

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД СРОКОВ ЖИЗНИ ДЛЯ РАСЧЕТА ИЗНОСА ОБОРУДОВАНИЯ

Мышанов А.И., к. т.н., Рослов В.Ю., к.т.н.

Наиболее объективными и приближенными к рынку методами расчета износа являются статистические методы, основанные на применении корреляционных моделей зависимости стоимости оборудования от года изготовления или хронологического возраста. Возможность использовать на практике статистические методы, ограничена степенью развитости сегмента рынка, к которому относятся оцениваемые объекты, его открытостью, доступностью информации. Поэтому не всегда и не для всех сегментов рынка можно воспользоваться этими методами расчета.

Несмотря на технические и функциональные различия между объектами, относящимися к разным сегментам рынка, можно предполагать существование общих для разных сегментов рынка экономических закономерностей, лежащих в основе обесценивания оборудования с возрастом. Эти общие черты, характерные для разных сегментов рынка могут быть использованы при создании простых приближенных методов расчета износа. Целью настоящей статьи является разработка и обоснование модернизированного метода сроков жизни для расчета износа оборудования с учетом рыночных механизмов формирования стоимости. Первая информация по данным исследованиям была опубликована авторами ранее.

Авторами в работе /4/ был проведен сравнительный анализ статистических данных обесценивания с возрастом различных групп оборудования, отличающихся друг от друга функциональным назначением, конструктивным исполнением, областью применения, габаритами, материалами и т.д. Были исследованы семь различных примеров машин, оборудования и транспортных средств из независимых, не связанных сегментов рынка.

В первую группу были включены сухогрузные теплоходы с дедвейтом до 5000 т. Несмотря на то, что с юридически-правовой точки зрения суда отнесены к объектам недвижимости, очевидно, что технически эти объекты ближе к машинам, оборудованию и транспортным средствам.

Вторая группа была сформирована термопластавтоматами, производства фирм: ENGEL; ARBURG; BATTENFELD; DEMAG; FERROMATIK; KLOCKNER; KRAUS. Оборудование этой группы образует достаточно широкий сегмент рынка, включающий несколько моделей различных фирм.

В третью группу оборудования включены двухкрасочные печатные машины SHINOHARA 52 нескольких модификаций.

В качестве четвертого примера рассмотрен автомобиль ГАЗ 3302. Данный объект относится к узкому сегменту рынка автотранспортных средств, в качестве примера мы ограничились лишь одной маркой автомобиля. Тем не менее, этот сегмент рынка хорошо развит, о чем свидетельствует достаточно большое количество предложений к продаже объектов бывших в употреблении.

В качестве пятого примера были рассмотрены механические кривошипные прессы с усилием в диапазоне от 40 до 200 тонн.

Шестой пример - туристические автобусы голландской фирмы «BOVA» модели FHD, разных годов выпуска.

И, наконец, седьмая группа - свеклоуборочные комбайны фирмы HOLMER «Terza Dos».

На основании эмпирических исследований было выявлено, что зависимость стоимости или удельной стоимости от хронологического возраста (Таблица 1) для указанных групп оборудования с достаточной степенью достоверности описывается уравнениями экспоненциального типа:

$$C = C_0 * e^{-\alpha * T_{xp}} \dots \dots \dots (1),$$

где C_0 и α численные коэффициенты, различные для разных сегментов рынка, e – основание натурального логарифма, равное $e = 2,718...$. Соответственно формулы для расчета величины износа также будут представлять собой экспоненциальные зависимости:

$$I = \frac{(C_0 - C)}{C_0} = 1 - e^{-\alpha \cdot T_{xp}} \dots \dots \dots (2)$$

Разные группы оборудования теряют стоимость с течением времени разными темпами. Степень обесценивания оборудования с возрастом зависит от коэффициента α , который, как показывает анализ, обратно пропорционален сроку службы объектов данной группы. Так, из указанных групп, наиболее медленно обесцениваются с возрастом сухогрузные теплоходы, для которых коэффициент, α минимален, а срок службы имеет наибольшее значение. В то же время наиболее быстрыми темпами теряют стоимость автомобили ГАЗ 3302, для которых коэффициент α максимален, а срок службы минимален.

Таблица 1.

Динамика обесценивания с возрастом разных групп машин оборудования и транспортных средств.

№ п/п	Вид оборудования	Уравнение экспоненциального тренда	Размерность [С]	Степень достоверности R^2	Срок службы, $T_{сс}$ (лет)
1	Сухогрузные теплоходы	$C = 1825,1 * e^{-0,074 * T_{xp}}$	дол. США/тонну	0,75	25
2	Термопластавтоматы	$C = 540,41 * e^{-0,105 * T_{xp}}$	ЕВРО/тонну	0,74	15
3	Печатные машины	$C = 95621 * e^{-0,082 * T_{xp}}$	ЕВРО	0,76	20
4	Автомобили ГАЗ 3302	$C = 272249 * e^{-0,174 * T_{xp}}$	рубли	0,80	10
5	Кривошипные прессы	$C = 10000 * e^{-0,080 * T_{xp}}$	рубли/тонну	0,85	20
6	Автобусы «BOVA»	$C = 189000 * e^{-0,107 * T_{xp}}$	ЕВРО	0,88	15
7	Свеклоуборочные комбайны HOLMER	$C = 300000 * e^{-0,160 * T_{xp}}$	ЕВРО	0,81	10

Статистические данные, разных групп оборудования достаточно трудно сравнивать между собой, так как они имеют разный масштаб не только по величине, но и по номенклатуре стоимости - доллары, рубли, ЕВРО, доллары за тонну, ЕВРО за тонну. Кроме того, разные группы оборудования имеют также разный временной масштаб, который можно характеризовать сроком службы того или иного вида оборудования. Для корректного сопоставления динамики обесценивания оборудования разными сегментами рынка статистические данные, в работе /4/ были приведены к безразмерному виду. Авторами предложено сравнивать статистические данные в безразмерных координатах $C/C_0 = F(T_{xp}/T_{сс})$, где C_0 – коэффициент при экспоненциальной зависимости стоимости от возраста, $T_{сс}$ – срок службы объектов оборудования, относящихся к тому или иному сегменту рынка, T_{xp} – хронологический возраст объектов.

В качестве срока службы объектов $T_{сс}$ принимался такой возраст, при котором среднестатистическая величина износа объектов составляла 80%. Основанием, для выбора износа, являлась шкала технического состояния работы /1,2/, согласно которой оборудование с износом 80% и более требует капитального ремонта, замены рабочих органов, основных агрегатов. Отметим, что введение срока службы $T_{сс}$ не означает, что в том случае если хронологический возраст конкретного объекта превышает этот срок, то объект должен быть выведен из эксплуатации и подлежит утилизации. На практике достаточно часто встречаются объекты, которые выработали свой нормативный срок службы, но продолжают использоваться по назначению. Рынок оценивает такие объекты с учетом всех тех недостатков, которые присущи их возрасту.

Результаты обработки статистических данных, выполненные в работе /4/, представлены на рис.1. В безразмерных координатах $C/C_0 = (1-I)$ и $(T_{xp}/T_{сс})$ цены предложений к продаже объектов, относящихся к разным сегментам рынка группируются

в единую обобщенную зависимость. С достаточно высокой степенью достоверности, $R^2 = 0,83$ обобщенную зависимость можно аппроксимировать экспоненциальным трендом, /4,5/:

$$И = 1 - e^{-1,6*(T_{xp}/T_{cc})} \dots\dots\dots(3)$$

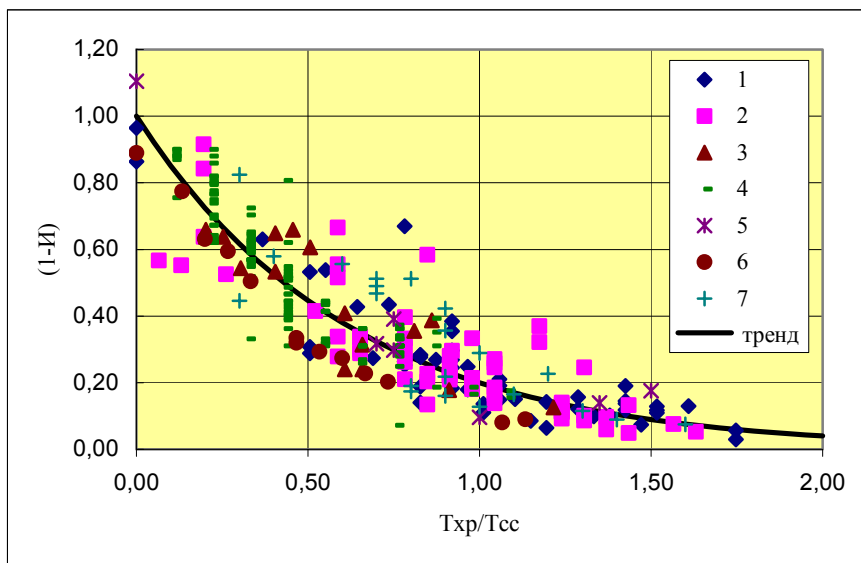


Рис. 1. Обобщенная зависимость обесценивания оборудования с возрастом.
 1 – сухогрузные теплоходы; 2 – термопластавтоматы; 3 – печатные машины Shinohara;
 4 – ГАЗ 3302; 5 – кривошипные прессы; 6- автобусы «BOVA»; 7- свеклоуборочные
 комбайны «Terra Dos». б/н – линия тренда.

Отметим, что на обобщенную зависимость укладываются цены предложений к продаже таких разных и далеких друг от друга видов машин, оборудования и транспортных средств, как сухогрузные теплоходы, термопластавтоматы, печатные машины, автомобили, кривошипные прессы, автобусы, комбайны. Можно предположить, что формула (3) справедлива не только для перечисленных выше групп оборудования, но носит более универсальный характер и применима для более широкого круга объектов.

В качестве обоснования универсальности полученной зависимости, приведем теоретический вывод обобщенной формулы (3), без привлечения статистических данных, используя представления доходного подхода и стоимости денег во времени.

Нелинейные модели износа, в том числе и на основе доходного подхода с учетом стоимости денег во времени разрабатывались рядом авторов в работах /6,7,8,9/. Представления доходного подхода в оценке износа оборудования неявно присутствуют в таком распространенном методе расчета износа как «Метод сроков жизни». Формула для расчета износа методом сроков жизни универсальна и используется для разных групп оборудования, относящихся к разным сегментам рынка /1,2,3/:

$$И = Исс * \frac{T_{xp}}{T_{cc}} \dots\dots\dots(4),$$

где Исс – среднестатистическая величина износа объектов данной группы при достижении предельного срока службы ($T_{xp} = T_{cc}$). Достаточно часто употребляется упрощенная формула, в которой принимается $Исс = 1$.

Предположим, что оцениваемое оборудование в течение своего срока службы принесло своему владельцу (или владельцам) совокупный доход Q_{cc} . При этом будем полагать, что оборудование использовалось оптимальным образом. Очевидно, величина дохода ограничена, поскольку оборудование будет эксплуатироваться до тех пор, пока это экономически целесообразно, т.е. доход от оборудования будет превышать затраты на его эксплуатацию, либо пока эксплуатация объекта не запрещена (напр. морские (речные) суда, воздушные суда и т.п.).

Предположим, что по истечении временного периода T_{xp} объект рассматривается для продажи. Тогда покупатель с точки зрения доходности будет ориентироваться на оставшийся доход $Q_{cc} - Q_{xp}$, а износ будет определяться «потерянной» для потенциального покупателя частью дохода. Именно эта «потерянная» часть дохода и принимается в качестве характеристики износа, в методе сроков жизни.

$$I = \frac{Q_{xp}}{Q_{cc}}$$

Отметим, что мы не ставим перед собой задачу рассчитать или вычленить доход, приходящийся на конкретный оцениваемый объект или вид оборудования. Для наших целей важен сам факт существования такой величины, а не ее количественная оценка. Если для упрощения предположить, что условная величина годового дохода, которую обозначим символом q , постоянна, то умножив числитель и знаменатель выражения (4) на величину годового дохода q , получим:

$$I = I_{cc} \frac{T_{xp} * q}{T_{cc} * q} \dots\dots\dots(5)$$

Знаменатель в соотношении (5) – $(T_{cc} * q)$, представляет собой совокупный доход, который может быть создан объектом за срок его службы. Числитель выражения (5) - $(T_{xp} * q)$, представляет собой ту часть дохода, которую объект создал в течение хронологического возраста. Эта часть дохода уже получена продавцом (собственником) оборудования и не доступна для потенциального покупателя.

Следуя работе С.В. Грибовского /6/, учтем в формуле (5) стоимость денег во времени, то есть вместо произведения времени на величину годовой прибыли, будем учитывать текущие стоимости соответствующих денежных потоков:

$$I = I_{cc} * \frac{\left[\sum_{n=1}^{T_{xp}} \frac{q}{(1+i)^n} \right]}{\left[\sum_{n=1}^{T_{cc}} \frac{q}{(1+i)^n} \right]} \dots\dots\dots(6)$$

Здесь i – годовая норма доходности, исходя из которой, рынок оценивает оборудование. Рассматривая суммы, входящие в уравнении (6) как геометрические прогрессии и сокращая одинаковые множители в числителе и знаменателе, получим:

$$I = I_{cc} * \frac{\left(1 - \frac{1}{(1+i)^{T_{xp}}} \right)}{\left(1 - \frac{1}{(1+i)^{T_{cc}}} \right)} \dots\dots\dots(7)$$

Формула (7) записана для условия ежегодного начисления дохода, один раз в конце года. В том случае если в течение года происходит m начислений, то формула (7) будет иметь вид:

$$I = I_{cc} * \frac{\left(1 - \frac{1}{(1+i/m)^{m * T_{xp}}} \right)}{\left(1 - \frac{1}{(1+i/m)^{m * T_{cc}}} \right)} \dots\dots\dots(8)$$

Переходя от дискретного задания функции (8) к непрерывному, в пределе при $m \rightarrow \infty$, получим:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} И = \lim_{m \rightarrow \infty} Исс * \frac{\left(1 - \frac{1}{(1+i/m)^{m * T_{xp}}}\right)}{\left(1 - \frac{1}{(1+i/m)^{m * T_{cc}}}\right)} = Исс * \frac{(1 - e^{-iT_{xp}})}{(1 - e^{-iT_{cc}})} \dots\dots\dots(9)$$

Здесь использовано известное в математике /5/, соотношение, согласно которому:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} (1+1/x)^x = e \dots\dots\dots(10)$$

В результате проведенных расчетом мы пришли к модернизированной формуле сроков жизни, учитывающей стоимость денег во времени:

$$И = Исс * \frac{(1 - e^{-iT_{xp}})}{(1 - e^{-iT_{cc}})} \dots\dots\dots(10)$$

На рис. 2 показано изменение остаточной стоимости объекта, при расчете износа методом сроков жизни по формуле (5), без учета стоимости денег во времени и по формуле (10) с учетом стоимости денег во времени. Расчет по формуле (10) позволяет учесть не линейный характер изменения стоимости с возрастом.

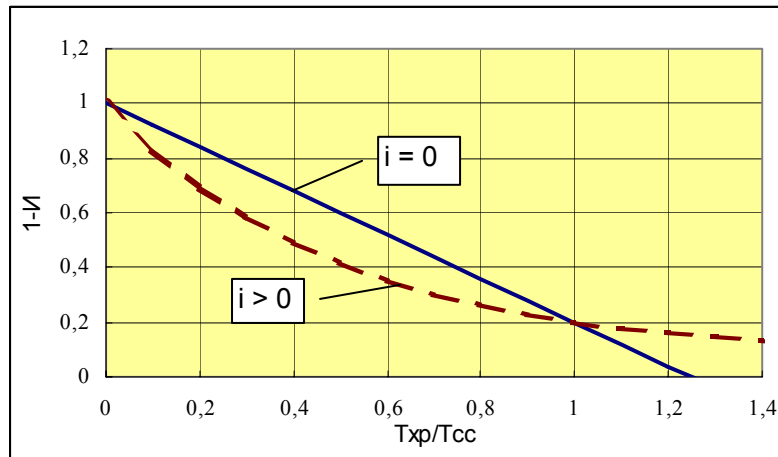


Рис. 2. Характер изменения остаточной стоимости объекта при расчете износа по модернизированной формуле сроков жизни (10) и при различных значениях ставки дисконтирования.

Не сложно показать, что в предельном случае, при $i \rightarrow 0$, формула (10) переходит в формулу (5):

$$И_{i \rightarrow 0} \Rightarrow Исс * \frac{(1 - (1 - i * T_{xp}))}{(1 - (1 - i * T_{cc}))} \Rightarrow Исс * \frac{T_{xp}}{T_{cc}} \dots\dots\dots(11)$$

Отметим, что при любом значении хронологического возраста величина износа должна удовлетворять условию:

$$0 \leq И \leq 1 \dots\dots\dots(12)$$

Обе формулы (4) и (10) удовлетворяют левой части неравенства, то есть при $T_{xp} \geq 0$. $И \geq 0$. В то же время из формулы (5) следует, что величина износа И неограниченно увеличивается при увеличении хронологического возраста T_{xp} , что нарушает правую часть неравенства (12). Этот недостаток формулы (4) в рамках линейной зависимости является неустранимым, что делает весьма ограниченным применение линейной зависимости.

Для того чтобы величина износа, рассчитываемая по модернизированной формуле (10) при любом значении хронологического возраста, удовлетворяла неравенству $И \leq 1$, необходимо потребовать выполнения условия:

$$\lim_{T_{xp} \rightarrow \infty} И = 1 \dots\dots\dots(13)$$

Принимая данное допущение мы понимаем, что теоретически возможен случай превышения износом оборудования единичного значения, например, когда собственнику для того, чтобы избавиться от оборудования приходится нести расходы по его утилизации. Однако в большинстве случаев разумный собственник не доводит свои активы до подобного состояния и принимаемое допущение вполне оправдано.

Переходя в (10) к пределу при $T_{xp} \rightarrow \infty$, получим:

$$\lim_{T_{xp} \rightarrow \infty} I = \lim_{T_{xp} \rightarrow \infty} Исс * \frac{(1 - e^{-iT_{xp}})}{(1 - e^{-iT_{cc}})} = \frac{Исс}{(1 - e^{-iT_{cc}})} = 1 \dots\dots\dots(14),$$

или

$$Исс = (1 - e^{-iT_{cc}}) \dots\dots\dots(15)$$

Используя соотношение (15), формула (10) упростится и примет вид:

$$I = (1 - e^{-iT_{xp}}) \dots\dots\dots(16)$$

В результате мы пришли к зависимости (16), которая аналогична корреляционным уравнениям (1), построенным в работе /4/ в результате статистической обработки данных по обесцениванию различных групп оборудования. Сопоставление этих формул дает основание считать, что коэффициент α в корреляционных моделях (1) представляет собой некоторую годовую норму доходности, исходя из которой, рынок оценивает оборудование. Для разных рынков или сегментов рынка эта норма доходности естественно разная.

Разрешая уравнение (15) относительно i получим:

$$i = - \frac{\ln(1 - Исс)}{T_{cc}} \dots\dots\dots(17)$$

Из соотношения (17) следует, что рынок оценивает оборудование исходя из нормы доходности обратно пропорциональной сроку службы объектов данной группы. Принимая среднестатистическую величину износа, соответствующую сроку службы $Исс = 80\%$, будем иметь:

$$i = - \frac{\ln(0,2)}{T_{cc}} = \frac{1,61}{T_{cc}} \dots\dots\dots(18)$$

С учетом соотношения (18) формулу для расчета износа (16) можно окончательно представить в виде:

$$I = 1 - e^{-1,6*(T_{xp}/T_{cc})} \dots\dots\dots(19)$$

Отметим, что при выводе формулы (19) мы не пользовались статистическими данными или какими либо корреляционными моделями, а основывались только на методе сроков жизни и представлениях доходного подхода с учетом стоимости денег во времени. Справедливости ради следует отметить, что при выводе зависимости (19) был допущен ряд упрощений, не всегда вполне корректных, но достаточно часто применимых в подобных теоретических выкладках. При этом целью теоретических выкладок являлось подтверждение аналитического характера зависимости, полученной эмпирическим путем. Также следует отметить, что характер изменения износа – регрессирующий, что достаточно хорошо подтверждается статистическими данными.

Тот факт, что обобщенная формула (3), полученная в работе /4/ в результате анализа статистических данных и формула (19) настоящей статьи практически совпадают, может служить косвенным указанием на универсальный характер полученной зависимости. Возможность построения универсальной обобщенной зависимости для расчета износа оборудования, предположительно, можно объяснить существованием общих экономических закономерностей обесценивания оборудования разными сегментами рынка:

- рынок обесценивает оборудование с позиций самоамортизируемого актива, генерирующего денежный поток.

- рынок обесценивает оборудование с позиций доходного подхода, исходя из нормы доходности, обратно пропорциональной сроку службы оборудования данного вида;
- потерю стоимости оборудования за срок жизни, рынок соотносит с текущей стоимостью дохода созданного оборудованием за этот срок.

Естественно, что сформулированные закономерности могут быть характерны для сбалансированного равновесного рынка, свободного от перекосов вызванных искусственно созданным дефицитом или перепроизводством объектов выставляемых на продажу. Практическим результатом анализа проведенного в работе /4/ и в настоящей статье является модернизированная формула для расчета износа методом сроков жизни.

Отметим, что в большинстве практических задач по оценке машин и оборудования конечным результатом является совокупный износ, при этом дифференцирование износа на отдельные виды физический, моральный или внешний в большинстве случаев не приводит к повышению точности итогового результата ввиду несовершенства методик определения отдельных составляющих.

Использование модернизированной формулы в практике оценки машин оборудования и транспортных средств позволит, на наш взгляд, снизить роль субъективного фактора при расчете износа, повысить точность расчета и приблизить результат к тем корреляционным моделям стоимости, которые могли бы быть построены для соответствующих сегментов рынка на основании статистических данных. Естественно, данная формула носит достаточно общий характер и не может применяться в тех случаях, когда условия эксплуатации оборудования, а следовательно, и износ существенно отличаются от стандартных.

Однако для большого количества практических применений, например при массовой оценке или оценке для целей залога полученное соотношение может быть весьма полезной. Также формула может быть полезна в тех случаях, когда построение корреляционных моделей затруднено или не возможно в силу недостаточности или ограниченности информации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Основы оценки стоимости машин и оборудования: Учебник/ Ковалев А.П., Кушель А.А., Королев И.В., Фадеев П.В.; Под ред. М.А. Федотовой. - М.: Финансы и статистика, 2006.
2. Ковалев А.П., , Хомяков В.С., Андрианов Ю.В., Лужанский Б.Е., Королев И.В., Чемерикин С.М., Оценка стоимости машин, оборудования и транспортных средств, Москва, «Интерреклама», 2003.
3. Попеско А.И., Ступин А.В., Чесноков С.А., Износ технологических машин и оборудования при оценке их рыночной стоимости, Москва, ОО «Российское общество оценщиков», 2002.
4. Мышанов А.И., Рослов В.Ю., Расчет совокупного износа оборудования, Часть 1, «Эксперт - Оборудование: рынок, предложения, цены», февраль, 2007 г. (с дополнениями и исправлениями к Части1: «Эксперт - Оборудование: рынок, предложения, цены», апрель, 2007г.), Часть 2, «Эксперт - Оборудование: рынок, предложения, цены», март, 2007 г
5. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А., Справочник по высшей математике, М., 1966.
6. Грибовский С.В. Оценка доходной недвижимости, Из-во «Питер», С-П, 2000.
7. Саприцкий Э.Б. Методология оценки стоимости промышленного оборудования. М.: Институт промышленного развития, «Информэлектрон», 1996
8. Гордонов В., О некоторых вопросах совершенствования учета основных средств, Вопросы оценки, № 4, 1997.
9. Тришин В.Н. Задача выбора способа начисления амортизационных отчислений для промышленных предприятий, Вопросы оценки. № 2, 1998.