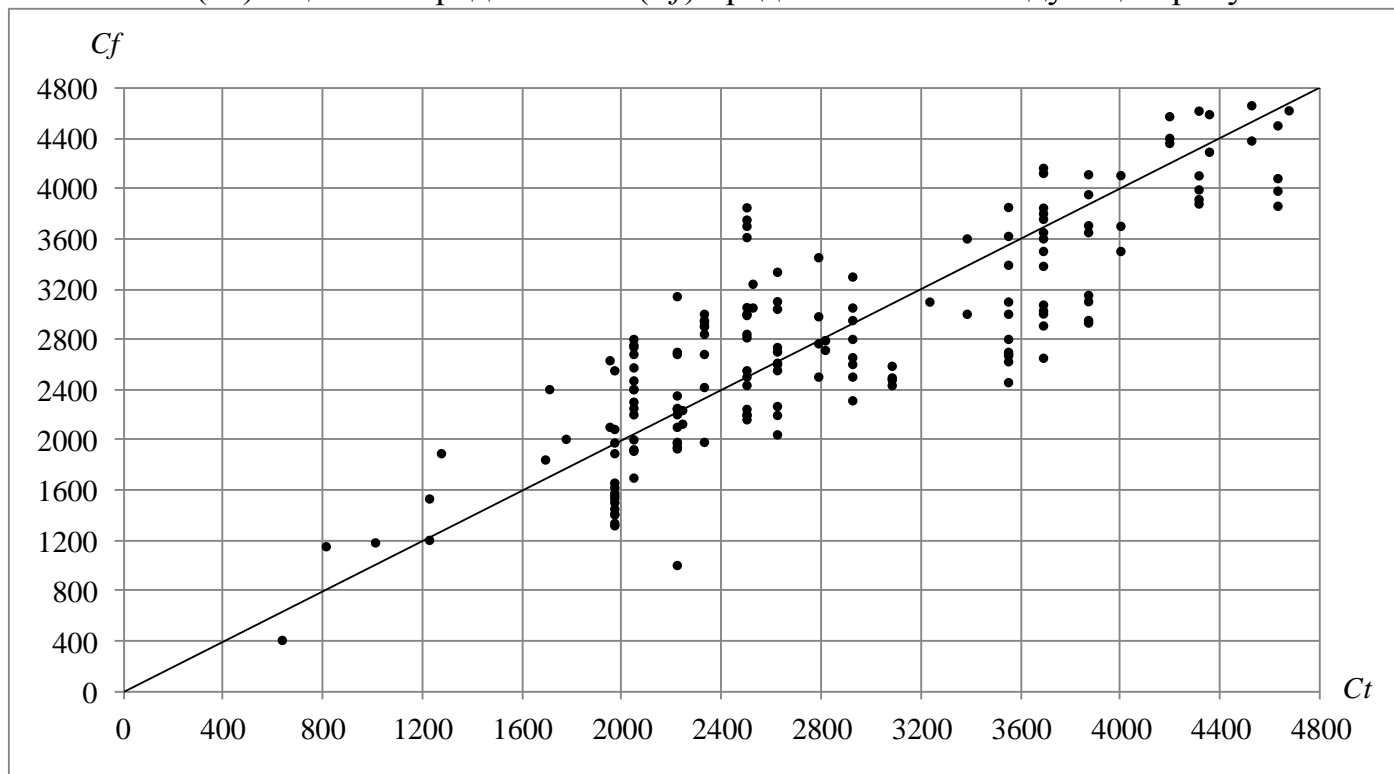


Рис. 2.

На рис. 3-5 цены машин соответствующих марок сопоставляются с расчетными рыночными стоимостями (сплошные кривые).

Сравнительно большие колебания цен можно объяснить тем, что катки продавались в разных регионах страны, имели разную наработку и находились в разном техническом состоянии (например, часть катков продавалась после капитального ремонта). Некоторые машины предлагались к поставке из Германии, и для таких машин расходы на доставку оценивались укрупненно. Могло сказаться и то, что в течение 2013 года цены и валютные курсы изменялись. Поэтому найденные восстановительные стоимости машин – усредненные, они не относятся к какой-то определенной дате (например, к середине 2013 года). Усредненный характер носит и построенная зависимость коэффициента годности от возраста, однако общий характер износа катков она, по нашему мнению, отражает правильно.

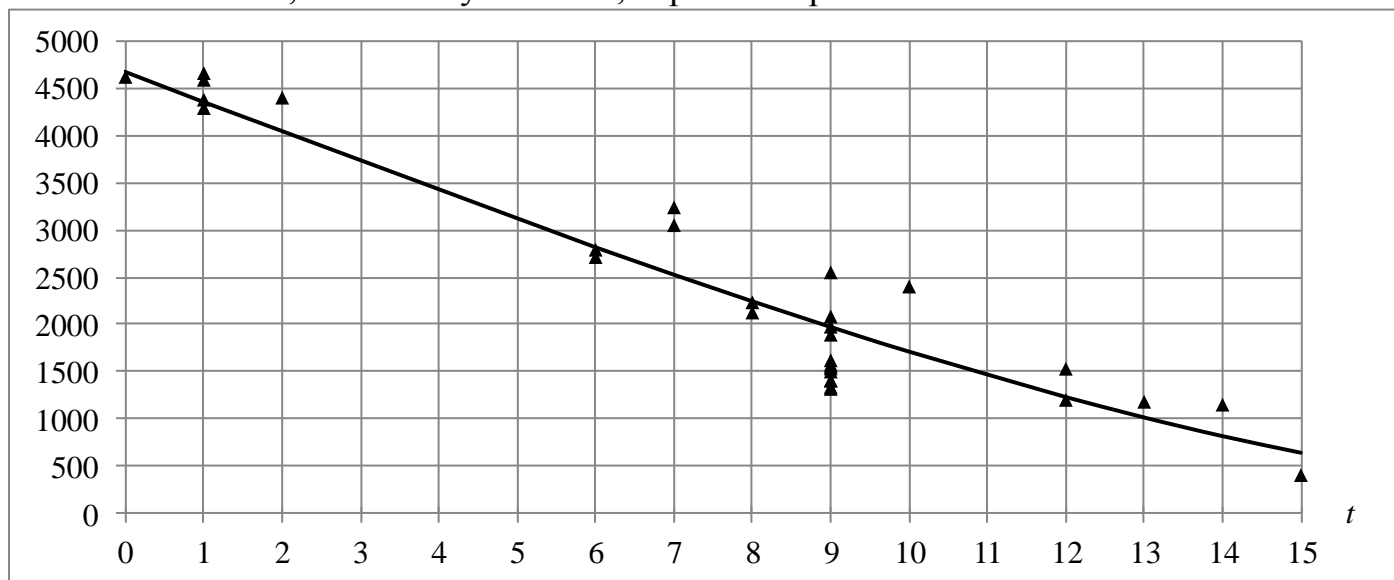


Рис. 3. Цены и расчетные рыночные стоимости машин марки 1.

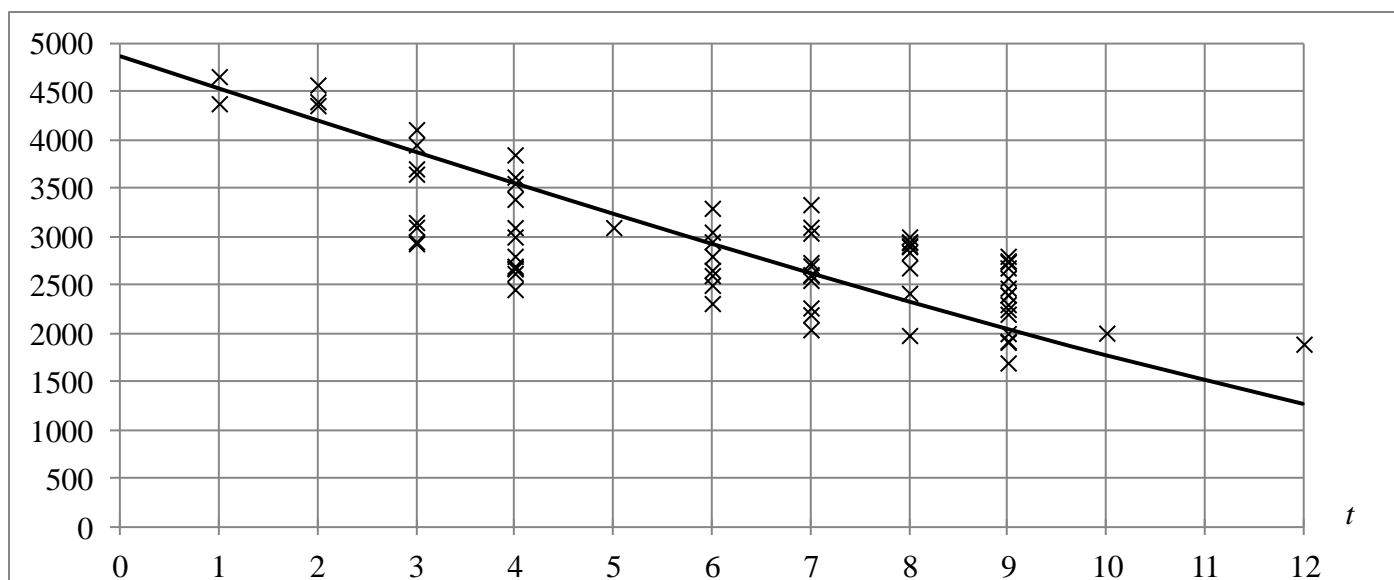


Рис. 4. Цены и расчетные рыночные стоимости машин марки 2.

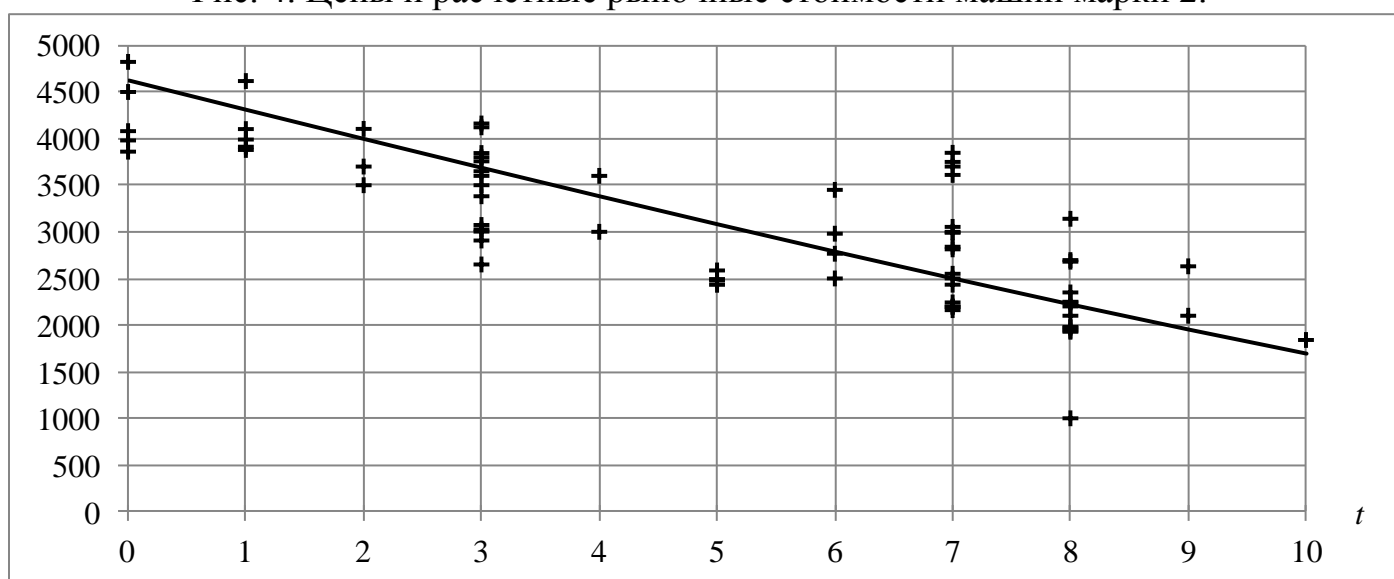


Рис. 5. Цены и расчетные рыночные стоимости машин марки 3.

Большие превышения расчетной стоимости над ценами относятся, в основном, к машинам после капремонта, а обратные превышения – к машинам до капремонта, включая и те, которые требуют капремонта по своему состоянию на момент выставления на продажу. Кстати, глядя на наблюдаемые расхождения в ценах машин одной марки и одного возраста, можно сделать вывод, что средняя стоимость капремонта катков составляет примерно 900...1400 тыс. руб., т.е. 20...30% от стоимости машины в новом состоянии.

Необходимо также более подробно обосновать некоторые принятые допущения.

Поскольку машин старше 15 лет в выборке не было, подтвердить рациональный срок службы катков рыночными данными нельзя. Однако здесь можно воспользоваться тем, что есть машины в возрасте 12-14 лет, цены которых достаточно велики. Это явно – машины, прошедшие капитальный ремонт. Такие машины экономически целесообразно использовать по назначению не больше двух межремонтных циклов. Но длительность второго и следующих межремонтных циклов для катков не более 3 лет, поэтому рациональный срок службы катков должен быть не более  $14+2\times 3=20$  лет.

Определенные вопросы может вызвать и принятая ставка дисконтирования. Не обсуждая подробно метод ее установления (по этому поводу см. статью [2]), отмечу лишь, что отклонения этой ставки на 0.03 (3%) в ту или другую сторону практически не сказываются на окончательной зависимости  $k(t)$ .

Особо надо остановиться на оценке утилизационной стоимости машин. Ее надо было бы оценить исходя из стоимости металлолома (скраповую стоимость) и остаточной стоимости деталей и узлов, пригодных к дальнейшему использованию. Исходя из массы рассматриваемых катков, их скраповая стоимость составляет примерно 60...95 тыс. руб., т.е. около 1.5...2.0% стоимости машины в новом состоянии. Остаточную стоимость деталей и узлов, пригодных к дальнейшему использованию, (за вычетом затрат на демонтаж) можно оценить примерно в 2.0...2.5% восстановительной стоимости машины. На этом основании относительная утилизационная стоимость машин была принята в размере 4%:  $u=0.04$ . Однако некоторые достаточно старые машины требуют не слишком дорогого ремонта. Такие машины по скраповой стоимости покупают “перекупщики”, ремонтируют и продают по новой, более высокой рыночной стоимости. В выборке была одна такая 15-летняя машина, продаваемая по цене 404 тыс. руб. Это значит, что ее ремонт обошелся не более чем в 200-300 тыс. руб. (т.е. в 3...5 раз меньше средних затрат на ремонт). Очевидно, что возникновение подобных ситуаций для достаточно старых машин маловероятно.

В заключение стоит отметить, что в книге [1] приводились и другие модели износа. Экспериментальные расчеты показали, что они приводят к примерно тем же результатам и не позволяют существенно повысить точность аппроксимации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смоляк С.А. Проблемы и парадоксы оценки машин и оборудования. М.: РИО МАОК, 2008.
2. Смоляк С.А. Модели оценки износа машин и оборудования – II. // Анализ и моделирование экономических процессов. Сб. статей. Вып.7. С. 69-82. М.: ЦЭМИ РАН. 2010. <http://www.cemi.rssi.ru/publication/e-publishing/sborn10.pdf>
3. Методика оценки остаточной стоимости транспортных средств с учетом технического состояния. Р-03112194-0376-98 (с изменениями, внесенными письмом Минтранса РФ от 21.02.2005).
4. Исследование автотранспортных средств в целях определения стоимости восстановительного ремонта и оценки (методическое руководство для судебных экспертов). М.: Министерство юстиции РФ. Российский федеральный центр судебной экспертизы. 2013.