УДК 330.142.211.2:332.63

***А.Н. Фоменко*, канд. техн. наук,**
генеральный директор ООО «АНФ-ОЦЕНКА»,
член Президиума Экспертного совета РОО,
Московская обл.

Износ — «дело тонкое, Петруха!»*

Ключевые слова: машины и оборудование, износ, устаревание, рыночная стоимость, возраст, срок службы.

Аннотация

С системных позиций рассмотрены вопросы определения износа машин и оборудования в различных условиях. Показана разница между техническим и экономическим взглядом на износ. Предложены зависимости для расчета износа, учитывающие влияние основных факторов, таких как возраст, срок службы, интегральный коэффициент использования, предельный износ, экономическое устаревание в связи с переходом объекта с первичного на вторичный рынок, техническое состояние объекта, необходимость проведения плановых и капитальных ремонтов. Разработаны рекомендации по их применению.

Приведенная информация может быть использована оценщиками в практической работе по оценке машин и оборудования, а также в процессе обучения слушателей различных категорий.

Общие положения

Вопросам определения износа при оценке машин и оборудования (МиО) посвящен ряд монографий и статей [1–3 и др.]. В этих источниках информации приведены различные зависимости для расчета износа, однако выбор предпочтений в использовании той или иной зависимости при проведении практической оценки представляет определенные трудности. Цель настоящей работы заключается в попытке рассмотрения проблемы определения износа с системных позиций и выработке рекомендаций по использованию расчетных зависимостей в разных случаях.

При оценке МиО используют три основных подхода к оценке: затратный, сравнительный и доходный. При этом в общем случае осуществляется оценка не новых, а бывших в эксплуатации МиО. Все подходы основаны на принципе замещения, однако процесс замещения в каждом подходе происходит по-разному.

В рамках затратного подхода замещение осуществляется путем определения затрат на воспроизводство или замещение без учета износа и устареваний[1] и последующего приведения этих затрат к стоимости МиО, бывших в употреблении, путем начисления износа и устареваний. При этом указанные выше затраты определяют на основе сравнения с затратами на создание или производство либо приобретение объекта.

Наиболее часто при оценке МиО в качестве исходной информации рассматривают их приобретение. В этом случае в качестве затрат на воспроизводство или замещение без учета износа и устареваний, которые определяются на дату оценки и в месте оценки, принимают рыночную стоимость МиО в новом состоянии на первичном рынке, поскольку эта стоимость включает в себя все затраты понесенные до момента продажи. При этом затраты на воспроизводство без учета износа и устареваний соответствуют рыночной стоимости точной копии объекта оценки (идентичного объекта) в новом состоянии, а затраты на замещение без учета износа и устареваний — рыночной стоимости объекта, имеющего аналогичные с объектом оценки свойства (функционально сходного неидентичного объекта), в новом состоянии.

---

* По аналогии с крылатым выражением из кинофильма «Белое солнце пустыни»: «Восток — дело тонкое, Петруха!»

[1] П. 14 ФСО № 10.

Значительно реже, обычно для специализированных машин и оборудования или объектов, создаваемых на заказ, рассматривается вариант их создания или производства. В этом случае, как правило, приходится индексировать затраты (первоначальную балансовую стоимость), известные на дату в прошлом. Строго говоря, при индексации затраты на воспроизводство превращаются в затраты на замещение. Дело в том, что обычно используются индексы Росстата, которые характеризуют соотношению цен на разные даты. Но индексы Росстата в прошлом определялись на основе цен тех МиО, которые существовали тогда, а индексы на текущую дату — на основе цен на более совершенные объекты. Чем больше различие в датах, тем более явно проявляется этот эффект.

В рамках сравнительного подхода замещение происходит путем приведения цен аналогичных (идентичных или неидентичных) объектов, наблюдаемых на вторичном рынке, к стоимости объекта оценки, путем внесения корректировок на имеющиеся отличия.

В рамках доходного подхода замещение осуществляется путем поиска аналогов, сходных по доходности и последующей капитализации этих доходов.

В идеальном случае результаты всех подходов должны отражать одну и ту же рыночную стоимость, соответствующую наиболее вероятной цене сделок из числа тех, что наблюдаются на рынке. Следовательно, все показатели разных подходов: износ, величины корректировок, ставки доходности (капитализации), используемые для пересчета исходной информации в рыночную стоимость, должны соответствовать рыночным данным. Только в этом случае будет обеспечена как сходимость результатов по подходам, так и непротиворечивость рынку итогового результата.

В настоящее время ни Федеральные стандарты оценки (ФСО), ни Международные стандарты оценки (МСО) не устанавливают обязательности одновременного применения нескольких подходов к оценке. Допускается применение одного наиболее характерного подхода для каждого типа объектов оценки, выбор которого должен быть обоснован[2].

Номенклатура МиО достаточно обширна и включает энергетические, рабочие (технологическое оборудование и транспортные средства) и информационные машины. В большинстве случаев, за исключением массовых моделей транспортных средств, которые легко идентифицируются и широко представлены на вторичном рынке, при оценке применяются методы затратного подхода.

Понятие износа

Характерно, что в отечественной оценочной литературе по оценке МиО [1, 2 и др.] используются термины «износ» и «коэффициент износа», значение которых совпадает. Однако их различие состоит в том, что износ выражается в процентах, например, 20 %, а коэффициент износа — в долях целого, например, 0,2. Однако понятие «коэффициент» предполагает, что это множитель, а при оценочных расчетах на коэффициент износа ничто не умножается. По-видимому, термин возник из-за смешения понятий износа и амортизации в зарубежных источниках, где коэффициент амортизации равен отношению суммы начисленной амортизации к первоначальной стоимости, и неудачной редакции перевода. В иностранной литературе [3] встречаются также понятия «износ» и «процент износа». В рамках настоящей статьи не делается различие между износом и коэффициентом износа и используется обобщенный термин «износ». В формулах величина износа подставляется в долях целого (фактически в виде коэффициента износа), в тексте — в процентах.

Отметим, что в оценочной деятельности под износом понимается степень обесценения новых МиО под действием различных факторов в процессе их эксплуатации.

Расчетная зависимость для затратного подхода в общем случае имеет вид

[2] П. 24 ФСО № 1.

$$C = C_0 - \Delta C = C_0 \times \left(1 - \frac{\Delta C}{C_0}\right) = C_0 \times (1 - И_с), \quad (1)$$

где C — стоимость бывшей в эксплуатации (употреблении — б/у) МиО;

C_0 — стоимость новой МиО;

ΔC — величина обесценения МиО;

$И_с$ — накопленный совокупный износ.

В соответствии с п. 14 ФСО № 10, накопленный совокупный износ оцениваемой машины или единицы оборудования следует определять, максимально ориентируясь на рыночные данные. Из зависимости (1) можно получить зависимость для расчета такого износа по рыночным данным, в виде

$$И_с = \left(1 - \frac{C}{C_0}\right). \quad (2)$$

Следует отметить, что понятие «износ» применяется исключительно в рамках затратного подхода к оценке. В рамках других подходов понятие износа как степени обесценения не используется. В отдельных случаях, при отсутствии необходимых рыночных данных, в рамках других подходов используются формулы затратного подхода, включающие износ, для расчета корректировок, преимущественно, на различия в возрасте или в техническом состоянии объектов. Однако такая корректировка не может считаться корректировкой на износ (в оценочном смысле — на обесценение).

В зависимости от причин обесценения принято делить совокупный накопленный износ на: физический износ, функциональное и экономическое (внешнее) устаревания.

Физический износ связан с естественным старением МиО в процессе эксплуатации.

Функциональное устаревание связано с периодическим появлением на рынке более технически совершенных или более экономичных объектов, в результате чего часть покупательского спроса переключается на эти объекты.

Экономическое (внешнее) устаревание связано с негативным воздействием на рыночные цены разных факторов, внешних по отношению к МиО.

Переписав зависимость (1) с учетом самостоятельных независимых обесценений, получим аддитивную модель расчета износа:

$$C = C_0 - \Delta C_{физ} - \Delta C_{фун} - \Delta C_{вн} = C_0 \times (1 - И_{физ} - И_{фун} - И_{вн});$$

$$И_с = И_{физ} + И_{фун} + И_{вн}, \quad (3)$$

где $\Delta C_{физ}$ — обесценение вследствие физического износа;

$\Delta C_{фун}$ — обесценение вследствие функционального устаревания;

$\Delta C_{вн}$ — обесценение вследствие внешнего устаревания;

$И_{физ}$ — физический износ;

$И_{фун}$ — функциональное устаревание;

$И_{вн}$ — внешнее устаревание.

Однако эта модель применима только в случаях, если величины износа и устареваний определяются по рыночным данным (методом экстракции рынка). Когда же износ и устаревания определяются по не согласованным с рыночными данными и между собой моделям, возникает опасность превышения величиной накопленного совокупного износа уровня 100 %. Для того чтобы избежать этой опасности, на практике обычно применяют мультипликативную модель износа в следующем виде:

$$И_с = 1 - (1 - И_{физ}) \times (1 - И_{фун}) \times (1 - И_{вн}), \quad (4)$$

Эта модель также предполагает независимость износа и устареваний между собой, но дает сопоставимый результат с аддитивной моделью лишь при небольших значениях износа и устареваний. Вопрос независимости износа и устареваний между собой периодически подвергается сомнениям, однако методов учета такой взаимосвязи не предложено.

Физический износ в оценочном смысле (степень обесценения вследствие естественного старения) связан с износом в техническом смысле (степенью технической изношенности объекта), но в общем случае не идентичен ему.

Износ как показатель изношенности

Понятие «износ» в техническом смысле связано с тем, что новые МиО обладают техническим ресурсом, который расходуется в процессе его эксплуатации. Понятие ресурса и некоторые другие используемые ниже понятия регламентируются в ГОСТом[3]:

– наработка (operating time): продолжительность или объем работы объекта;

– ресурс (operating life): суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до момента достижения предельного состояния;

– остаточный ресурс (residual): суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до момента достижения предельного состояния;

– срок службы (operating life): календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения предельного состояния;

– назначенный срок службы (ssigned useful life): календарная продолжительность, при достижении которой эксплуатация объекта может быть продолжена только после принятия решения о возможности продления данного показателя;

– предельное состояние (limiting state): состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

По своей сути ресурсный подход к износу близок к понятию «физический износ». Зависимость для расчета такого износа имеет вид

$$И_{физ\text{-}р} = \frac{Р_0 - Р_{ост}}{Р_0} = \frac{Р_в}{Р_0},$$

где $И_{физ\text{-}р}$ — физический износ (в техническом смысле — ресурсный подход);

$Р_0$ — начальный ресурс нового объекта;

$Р_{ост}$ — текущий оставшийся ресурс на дату оценки;

$Р_в$ — ресурс, израсходованный к дате оценки.

Разность между начальным и текущим остаточным ресурсом зависит от интенсивности эксплуатации (интенсивности расходования ресурса).

Ресурс можно характеризовать временем эксплуатации при условии штатного (нормативного) его расходования. Если ресурс выражается в других единицах, например, в мото-часах, то путем назначения среднегодового расхода мото-часов можно перейти временному измерению. Момент полного исчерпания ресурса при штатном режиме эксплуатации соответствует нормативному сроку службы МиО. В некоторых источниках информации применяется понятие срока жизни, под которым понимают срок физической жизни объекта. При штатной интенсивности эксплуатации эти сроки можно считать эквивалентными. Поэтому в рамках настоящей статьи будем использовать только обобщающий термин «срок службы».

При изменении интенсивности эксплуатации фактически сокращается или удлиняется срок службы, как схематично показано на рис. 1.

[3] ГОСТ 27.002–2015. Надежность в технике. Термины и определения.

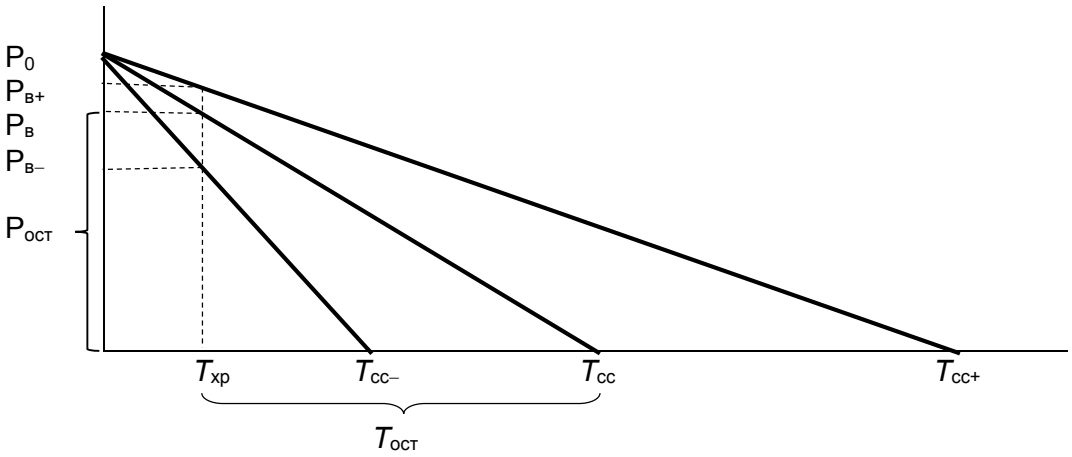

Рис. 1. Зависимость изменения ресурса от времени эксплуатации МиО при их различной интенсивности

Ресурс и срок службы со знаком (–) соответствуют более интенсивной, по сравнению со штатной, эксплуатации (использованию) МиО, со знаком (+) — менее интенсивной эксплуатации.

Анализ приведенных графиков позволяет перейти от ресурсной к временнóй зависимости расчета износа, как показано ниже:

$$И_{физ\text{-}р} = \frac{P_0 - P_{ост}}{P_0} = \frac{P_в}{P_0} = \frac{T_{сс} - T_{ост}}{T_{сс}} = \frac{T_{хр}}{T_{сс}};$$

$$И_{физ\text{-}р-} = \frac{P_{в-}}{P_0} = \frac{T_{хр}}{T_{сс-}} = \frac{T_{хр}}{T_{сс-}} \times \frac{T_{сс}}{T_{сс}} = \frac{T_{сс}}{T_{сс-}} \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}} = K_{исп-}\frac{T_{хр}}{T_{сс}} = \frac{T_{эф-}}{T_{сс}};$$

$$И_{физ\text{-}р+} = \frac{P_{в+}}{P_0} = \frac{T_{хр}}{T_{сс+}} = \frac{T_{хр}}{T_{сс+}} \times \frac{T_{сс}}{T_{сс}} = \frac{T_{сс}}{T_{сс+}} \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}} = K_{исп+} \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}} = \frac{T_{эф+}}{T_{сс}},$$

где $T_{хр}$ — хронологический возраст;

$T_{сс}$ — срок службы;

$T_{эф}$ — эффективный возраст;

$T_{ост}$ — остаточный срок службы;

$K_{исп}$ — интегральный коэффициент использования.

Интегральный коэффициент использования может быть больше, равен и меньше единицы. Штатные условия эксплуатации соответствуют интегральному коэффициенту использования, равному единице. Произведение хронологического возраста на интегральный коэффициент использования, которое позволяет учесть условия эксплуатации, принято называть эффективным возрастом, а такой метод расчета износа — методом эффективного возраста. Обобщенная расчетная зависимость имеет вид

$$И_{физ\text{-}р} = K_{исп} \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}} = \frac{T_{эф}}{T_{сс}} = \frac{T_{хр}}{T_{сс}/K_{исп}}. \qquad (5)$$

Рекомендации по определению интегрального коэффициента использования в зависимости от условий эксплуатации (загрузки и сменности) для станков приведены в [1].

В тех случаях, когда оценщик не имеет возможности составить заключение об интенсивности эксплуатации МиО, рекомендуется использовать остаточной срок службы объекта. Тогда можно записать очевидную зависимость:

$$T_{сс} = T_{эф} + T_{ост} \quad \text{или} \quad T_{эф} = T_{сс} - T_{ост}.$$

Подставляя любое из последних выражений в зависимость (5) получаем:

$$И_{физ\text{-}р} = \frac{T_{сс} - T_{ост}}{T_{сс}}. \qquad (6)$$

Представленная зависимость как бы автоматически учитывает интенсивность эксплуатации и позволяет рассчитать износ в случаях, когда хронологический возраст несколько превышает срок службы.

Вместе с тем зависимость (6) основана на знании предполагаемого срока остаточной жизни и нормативно установленного усредненного срока службы. Однако в этой зависимости используются лишь предполагаемые величины и не используется достоверно известное значение хронологического возраста. По мнению автора этой публикации, более корректно при расчетах использовать достоверное знание хронологического возраста. В этом случае, когда известны хронологический возраст и остаточный срок службы, ответ на вопрос о том, сколько прослужит МиО, очевиден. Срок службы МиО равен сумме хронологического возраста и остаточного срока службы. С учетом этого зависимость (5) приобретает вид

$$И_{физ-р} = \frac{T_{хр}}{T_{хр} + T_{ост}}. \qquad (7)$$

Представляется, что зависимость (7) более точна и адекватна, чем зависимость (6) и может использоваться при любых значениях хронологического возраста и оставшегося срока службы.

В связи с тем что оценщик не является техническим специалистом, он не уполномочен (а в большинстве случаев — и не способен) определить остаточный срок службы МиО. Принято считать, что величина остаточного срока службы может определяться на основе интервью с техническими специалистами, эксплуатирующими эти МиО. В [4] предложен математический метод расчета остаточного срока службы с использованием основ теории надежности.

Отметим, что ресурсный подход к износу предполагает, что ресурс изменяется от начального уровня до нуля, т. е. предполагается отсутствие остаточной стоимости объекта после полного исчерпания ресурса.

Износ как степень обесценения

Понятие износа в экономическом смысле предполагает, что МиО в процессе эксплуатации приносит прибыль в виде дохода и подлежит продаже по остаточной стоимости после того как будут исчерпаны возможности извлечения дохода. Поскольку процесс получения доходов распределен во времени, должен учитываться дисконтированный поток чистых доходов. Следовательно, зависимость для расчета физического износа, в предположении постоянства среднегодовых чистых доходов и отсутствия функционального и внешнего устареваний, соответствует соотношению суммарного дохода, полученного на дату оценки (с учетом интегрального коэффициента использования), и суммарного дохода, который может быть извлечен за весь период при нормативной эксплуатации МиО, включая продажу по остаточной стоимости по окончании срока службы. Зависимость имеет вид

$$И_{физ} = \frac{K_{исп} \times ЧД \times \sum_{t=1}^{m} \frac{1}{(1+Y)^t}}{ЧД \times \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i} + \frac{C_{пр}}{(1+Y)^n}} = \frac{K_{исп} \times \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{(1+Y)^i}}{(1+K_{пр}) \times \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}}, \qquad (8)$$

где

$И_{физ}$ — физический износ (в экономическом смысле — подход с позиций дохода);

ЧД — чистый годовой доход от МиО;

Y — ставка доходности;

m — период эксплуатации, соответствующий дате оценки (хронологическому возрасту);

n — период эксплуатации, соответствующий окончанию эксплуатации (сроку службы);

$C_{пр}$ — остаточная (предельная) стоимость по окончании эксплуатации;

$K_{пр}$ — коэффициент учитывающий наличие остаточной (предельной) стоимости.

Знаменатель приведенной зависимости фактически соответствует стоимости нового объекта по доходному подходу. Принято считать, что остаточная стоимость МиО в конце этапа эксплуатации (перед капитальным ремонтом) составляет около 20 % первоначальной стоимости. Если капитальный ремонт не предусмотрен, то стоимость МиО как объекта утилизации обычно составляет 3…5 %. Поскольку дисконтированная остаточная стоимость невелика и при сроках службы МиО 10…30 лет и ставке доходности 5…30 % находится в диапазоне 0,1...16 %, ее вкладом можно либо пренебречь, либо учесть специальным коэффициентом, как показано в зависимости (8). По своей сути, $K_{пр}$, который соответствует относительной величине остаточной стоимости, характеризует предельный износ МиО (как степень обесценения) в конце срока службы или в конце этапа эксплуатации перед капитальным ремонтом:

$$И_{пр} = \frac{1}{1 + K_{пр}}; \qquad K_{пр} = \frac{\dfrac{C_{пр}}{(1+Y)^n}}{ЧД \times \sum_{i=1}^{n} \dfrac{1}{(1+Y)^i}},$$

где $И_{пр}$ — предельное значение износа в конце срока службы, соответствующего относительной величине остаточной стоимости.

Зависимость (8) соответствует формуле дисконтирования в дискретном масштабе времени. Однако, поскольку время течет непрерывно, можно перейти к формуле дисконтирования в непрерывном масштабе времени путем введения логарифмической ставки доходности, как показано ниже:

$1 + Y = e^y$ или $y = \ln(1+Y)$.

Выполняя замену переменной в формуле дисконтирования, получаем зависимость для дисконтирования в непрерывном масштабе времени:

$$ЧД \times \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{(1+Y)^i} = ЧД \times \sum_{t=0}^{T_к} \frac{1}{e^{yt}} = ЧД \times \int_0^{T_к} e^{-yt} = \frac{ЧД}{y} \times (1 - e^{-yT_к}), \qquad (9)$$

где k — период дисконтирования, соответствующий времени $T_к$;

y — логарифмическая ставка доходности.

Подставляя зависимость (9) в (8), получаем:

$$И_{физ} = \frac{K_{исп} \times \sum_{i=1}^{m} \dfrac{1}{(1+Y)^i}}{(1+K_{пр}) \times \sum_{i=1}^{n} \dfrac{1}{(1+Y)^i}} = \frac{K_{исп} \times (1 - e^{-yT_{хр}})}{(1+K_{пр}) \times (1 - e^{-yT_{сс}})}. \qquad (10)$$

Преобразование зависимости (10) при определенных допущениях, как показано в [5], позволяет получить зависимость, приведенную ниже. Некоторые авторы называют такую зависимость экспоненциальной кривой:

$$И_{физ-э} = 1 - \exp\left(\ln(1 - И_{пр}) \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}}\right); \qquad (11)$$

где $И_{физ-э}$ — физический износ (экспоненциальная кривая);

$И_{пр}$ — предельное значение износа в конце срока службы, соответствующего относительной величине остаточной стоимости.

Если назначить предельный износ на уровне 80 %, то получаем зависимость, которая была названа методом модифицированного срока службы [5].

$$И_{физ-э} = 1 - \exp\left(\ln(1 - И_{пр}) \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}}\right) = 1 - \exp\left(-1{,}6 \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}}\right) \text{ при } И_{пр} = 0{,}8. \qquad (12)$$

Подбор ставки доходности в зависимости (10) обеспечивает ее практическое совпадение с зависимостью (12). При этом для совпадения этих зависимостей ставка доходности должна быть увязана со сроком службы, например, при $T_{сс}$ = 10, 20, 30 лет значение Y = 18, 8, 5,5 % соответственно. Здесь интегральный коэффициент использования принят рав-

ным единице. Степень соответствия зависимости (12) рыночным данным приведена на рис. 2.

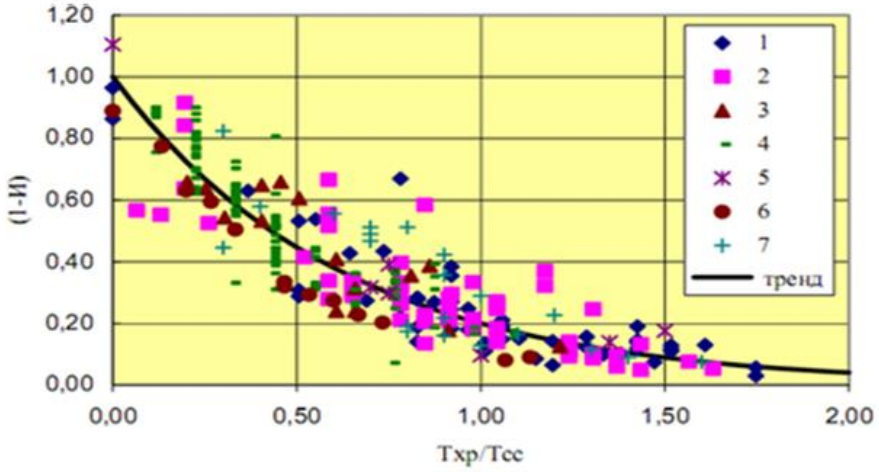

Рис. 2. Обобщенная зависимость обесценения МиО с возрастом:
1 — сухогрузные теплоходы, 2 — термопластавтоматы, 3 — печатные машины Shinohara, 4 — ГАЗ 3302, 5 — кривошипные прессы, 6 — автобусы BOVA, 7 — свеклоуборочные комбайны Terra Dos

Отметим, что эта зависимость по своей сути отражает соотношение рыночных цен бывших в употреблении МиО и новых объектов (зависимость (2)) и, казалось бы, соответствует накопленному совокупному износу. Однако эта зависимость была получена путем сравнения рыночных цен идентичных объектов, а следовательно, функциональное и внешнее устаревания уже учтены рынком как в ценах новых, так и в ценах бывших в употреблении объектов (см. раздел «Износ вторичности», рис. 4). Поэтому эта зависимость фактически описывает только физический износ, за исключением начального периода эксплуатации МиО, о чем говорится ниже (см. раздел «Износ вторичности», рис. 5).

В случае если МиО не обладает прибыльностью ($Y = 0$), зависимость (8) приобретает вид

$$И_{физ} = \frac{K_{исп} \times ЧД \times T_{хр}}{ЧД \times T_{сс} + C_{пр}} = \frac{K_{исп} \times T_{хр}}{(1 + K_{пр}) \times T_{сс}} = И_{пр} \times \frac{T_{эф}}{T_{сс}} = И_{пр} \times И_{физ\text{-}р}. \qquad (13)$$

Полученная зависимость напоминает линейную ресурсную зависимость (5) для расчета износа, но отличается тем, что предельный износ в момент наступления срока службы не достигает 100 % (МиО обладает остаточной стоимостью). По сути, ресурсная зависимость корректируется на величину предельного износа, который характеризует относительную величину остаточной стоимости.

В случае если МиО представляют собой многоэлементный объект, элементы которого обладают существенной стоимостью в составе объекта и имеют разные сроки службы, износ каждого отдельного элемента в общем случае определяется по зависимости (13). При этом износ многоэлементного объекта в целом определяется по следующей зависимости:

$$И_{физ} = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_{0i}}{C_0} \times И_{физi} = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_{0i}}{C_0} \times И_{пр} \times \frac{T_{эфi}}{T_{сс}}, \qquad (14)$$

где индекс i относится к элементу,

Отметим, что функционально простые элементы обычно не подлежат восстановлению и поэтому для них можно принять, что $И_{пр}$ = 100 % и $K_{исп}$ = 1, т. е. использовать ресурсную зависимость (5).

В отдельных источниках информации, преимущественно зарубежных [3], предлагается применять зависимости (6) (7), путем расчета эффективного остаточного срока службы многоэлементной МиО:

$$T_{ост} = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_{0i}}{C_0} \times (T_{ссi} - T_{хрi}).$$

По мнению автора этой публикации, приведенная формула не совсем корректна. Дело в том, что срок службы не может быть больше, чем срок службы базового элемента МиО, поэтому любая попытка сделать его больше этого срока неадекватна.

Отметим, что попытка рассмотрения износа МиО с позиций его доходности имеет некоторую особенность. Преобразовав зависимость (8) в предположении, что $И_{пр}$ = 100 %, $C_{пр}$ = 0, $K_{исп}$ = 1, получим

$$И_{физ} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \frac{1}{(1+Y)^i}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i} - \sum_{i=m}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}} = 1 - \frac{\sum_{i=m}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}}. \quad (15)$$

Величина (1 – $И_{физ}$) соответствует относительной стоимости МиО. При совершении сделки купли-продажи МиО бывших в употреблении, вид зависимости (15) для собственника-продавца, который приобрел объект в новом состоянии, и покупателя будут несколько различаться:

для продавца $$(1 - И_{физ}) = \frac{\sum_{i=m}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}}; \quad (16)$$

для покупателя $$(1 - И_{физ}) = \frac{\sum_{i=1}^{n-m} \frac{1}{(1+Y)^i}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+Y)^i}}. \quad (17)$$

Дело в том, что ценность МиО для продавца на дату оценки состоит в дисконтированной оставшейся части не дополученных доходов. Покупатель начинает получать доходы после совершения сделки, и дисконтированная на дату сделки оставшаяся часть доходов имеет для него большую ценность и уменьшается с приближением к окончанию срока службы. Графически зависимости (5), (16) и (17) при Y = 20 % представлены на рис. 3.

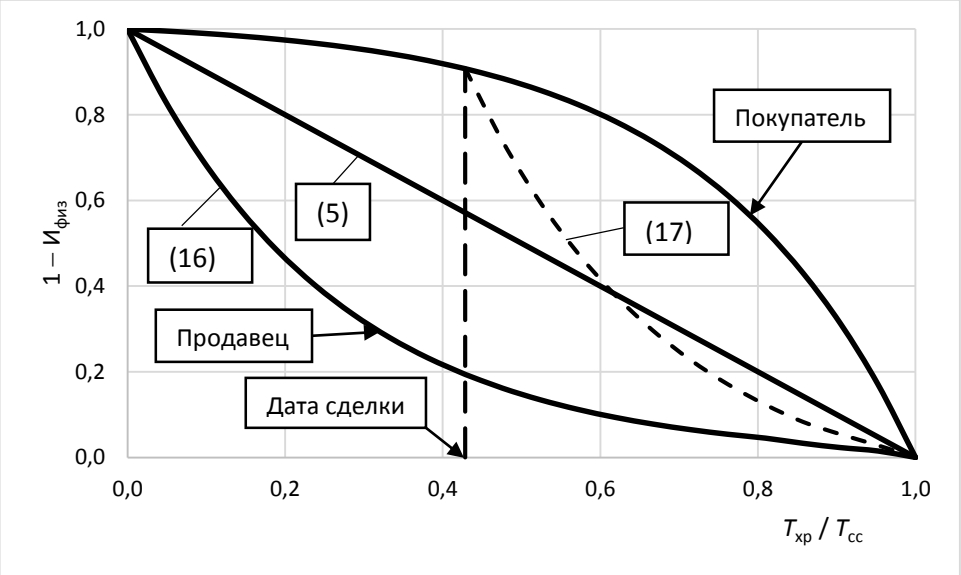

Рис. 3. Характер изменения стоимости для продавца и покупателя МиО

Приведенная на рис. 3 картина отражает «гистерезис» цен, приемлемых для продавца и покупателя. Для низколиквидных объектов, к которым относится большинство видов МиО, стоимость с возрастом изменяется по зависимости для продавца. Для высоколиквидных объектов стоимость может приближаться к зависимости для покупателя. Линей-

ное изменение стоимости, характерное для линейных зависимостей износа, занимает промежуточное положение.

Косвенно такое распределение цен на рынке подтверждается на рис. 2. Дело в том, что в период проведения этого исследования рынка активно развивалось производство пластиковой тары, что привело к востребованности рынком термопластавтоматов в любом состоянии. Наглядно видно, что преимущественно цены на этот вид оборудования наиболее существенно отличается в бóльшую сторону от зависимости (12). Также это оборудование было преимущественно востребовано за пределами срока службы, по-видимому, для последующей реализации после восстановительного ремонта.

Усложнение рассмотренной выше модели для продавца и покупателя в результате учета дополнительных параметров принципиально не изменит наличие «петли гистерезиса» в ценах.

Учет износа вторичности

Исследования проведенные разными авторами [1, 7, 8 и др.] показывают, что большинство МиО теряют в стоимости при переходе с первичного на вторичный рынок. Устоявшейся терминологии в рамках оценочной деятельности для этого эффекта не разработано. Достаточно часто такое изменение стоимости характеризуют коэффициентом перехода на вторичный рынок. Вместе с тем такое снижение стоимости можно трактовать как внешнее устаревание в связи с переходом на вторичный рынок. А.П. Ковалевым [1] был предложен термин «износ вторичности». Поскольку методология оценки не предусматривает такой вид износа, корректной формулировкой можно считать «внешнее устаревание в виде износа вторичности». Для краткости в рамках настоящей статьи будем использовать термин: «износ вторичности». Типичные рыночные данные, демонстрирующие наличие износа вторичности на примере автомобиля, приведены на рис. 4, где приведены цены на автомобили Nissan Murano в кузове Z51, которые на дату исследования продолжались выпускаться, и в кузове Z50, выпуск которых был прекращен.

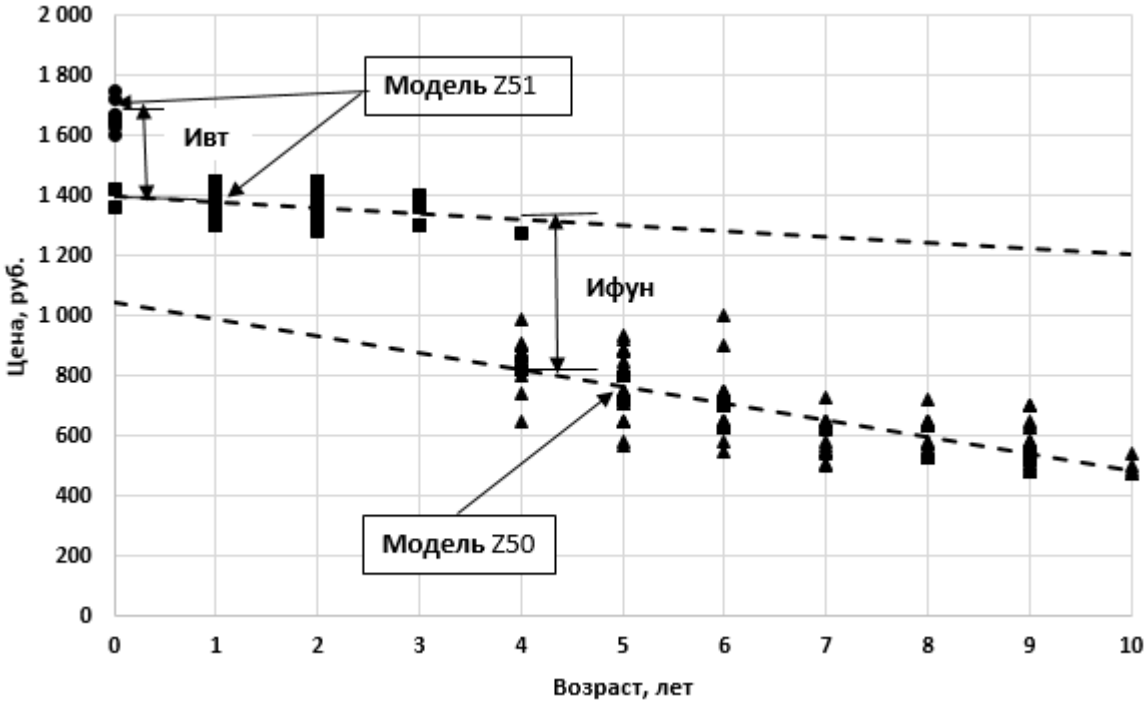

Рис. 4. Цены на Nissan Murano: новые и подержанные в кузове Z51 и подержанные в кузове Z50

Из приведенных на рис. 4 данных следует, что когда в рамках затратного подхода используются цены идентичного аналога объекта оценки в новом состоянии, для определения стоимости объекта оценки необходимо начислить только износ вторичности и физический износ (пример Z51). В этом случае стоимость нового объекта (Z51) в ценах первичного рынка отражает затраты на воспроизводство без учета износа и устареваний. После начисления износа вторичности эти затраты превращаются в затраты на воспроизводство без учета физического износа (стоимость нового объекта в ценах вторичного рынка), а после учета физического износа — в затраты на воспроизводство.

В случае когда используются цены не идентичного аналога в новом состоянии (оценка Z50 по аналогу Z51), стоимость нового объекта в ценах первичного рынка — это затраты на замещение без учета износа и устареваний. Для перехода от этих затрат на замещение к затратам на воспроизводство без учета физического износа (Z50) начисляются как износ вторичности, так и функциональное устаревание. Впоследствии для получения затрат на воспроизводство (Z50) начисляется физический износ.

То есть, когда в качестве исходной информации о затратах используются цены первичного рынка на не идентичные объекты, дополнительно учитывается функциональное устаревание. Когда в качестве затрат используются цены идентичных аналогов в новом состоянии, функциональное устаревание не начисляется вне зависимости от того, существуют на рынке более совершенные объекты-аналоги или нет, поскольку это устаревание учтено рынком как в ценах на новые, так и в ценах на подержанные объекты. При этом внешнее устаревание, связанное с иными причинами, кроме износа вторичности, также не начисляется, поскольку влияние этого вида устаревания уже учтено как в рыночных ценах новых объектов, так и в ценах на объекты, бывшие в эксплуатации.

Ситуация изменяется, когда в качестве исходной информации о затратах используются индексированные затраты на создание или производство МиО. В этих случаях может возникать как функциональное, так и внешнее устаревание. При этом величина функционального устаревания увязана со сроком обновления поколений МиО [1]. Внешнее устаревание МиО в большинстве случаев связано с его недоиспользованием у конкретного собственника или в конкретной технологической линии.

Для большинства МиО, по данным различных исследований [1, 6–8], величина износа вторичности составляет 10…30 %. При этом есть основания полагать, что износ вторичности зависит от степени ликвидности объекта [7, 9]. Чем ниже ликвидность, тем больше износ вторичности. Для объектов, которые изготавливаются только на заказ, износ вторичности может отсутствовать, поскольку у потенциального покупателя возникает альтернатива: либо купить новый объект на вторичном рынке, либо ожидать исполнения заказа. В отдельных случаях, когда спрос превышает предложение либо открывается новое направление использования МиО, количество которых ограничено, новые объекты кратковременно могут продаваться с наценкой по отношению к первичному рынку, т. е. имеет место не устаревание, а удорожание под воздействием внешних факторов. Фактически проявляется эффект упущенной выгоды.

Таким образом, дополнительный учет износа вторичности (а в ряде случаев — функционального устаревания) совместно с физическим износом приводит к тому, что фактически мы имеем дело с накопленным совокупным износом. Расчетная зависимость (13) для определения такого износа при нулевом функциональном устаревании приобретает вид

$$И_{с} = И_{вт} + И_{физ} = И_{вт} + (И_{пр} - И_{вт}) \times И_{физ\text{-}р} = И_{вт} + (И_{пр} - И_{вт}) \times \frac{T_{эф}}{T_{сс}} \qquad (18)$$

или для экспоненциальной кривой (для метода модифицированного срока жизни):

В печатном варианте статьи в зависимости

$$И_{с} = И_{вт} + И_{физ\text{-}э} = И_{вт} + 1 - \exp\left(\ln(И_{пр} - И_{вт}) \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}}\right). \qquad (19)$$

допущена опечатка. Исправленная зависимость, которая применима для интервала

Txp / Tcc = 0 … 1,5), приведена ниже.

$$И_C = И_{ВТ} + И_{ФИЗ-Э} = И_{ВТ} + 1 - exp\left(\ln(1-(И_{ПР} - И_{ВТ})) \times \frac{T_{XP}}{T_{CC}}\right) \quad (19)$$

В [8] предложена иная интерпретация зависимости для экспоненциальной кривой:

$$C = (C_0 - C_{пр} - \Delta C_{вт}) \times \exp\left(-a \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}}\right) + C_{пр}.$$

Приведенная зависимость может быть преобразована к следующему виду:

$$И_с = 1 - \left[(И_{пр} - И_{вт}) \times \exp\left(-a \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}}\right) + (1 - И_{пр})\right], \quad (20)$$

где $\Delta C_{вт}$ — потеря стоимости из-за износа вторичности;

a — коэффициент (при $И_{вт}$ = 20 % и $И_{пр}$ = 80 % значение a = 5).

Износ вторичности также учитывается в методе логистической кривой [1, 2], зависимость для которого имеет вид

В печатном варианте статьи в зависимости

В печатном варианте статьи в зависимости

$$И_с = \frac{И_{пр}}{\left(\frac{И_{пр}}{И_{вт}} - 1\right) \times \exp\left(-b \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}}\right) + 1}, \quad (21)$$

допущена опечатка. Исправленная зависимость, приведена ниже.

$$И_C = \frac{И_{УТ}}{\left(\frac{И_{УТ}}{И_{ВТ}} - 1\right) \times \exp\left(-b \times \frac{T_{XP}}{T_{CC}}\right) + 1}, \quad (21)$$

где b — коэффициент, характеризующий среднюю стадию износа;

$И_{ут}$ – износ соответствующий стоимости утилизации (обычно 95% … 97%).

Отметим, что по своей сути логистическая кривая позволяет рассчитать накопленный совокупный износ для идентичного объекта-аналога, поскольку учитывает внешнее устаревание в виде износа вторичности, при этом учет функционального устаревания не предусмотрен. Функциональное устаревание может дополнительно учитываться для зависимостей (18) – (21) по аддитивной или мультипликативной моделям (зависимости (3) или (4)).

Наложение зависимостей (18), (19), (21) (при $И_{вт}$ = 20 %, $И_{пр}$ = 80 %) и (20) на рыночные данные, приведенные на рис. 2, дают следующую картину (рис. 5). При этом для зависимости (20): (линия 20а) — коэффициент a = 5, (линия 20в) — a = 1,6.

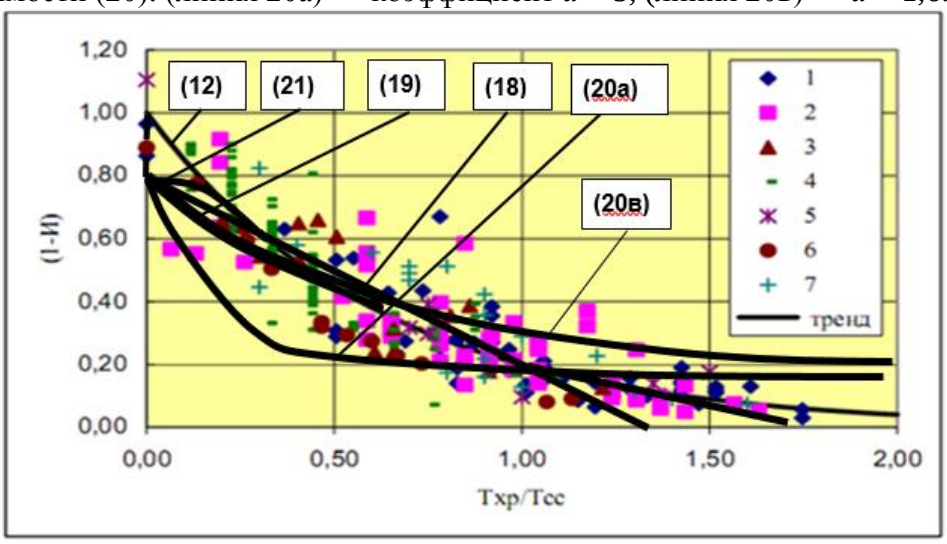

Рис. 5. Степень соответствия различных зависимостей рыночным данным

Анализ приведенных графиков показывает, что все они (при этом зависимость (20) требует оптимизации коэффициента а), достаточно хорошо отражают рыночную ситуацию. Заметное различие с зависимостью (12) наблюдается лишь в начальный период эксплуатации МиО. Различие вполне объяснимо, поскольку эта зависимость не предполагает учет износа вторичности. Сопоставление приведенных зависимостей также наглядно демонстрирует, что эффект износа вторичности с возрастом нивелируется [9], что формально позволяет использовать любую из этих зависимостей для возрастных объектов.

Учет ремонта

Приведенные выше зависимости ориентированы на объекты, для которых срок службы ограничен либо физической возможностью их использования, либо достижением предельного состояния, после которого необходим капитальный ремонт. При этом предполагается, что в период эксплуатации не проводится плановых ремонтных работ с заменой дорогостоящих деталей, способных снизить износ объекта в целом, т. е. отсутствует устранимый износ. Предполагается лишь проведение периодического технического обслуживания с заменой расходных материалов и мелкого текущего ремонта, обеспечивающего поддержание требуемого уровня работоспособности.

Если эксплуатация МиО предполагает периодическое проведение плановых ремонтных работ с заменой деталей, то каждый ремонт позволяет ступенчато уменьшить износ объекта в момент его проведения на величину устранимой части износа, что необходимо учитывать. В общем случае после окончания нормативного срока службы возможно проведение капитального ремонта и последующая эксплуатация МиО в течение назначенного срока службы с проведением очередных плановых ремонтов. Расчетная зависимость при отсутствии износа вторичности имеет следующий вид:

$$И_{физ} = И_{ну} + И_{у};$$

$$И_{физ} = \left(И_{пр} - \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i}\right) \times И_{физ\text{-}р} + \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i} \times И_{физ\text{-}р\text{-}рем\,i} - D_{крем}; \qquad (22)$$

$$D_{рем\,i} = \frac{C_{рем\,i}}{C_0}; \qquad D_{крем} = \left| \begin{array}{l} \dfrac{C_{крем}}{C_0} - \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i} \quad (при\ T_{эф} \geq T_{сс}) \\ 0 \quad (при\ T_{эф} < T_{сс}) \end{array} \right.;$$

$$И_{физ\text{-}р} = K_{исп} \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}} = \frac{T_{эф}}{T_{сс}}; \qquad И_{физ\text{-}р\text{-}рем\,i} = \frac{T_{хр\text{-}рем\,i}}{T_{сс\text{-}рем\,i}}$$

или для экспоненциальной кривой (модифицированного срока жизни):

$$И_{физ} = \left(1 - \exp\left(\ln(1 - (И_{пр} - \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i})) \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}}\right)\right) + \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i} \times И_{физ\text{-}р\text{-}рем\,i} - D_{крем}, \qquad (23)$$

где $И_{ну}$ — неустранимый износ;

$И_{у}$ — устранимый износ;

$C_{рем\,i}$ — затраты на i-й плановый ремонт;

$C_{крем}$ — затраты на капитальный ремонт;

$D_{рем\,i}$ — относительная величина затрат на i-й плановый ремонт;

$D_{крем}$ — относительная величина затрат на капитальный ремонт;

$И_{физ\text{-}р\text{-}рем\,i}$ — физический износ затрат на i-й плановый ремонт (ресурсная зависимость);

$T_{хр\text{-}рем\,i}$ — хронологический возраст, прошедший после начала эксплуатации до первого планового ремонта или после i-го планового ремонта;

$T_{сс\text{-}рем\,i}$ — межремонтный срок i-го планового ремонта.

n — количество плановых ремонтов.

При наличии износа вторичности зависимость приобретает следующий вид:

$$И_с = И_{вт} + И_{ну} + И_у;$$

$$И_с = И_{вт} + \left(И_{пр} - И_{вт} - \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i} \right) \times И_{физ\text{-}р} + \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i} \times И_{физ\text{-}р\text{-}рем\,i} - D_{крем}; \quad (24)$$

$$И_с = И_{вт} + \left(1 - \exp\left(\ln(1 - (И_{пр} - И_{вт} - \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i})) \times \frac{T_{хр}}{T_{сс}} \right) \right) + \sum_{i=1}^{n} D_{рем\,i} \times И_{физ\text{-}р\text{-}рем\,i} - D_{крем}. \quad (25)$$

В приведенных выше зависимостях предполагается, что очередные плановые ремонты, которые должны проводиться при достижении $T_{сс}$, включены в капитальный ремонт.

На рис. 6 и 7 даны поясняющие примеры зависимостей расчета износа для МиО, у которой в течение срока службы предусмотрены два периодических плановых ремонта: ремонт 1 — через каждую половину срока службы и ремонт 2 — через каждую треть срока службы, стоимость которых составляет 20 и 10 % начальной стоимости соответственно. Дополнительно в момент достижения срока службы предусмотрен капитальный ремонт стоимостью 60 % от начальной стоимости. При этом по окончанию срока службы МиО имеет $И_{пр}$ = 80 % (остаточную стоимость на уровне 20 % начальной стоимости). Для сравнения на рисунке приведены зависимости, которые не предполагают плановых ремонтов, т. е. для которых отсутствует устранимый износ.

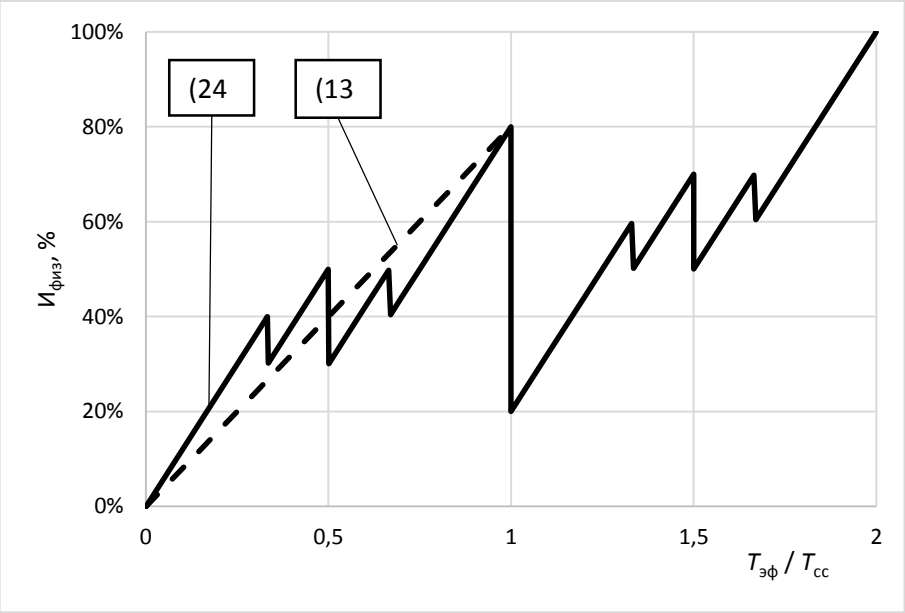

Рис. 6. Линейная зависимость для расчета износа МиО с учетом плановых ремонтов ($И_{вт}$ = 0)

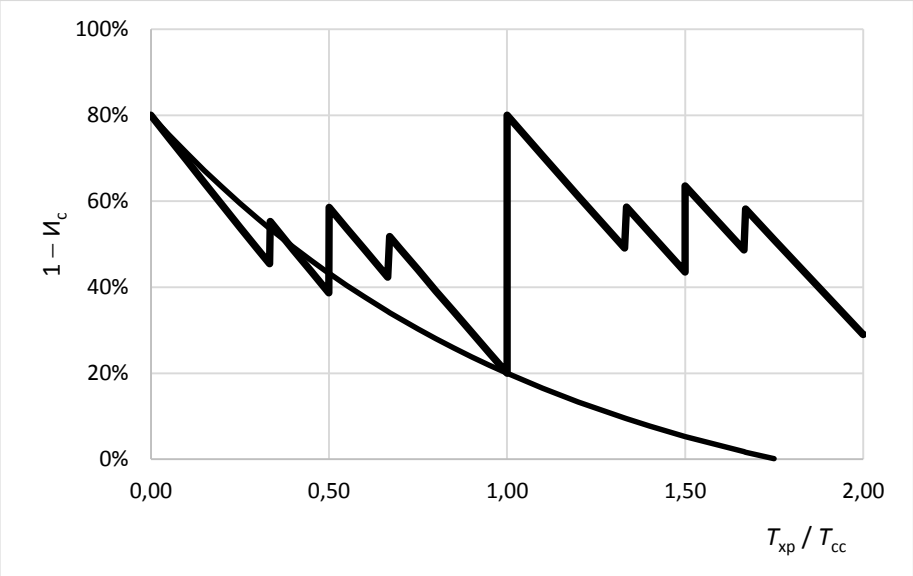

Рис. 7. Экспоненциальная зависимость для расчета износа МиО с учетом плановых ремонтов ($И_{вт}$ = 20 %)

Как следует из приведенных зависимостей, рост износа (снижение стоимости) объекта в целом при наличии устранимого износа на начальном этапе происходит быстрее, поскольку часть деталей, которые полежат замене, изнашивается быстрее. Впоследствии происходит периодическое снижение износа (увеличение стоимости). При этом величина предельного износа (при достижении момента необходимости капитального ремонта или утилизации) остается прежней при условии, что с этим моментом совпадает окончание межремонтных сроков.

Отметим, что аварийный отказ МиО снижает его стоимость (до момента восстановления) на величину стоимости ремонта. Однако внеплановый аварийный ремонт без замены деталей, проведенный в связи с аварией, не изменяет рыночную стоимость отремонтированных МиО, поскольку на рынке присутствуют объекты, которые не имели аварийных повреждений. Если аварийный ремонт МиО осуществляется с заменой деталей, то его износ уменьшается в момент ремонта из-за частичного обновления, однако расчет последующего износа замененных деталей следует проводить исходя из условия, что срок службы замененных деталей не может превышать срок службы объекта в целом (его базовых деталей).

Учет состояния МиО

Все приведенные выше зависимости предполагают, что техническое состояние МиО соответствует типичному состоянию работоспособных объектов и уровню естественного обесценения за время эксплуатации.

Под работоспособным состоянием (up state) понимают[4]: состояние объекта, в котором он способен выполнять требуемые функции. Такое состояние характеризуется тем, что значения всех параметров, обеспечивающих способность выполнять заданные функции, соответствует требованиям, установленным в документации на этот объект. Отсюда следует, что работоспособный объект (см. табл. 1) должен находиться в хорошем состоянии.

Вместе с тем учет реального состояния МиО при практической оценке представляет достаточно сложную задачу. На первый взгляд, все кажется достаточно простым, поскольку существуют понятные таблицы для определения состояния, один из вариантов которой приведен в табл. 1 [10]. В таблицу добавлены усредненные параметры и баллы.

Таблица 1. **Шкала экспертных оценок для определения износа при обследовании технического состояния машин и оборудования**

Состояние	Характеристика технического состояния оборудования	Износ ($И_{табл}$),%	$И_{табл\text{-}средн}$, %	100 – $И_{табл\text{-}средн}$, %	Баллы [11, 12]
Новое	Новое, установленное, но еще не эксплуатировавшееся оборудование в отличном состоянии	0–5	2,5	97,5	—
Очень хорошее	Практически новое оборудование, без ремонта, бывшее в недолгой эксплуатации и не требующее ремонта или замены каких-либо частей	6–15	10,5	89,5	50
Хорошее	Бывшее в эксплуатации оборудование, полностью отремонтированное или реконструированное, не требующее ремонта или замены каких-либо частей	16–35	25,5	74,5	40
Удовлетворительное (среднее)	Бывшее в эксплуатации оборудование, требующее некоторого ремонта или замены отдельных мелких частей (подшипники, вкладыши и др.)	36–60	48,0	52,0	30
Условно пригодное (посредственное)	Бывшее в эксплуатации оборудование в состоянии, пригодном для дальнейшей эксплуатации, но требующее значительного ремонта или замены главных частей (таких как двигатель и другие ответственные узлы)	61–80	70,5	29,5	20
Неудовлетворительное (плохое)	Бывшее в эксплуатации оборудование, требующее капитального ремонта, такого как замена рабочих органов основных агрегатов	81–90	85,5	14,5	10
Непригодное к применению или лом	Бывшее в эксплуатации оборудование, в отношении которого нет разумных перспектив, кроме как на продажу по стоимости основных материалов, которые можно из него извлечь	91–100	95,5	4,5	—

[4] ГОСТ 27.002–2015. Надежность в технике. Термины и определения.

Возникает вопрос, как пользоваться этой таблицей. Дело в том, что при установлении срока службы МиО производитель предполагает, что они будут безотказно работать до капитального ремонта, при этом в течение этого срока предусматривается лишь техническое обслуживание с заменой расходных материалов и мелкий текущий ремонт. Таким образом, в пределах срока службы гарантируется обеспечение требуемого уровня технических показателей МиО, т. е. обеспечение их работоспособности и хорошего состояния. Следовательно, когда мы рассматриваем МиО с износом (в экономическом смысле, как степень обесценения), например, на уровне 60 %, это свидетельствует о том, что произошло его обесценение на 60 %, и поскольку оно находится в работоспособном состоянии, в общем случае никакого ремонта не требуется. Однако согласно табл. 1 МиО с износом 60 % требует обязательного ремонта, а объекты, не требующие ремонта, имеют хорошее техническое состояние, что по табл. 1 соответствует износу, равному 25,5 %. Налицо явное несоответствие.

Следующий вопрос: а как определить состояние объекта? Оценщик по своему статусу не является техническим специалистом и не имеет в своем распоряжении средств объективного контроля технического состояния любых оцениваемых МиО. Поэтому объективно техническое состояние при осмотре объекта оценки он может определить лишь на уровне «работоспособно» или «неработоспособно». Более детальная оценка технического состояния объекта на основе внешнего осмотра имеет субъективный характер. Если работоспособный объект выглядит «ухоженным», то, скорее всего, оценщик склонится к хорошему состоянию. Если объект не ухоженный с облупившейся краской, то, скорее всего, оценщик посчитает, что состояние удовлетворительное или условно пригодное. То есть мнение оценщика в данном случае не очень надежно. Мнение специалиста, эксплуатирующего МиО, также представляется не очень надежным ввиду его потенциальной заинтересованности в результатах оценки.

В отношении объекта-аналога оценщик также должен полагаться на мнение продавца, которое всегда субъективно, а иногда явно не соответствует действительности. Например, можно встретить объявления о продаже автомобиля в возрасте 20 лет, состояние которого, по мнению продавца, отличное. По таблице износ такого объекта эквивалентен новому или очень хорошему состоянию, что, видимо, вызывает сомнение, если трактовать износ как степень обесценения. Чаще всего в объявлениях о продаже мы видим характеристику состояния «хорошее» или «рабочее». Как оценщику относиться к таким характеристикам: считать, что рабочее состояние соответствует хорошему или первое хуже второго?

Если исходить из того, что работоспособный объект при штатной эксплуатации подлежит лишь техническому обслуживанию и не требует ремонта в течение всего срока службы, то его состояние остается хорошим вне зависимости от возраста (износа — как меры обесценения). Следовательно, табл. 1 способна лишь приближенно устанавливать относительную количественную градацию между разными состояниями объектов одного и того же возраста и не характеризует его обесценение связанное с возрастом. Поэтому попытка назначения абсолютной величины износа МиО как степени обесценения, исходя из шкалы экспертной оценки износа даже в случаях, когда достоверно известно его состояние, может приводить к значительным ошибкам. Особенно большая ошибка возникает, если использовать градации состояния с большим табличным износом (81...100 %), потому что величина стоимости очень существенно зависит от выбранной величины износа и может отличаться в таких случаях в несколько раз. Эту шкалу можно использовать лишь для приближенного пересчета одного состояния МиО в другое.

Более точно величину обесценения, связанную с потребностью в каком-либо ремонте, можно определить путем расчета стоимости ремонта по приведению объекта в типичное рыночное работоспособное (хорошее) состояние и последующем вычете этой стоимости из стоимости МиО, не требующих ремонта. Только расчет стоимости ремонта позволяет выявить случаи, когда ремонт экономически нецелесообразен (стоимость ремонта превышает стоимость МиО в хорошем состоянии), и определить в качестве рыночной стоимости

такого объекта стоимость скрапа (металлолома), и в отдельных случаях — годных остатков (узлов и агрегатов, имеющих стоимость на вторичном рынке деталей). Также необходимо поступать при определении рыночной стоимости в случаях, когда восстановление МиО технически невозможно. Однако такое заключение может сделать только технический специалист, которым оценщик не является.

Вместе с тем наиболее точный ответ на вопрос, насколько изменяется рыночная стоимость объекта при изменении его технического состояния, может дать только рынок. В некоторых работах [11, 12] предпринята попытка на основе рыночных данных учесть наряду с возрастом еще и состояние объектов, вводя бальные характеристики состояний. Бальная градация состояний также приведена в табл. 1.

При анализе рыночных данных по стоимости металлорежущих станков в работе [11] учет состояния осуществлялся на основе бальной оценки, но при этом предполагалось, что отсутствует износ вторичности. Автором настоящей публикации повторен анализ этих рыночных данных, приведенных в данной статье, с учетом наличия износа вторичности. При этом так же, как и раньше, предполагалось, что наименьшие значения износа соответствуют хорошему состоянию, наибольшие значения износа — условно пригодному состоянию, промежуточные значения — удовлетворительному. Результаты анализа представлены на рис. 8. Возраст на рисунке пересчитан в относительных величинах, которые определялись путем назначения срока службы, равного 30 годам.

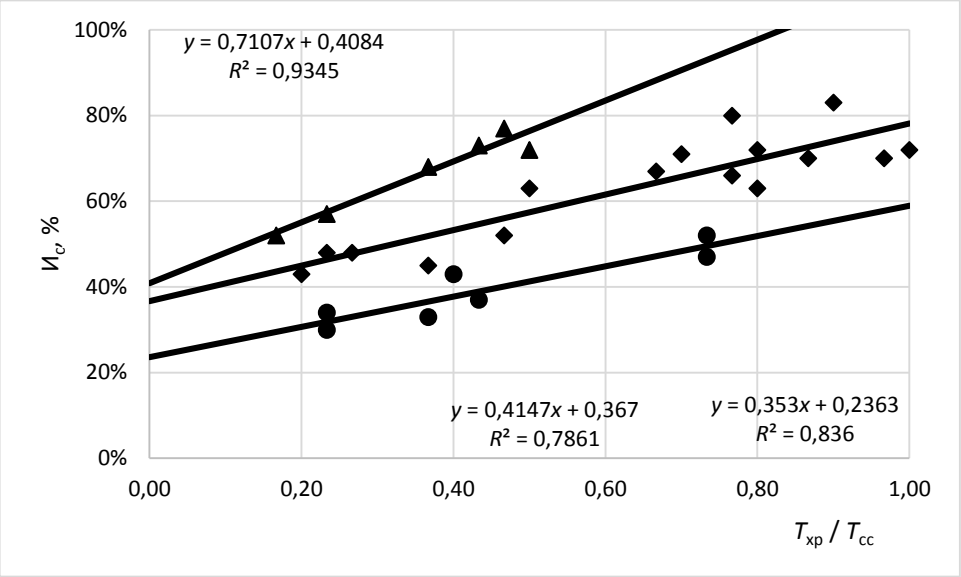

Рис. 8. Зависимость износа металлорежущих станков от относительного возраста (данные [9])

Выполненный автором настоящей публикации регрессионный анализ рыночных данных из [11] позволил получить зависимости, приведенные в табл. 2.

Таблица 2. **Регрессионные зависимости для расчета износа с учетом возраста и состояния**

Градация состояния	Зависимость
По баллам	$И_с = 0{,}787 + 0{,}385\times(T_{хр}/T_{сс}) - 0{,}013\times Балл$
По $И_{табл\text{-}средн}$	$И_с = 0{,}077 + 0{,}395\times(T_{хр}/T_{сс}) + 0{,}627\times И_{табл\text{-}средн}$
По $(1 - И_{табл\text{-}средн})$	$И_с = 0{,}704 + 0{,}395\times(T_{хр}/T_{сс}) - 0{,}627\times(1 - И_{табл\text{-}средн})$

Используя данные табл. 1 и приведенные в табл. 2 зависимости (при $T_{хр} = 0$), можно рассчитать корректирующие коэффициенты относительно хорошего (типичного рыночного) состояния. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3. **Результаты расчета корректирующих коэффициентов**

Состояние	Расчет по соотношению табличных значений		Расчет по соотношению значений (1 – $И_{расч}$) по зависимостям из Табл. 2		
	(1 – $И_{табл\text{-}средн}$)	Баллов	По баллам	По $И_{табл\text{-}средн}$	По (1 – $И_{табл\text{-}средн}$)
Очень хорошее	1,20	1,25	1,18	1,12	1,12
Хорошее	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Удовлетворительное (среднее)	0,70	0,75	0,82	0,82	0,82
Условно пригодное (посредственное)	0,40	0,50	0,64	0,63	0,63
Неудовлетворительное (плохое)	0,19	0,25	0,46	0,51	0,51

Анализ данных табл. 3 позволяет сделать вывод, что прямой пересчет по градациям состояний, приведенным в табл. 1, дает заниженный результат по сравнению с рыночными данными по обесценению металлорежущих станков. Предположительно, корректирующие коэффициенты, определенные по рыночным данным для станков, могут применяться и для других МиО.

Рекомендации

При разработке рекомендаций по использованию приведенных выше зависимостей для расчета износа необходимо определиться с тем, какие МиО относятся к приносящим прибыль, а какие — к не приносящим. В первом случае износ изменяется в соответствии экспоненциальной кривой, во-втором — в соответствии с линейной или логистической зависимостями.

Рассмотрим узко специализированные МиО, например, машину по производству гвоздей. Казалось бы, все очень просто. Машина производит конечную продукцию, стоимость которой известна, а следовательно, известна валовая выручка. Известна также стоимость исходных материалов, которую можно вычесть. А дальше начинается неопределенность, катастрофически снижающая точность наших расчетов. Дело в том, что строить бизнес на использовании только одной машины нецелесообразно. Обычно в подобном бизнесе одновременно используются и другие сходные машины, например, по производству саморезов, резьбовых элементов (винтов, гаек) и т. п. Станки размещены в цеху, который стоит на земле. Следовательно, собственник несет операционные расходы в рамках всего бизнеса, точность учета которых крайне низка, да и как их распределить на отдельно взятый станок. На практике учет доходов ведется на уровне бизнеса по всем видам продукции. Если какая-то продукция приносит недостаточную прибыль, то она обычно изымается из производства, а ставшая не нужной машина продается. В отношении отдельно взятой машины на предприятии учитывается лишь расход ресурса, поскольку после его полного расходования потребуется замена такой машины или капитальный ремонт. При продаже подобных машин на рынке потенциального покупателя интересует не доход, полученный от этой машины в прошлом, а израсходованный и оставшийся ресурс. Следовательно, износ как меру обесценения для таких объектов нужно рассчитывать, как для бесприбыльных объектов.

Рассмотрим универсальные МиО, например, дорожно-строительную технику: бульдозеры, грейдеры, дорожные катки и т. п. Указанная техника наиболее часто используется в бизнесе по строительству дорог. При этом, чтобы получить конечный доход, необходимо использовать весь парк строительной техники, который проблематично распределить между отдельными машинами. Далее возникают проблемы, описанные выше, с определе-

нием и распределением операционных расходов собственника. Если попытаться в этом случае определить чистый доход принесенный, например, дорожным катком, то результат будет крайне условным. Если в качестве варианта получения доходов от дорожного катка рассматривать сдачу его в аренду, то такие объекты обычно сдаются в почасовую или посуточную аренду, и часто с водителем. Поэтому помимо проблем с определением операционных расходов, которые несет собственник по содержанию катка, возникает вопрос о том, сколько часов или суток в году каток сдается в аренду. То есть и в этом случае ценообразование такой техники на вторичном рынке ориентировано на остаточный ресурс объекта, а не на его доходность.

Достаточно часто встречаются универсальные технологические линии, которые состоят из парка отдельных машин, например, полиграфических. В этом случае конфигурация таких линий может существенно различаться и ее стоимость зависит от состава конкретного парка машин. Поскольку в общем случае каждая машина в составе линии обладает разным остаточным ресурсом и может продаваться на рынке по отдельности, то привязка каких-либо доходов к конкретной машине представляется не оправданным. Следовательно, такие объекты также следует рассматривать как бесприбыльные.

Большинство перечисленных выше МиО, за исключением изготовленных на заказ, имеют вторичный рынок, поэтому при использовании линейных зависимостей для бесприбыльных объектов следует учитывать износ вторичности. Как правило, эти объекты подвержены капитальному ремонту, который также может быть учтен. Эти объекты могут иметь различное состояние, которое влияет на их стоимость и также подлежит учету.

Характерно, что при оценке рыночной стоимости МиО в смонтированном состоянии, износ начисляется только на сам объект, без учета затрат на монтаж и пусконаладку. Это объясняется тем, что альтернативой оцениваемому объекту является приобретение подержанного объекта на вторичном рынке и его последующий монтаж. Очевидно, что их стоимость в смонтированном состоянии должна быть одинакова. Если смонтированный объект подлежит продаже с перемещением, то из полученной рыночной стоимости МиО дополнительно вычитают затраты на демонтаж. При оценке стоимости смонтированного МиО в составе основных средств предприятия в рамках оценки рыночной стоимости бизнеса основные средства рассматривают как объекты, подлежащие замещению, поэтому износ начисляется на суммарную стоимость объекта с учетом затрат на монтаж [13], поскольку фактически определяется ценность основных средств для конкретного бизнеса (подобие инвестиционной стоимости).

Типичными МиО, которые периодически подвергаются плановым ремонтам, являются подвижной состав железных дорог и линейные объекты инфраструктуры (различные сети). Для определения износа таких объектов рекомендуется использовать линейные зависимости с учетом плановых ремонтов. Вместе с тем отдельные объекты инфраструктуры (например, теплотрассы с замененными участками) могут рассматриваться как многоэлементный объект с элементами (участками) разного хронологического возраста.

Автотранспортные средства, принадлежащие физическим лицам, обычно не используются для извлечения прибыли. Если такие объекты используются в рамках какого-то бизнеса, выделение части дохода, которую можно отнести к автотранспортным средствам, представляется достаточно сложной задачей. Поэтому для определения их износа применяются преимущественно линейные зависимости. В связи с наличием у автотранспортных средств приборов регистрации интенсивности их эксплуатации (одометров) интегральный коэффициент использования таких объектов принято учитывать пробегом. Эти объекты также подвержены износу вторичности. С учетом отмеченных особенностей методы расчет износа таких объектов требуют отдельного рассмотрения.

Некоторые МиО могут представлять собой бизнесобразующую единицу. К таким МиО относятся технологические линии, выпускающие конечную продукцию. Очень часто такие линии не представлены на рынке как единый объект, а монтируются непосредственно на предприятии из типовых элементов, т. е. представляют собой специализиро-

ванное оборудование[5]. Демонтаж таких объектов с сохранением функциональных возможностей крайне затруднен. Поэтому такие объекты обычно продаются без перемещения.

Если такие объекты стоят на балансе как единый технологический комплекс, то для определения износа объекта в целом следует использовать экспоненциальную зависимость. При этом необходимо учитывать плановые ремонты по поддержанию таких МиО в работоспособном состоянии.

Если такие МиО стоят на балансе как совокупность отдельных составных частей, то следует рассматривать его как многоэлементный объект. При этом каждая составная часть может иметь свой срок службы и периодичность плановых ремонтов. Поскольку отдельная составная часть не может приносить доход, для них используются линейные зависимости расчета износа без учета износа вторичности, так как при их замене обычно приобретаются новые объекты.

Морские суда также можно рассматривать как бизнесобразующую единицу, так как рынок их фрахтовки достаточно развит. Поэтому экспоненциальные зависимости также могут применяться для расчета усредненного износа (обесценения) таких объектов, например, метод модифицированного срока жизни. В [14] показано, что экспоненциальной зависимостью в среднем описывают износ (обесценение) морских танкеров, если в качестве ценового параметра рассматривать удельную стоимость. В [15] на основе выборки рыночных цен большого объема была предложена двухфакторная зависимость определения износа для стоимости морских грузовых судов в целом. Вместе с тем особенность таких объектов состоит в том, что они проходят обязательные периодические обследования и средний ремонт для включения в Регистр. В связи с этим их рыночная стоимость подвержена изменениям в зависимости от того, на каком этапе эксплуатации они находятся. Кроме того, эти объекты состоят из совокупности основных элементов (корпус, главный двигатель, радиотехническое оборудование и др.), каждый из которых имеет свой срок службы и межремонтные сроки. Поэтому все эти особенности требуют отдельного и детального рассмотрения.

Итоговые рекомендации сведены в табл. 4.

Таблица 3. **Рекомендации по использованию зависимостей определения износа**

Объект	Номера зависимостей
Универсальные МиО	(13), (18), (21), (22)
Узкоспециализированные МиО	(13), (18), (21), (22)
Строительная техника	(13), (18), (21), (22)
Универсальные технологические линии	(13), (14), (18), (21), (22)
Подвижной состав железных дорог	(13), (18), (21), (22), (24)
Линейные объекты инфраструктуры	(13), (14), (22)
Специальное оборудование, представляющее собой бизнес-единицу	Объект в целом: (11), (12), (23) элементы объекта: (5), (7), (13), (14), (22)

[5] П. 14 ФСО № 10.

Заключение

С системных позиций рассмотрены вопросы определения износа. Показано, что технический и экономический взгляд на физический износ несколько различаются.

Предложены зависимости для расчета износа МиО, приносящих прибыль, и бесприбыльных объектов.

Показано, каким образом при расчете износа можно учесть предельную величину износа, внешнее устаревание в связи с переходом на вторичный рынок, плановые и капитальные ремонты.

Определены корректирующие коэффициенты, учитывающие различие в техническом состоянии объектов.

Разработаны рекомендации по применению расчетных зависимостей для определения износа применительно к разным МиО.

Литература

1. Оценка машин и оборудования: учебник / А.П. Ковалев, А.А. Кушель, И.В. Королев, П.В. Фадеев; под ред. М.А. Федотовой. М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011.
2. Ковалев А.П. Износ машин и оборудования: проблемы определения при стоимостной оценке. М.: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2013.
3. Оценка машин и оборудования / Комитет по машинам и специальному техническому оборудованию Американского общества оценщиков / пер. с англ. Бюро переводов РОЙД. М.: ИД «Квинто-Консалтинг», 2010.
4. Лейфер Л.А., Кашникова П.М. Определение остаточного срока службы машин и оборудования на основе вероятностных моделей // Имущественные отношения в РФ. 2008. № 1 (76) С. 66–79.
5. Мышанов А.И., Рослов В.Ю. Модифицированный метод сроков жизни для расчета износа оборудования // Вопросы оценки. 2007. № 2. С. 64–68.
6. Справочник расчетных данных для оценки и консалтинга СРД № 23 / под ред. Е.Е. Яскевича. М.: ООО «НЦПО», 2018.
7. Фоменко А.Н. Метод определения степени снижения стоимости движимого имущества после продажи на первичном рынке // Вопросы оценки. 2010. № 1. С. 53–57.
8. Справочник оценщика машин и оборудования. Корректирующие коэффициенты и характеристики рынка машин и оборудования / под ред. Л.А. Лейфера. Н. Новгород: Приволжский центр методического и информационного обеспечения оценки, 2015.
9. Методические рекомендации для судебных экспертов. Исследование автомототранспортных средств в целях определения стоимости восстановительного ремонта и оценки. М.: ФБУ РФРЦСЭ при Минюсте России, 2013.
10. Ковалев А.П. Оценка стоимости активной части основных фондов: учебно-методич. пособие. М.: Финстатинформ, 1997.
11. Быкова В., Ковалев А. Как оценить износ оборудования. URL: http://www.appraiser.ru/default.aspx?SectionId=186&Id=912&mode=doc (дата обращения 12.12.2018).
12. Ковалев А.П., Кушель А.А., Королев П.В. и др. Практика оценки стоимости машин и оборудования: учебник / под ред. М.А. Федотовой. М.: Финансы и статистика, 2005.
13. Фоменко А.Н. Алгоритм оценки машин и оборудования для разных целей оценки // Вопросы оценки. 2015. № 4. С. 10–13.
14. Локтионов А.Н. Прогнозные рыночные цены на судно проекта RST54 на период 2014–2022 гг. СПб: Городской центр оценки, 2014.
15. Смоляк С.А. Оценка обесценения морских грузовых судов // Имущественные отношения в РФ. 2016. № 8 (179). С. 76–90.

***Фоменко Александр Никифорович*, e-mail: anf-ocenka@mail.ru**

(Опубликована в Вопросы оценки №4 2018, стр. 18-36)