

# Техника оценки машин и оборудования

## ОСОБЕННОСТИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ КАК ОБЪЕКТОВ ОЦЕНКИ

Можно выделить следующие особенности оценки машин и оборудования (МО):

- *многообразие наименований, видов, модификаций МО* — только отраслевые перечни исчисляются сотнями тысяч наименований изделий и, соответственно, число производителей МО также велико, что приводит к широкому разбросу цен на одно и то же изделие;
- *технический прогресс* не только изменяет технологию изготовления и вид МО, но и их функциональное назначение. Функциональное устаревание имеет тенденцию ускоренного роста, время от времени происходят "технические революции", которые приводят к радикальному изменению потребительских приоритетов;
- *идентификация и локализация денежного потока*, приходящегося на МО как на составную часть бизнеса, часто затруднена в силу сложной структуры производственного цикла.

Следствиями этих особенностей являются:

- многовариантность исполнения МО с одним и тем же функциональным назначением;
- большая номенклатура составляющих элементов изделий (деталей, узлов, агрегатов);
- большой объем базы данных для автоматизированной оценки;
- низкая сходимость результатов при определении среднего уровня цен;
- относительно короткий жизненный цикл изделий и влияние его этапов на ценообразование;
- динамичное и радикальное изменение стоимости с течением времени;
- значительные затраты на поддержание актуальности информационной базы данных;
- влияние на стоимостную оценку сопутствующих затрат (транспортировка, таможенные пошлины, установка, пуско-наладка, ремонт, ЗИП и пр.);
- проблема точности и взаимозаменяемости запасных частей при ремонте;
- большие различия между аналогами импортного и отечественного производства;
- взаимосвязь между МО в производственном цикле;
- сложность прогнозирования денежных потоков;
- необходимость учета требований экологии и безопасности эксплуатации.

Наряду с основными особенностями существует ряд отличий оценки МО по сравнению с оценкой других видов собственности. Например, по сравнению с оценкой объектов недвижимости здесь нет таких обобщающих технико-экономических показателей, как стоимость 1 погонного метра, 1 м<sup>2</sup>, 1 м<sup>3</sup> здания (сооружения, передаточного устройства). В отличие от объектов интеллектуальной собственности, производство МО строго регламентируется ГОСТ, техническими условиями и другими нормативно-техническими документами.

Совокупность особенностей и отличий оценки МО определяет приоритеты в выборе методов оценки с точки зрения получения максимально достоверного результата оценки.

Жизненный цикл МО относительно даты оценки состоит из прошлого, настоящего и будущего. Именно этот взгляд на объект оценки лег в основу определения подходов к оценке: затратный подход, описывающий историю создания объекта оценки; сравнительный подход, рассматривающий ситуацию на рынке на дату оценки; доходный подход, прогнозирующий экономическую эффективность дальнейшего использования объекта оценки. Эта основополагающая теория оценки формализуется в виде следующего уравнения:

$$\text{затратный подход (ЗП)} \quad \text{сравнительный подход (СП)} \quad \text{доходный подход (ДП)}$$

$$\sum_{k=1}^m C_k i_k \square \text{СИ} \pm \text{УС} = \sum_{j=1}^g C_{aj} P_j / \sum_{j=1}^g P_j = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧДП}_t}{(1+r)^t} + \frac{C_p}{(1+r)^n}, \quad (1)$$

в котором в левой части определяются затраты на создание объекта оценки с учетом совокупного износа (СИ) и утилизационной стоимости (УС), в средней части уравнения определяется средневзвешенная стоимость объекта оценки на рынке и в правой части — текущая стоимость чистых денежных потоков (ЧДП<sub>t</sub>) от эксплуатации объекта оценки с учетом его постпрогнозной продажи (C<sub>p</sub> — стоимость “реверсии”). В формуле (1) приняты следующие обозначения: C<sub>k</sub> — исторические стоимости затрат на дату k; i<sub>k</sub> — отраслевой индекс инфляции за период от k-го года до даты оценки; m — дата начала изготовления объекта оценки (первые инвестиции); C<sub>aj</sub> — стоимость j-го аналога на рынке; p<sub>j</sub> — выборка j-х аналогов; g — число аналогов на рынке; n — время будущей жизни объекта оценки; r — ставка (норма) дисконтирования; t — номер прогнозного периода.

Достоверность исходной информации и методы моделирования оценочной ситуации определяют сходимость результатов оценки, т.е. достоверность обоснованной стоимости. Схематично это можно изобразить в виде графиков (рис. 1).

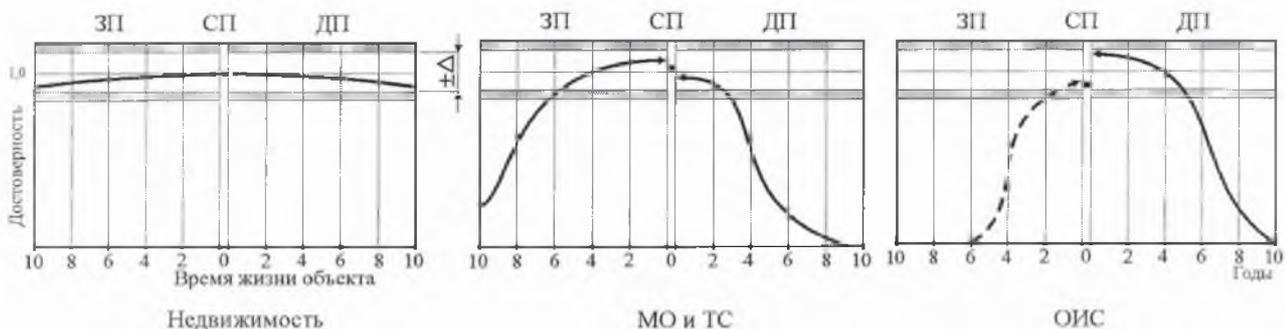


Рис. 1. Достоверность оценок:

ЗП, СП, ДП — затратный, сравнительный, доходный подходы, соответственно;  
 1,0 — “абсолютно” достоверный результат; ±б — допустимая погрешность оценки;  
 0 — дата оценки

В силу своей инертности рынок недвижимости наиболее стабилен, в то время как МО имеют легко воспроизводимую историю создания и труднопредсказуемое будущее вследствие влияния технического прогресса и локального участия в бизнесе. Для объектов интеллектуальной собственности (ОИС) трудно идентифицировать затраты на их создание, трудно найти аналоги на рынке, основное представление об их стоимости дают будущие выгоды. Таким образом, особенности и отличия оценки различных видов собственности определяют зависимость достоверности оценки от времени жизни объекта оценки, а также наиболее эффективные методы оценки.

Из сказанного следует, что наиболее достоверными для оценки МО будут методы затратного и сравнительного подходов, однако это не означает, что доходным подходом можно пренебречь.

Использование методов оценки доходного подхода *обязательно* при проведении полноценной оценки МО, при этом необходимо обосновать прогнозную модель с точки зрения долевого участия объектов оценки в бизнесе, особо уделяя внимание ее достоверности.

## ИЗНОС, УСТАРЕВАНИЕ, ОБЕСЦЕНЕНИЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

В рамках общей теории оценки машин и оборудования (затратный, сравнительный и доходный подходы) разработан ряд методов оценки. Центральное место во всех этих методах занимает идентификация фактического состояния объектов оценки, которое характеризуется потерей первоначальной стоимости, или *обесценением* вследствие их эксплуатации. Обесценения МО характеризуется понятиями *износ* и *устаревание*, а его величина оценивается *совокупным износом*.

Совокупный износ машин или оборудования, рассматриваемый в оценочной практике как фактор их обесценения, традиционно разделяют на три составляющие: физический износ, функциональное устаревание и внешнее (экономическое) устаревание. Каждый из этих видов износа (устаревания) делят на *устранимый*, допускающий экономически оправданное физическое восстановление объекта, и *неустранимый*, т.е. такой, устранение которого либо технически невозможно, либо экономически не оправдано.

В теории и практике оценочной деятельности термин “износ” употребляется как экономическое обесценение или устаревание, характеризующее потерю с течением времени первоначальной или восстановительной стоимости объекта оценки, а понятие “износ” используется в качестве инструмента для количественной оценки экономического обесценения объекта как технический термин, определяющий степень потери первоначальных потребительских свойств объекта.

**Физический износ.** Обесценение машины или оборудования вследствие физического износа не всегда напрямую связано с аналогичным техническим понятием. Например, обесценение объекта, связанное с ухудшением внешних и вспомогательных конструктивных элементов (товарный вид, защитные свойства покрытий и др.), в большинстве случаев не определяется стоимостью устранения этих недостатков. Аналогичная ситуация складывается при измерении различных технических параметров оборудования и определении реального износа его узлов, деталей.

На практике физический износ часто связывают пропорциональной зависимостью с ухудшением важнейших производственных показателей объекта оценки: отработанным ресурсом, снижением производительности и т.п., т.е. определяют косвенным методом.

**Функциональное устаревание (обесценение)** связывают с потерей стоимости машин, оборудования вследствие появления более прогрессивных изделий и технологий. Частота смены поколений техники и технологий непрерывно возрастает, модернизация действующего оборудования снижает потери от функционального устаревания (устранимое функциональное устаревание). В случаях, когда в рамках новой технологии оборудование становится ненужным либо когда модернизацией невозможно добиться совершенства, сопоставимого с современными аналогами, имеет место неустранимое функциональное устаревание.

В отличие от физического износа, который носит абсолютный характер, функциональное устаревание всегда относительно.

Расчет обесценения в результате функционального устаревания может быть осуществлен прямым методом по разнице эксплуатационных затрат, инвестиционных издержек и т.п. между действующим (оцениваемым) оборудованием и современным аналогом и/или косвенным методом — по результатам сравнения технико-экономических показателей (производительность, функциональные возможности и т.п.)

**Внешнее (экономическое) устаревание (обесценение)** проявляется в потере стоимости машин и оборудования вследствие действия социально-экономических, экологических, политических и других внешних факторов. Локальное экономическое обесценение может быть временным (краткосрочным), что может быть расценено как устранимое, и постоянным (долгосрочным) — по аналогии с вышеуказанными понятиями — неустранимым.

Расчет экономического обесценения ведется в относительном виде по удельному весу действия внешнего фактора на потерю части прибыли, получаемой от использования объекта оценки, либо по снижению цен на оборудование в результате действия внешних факторов.

**Расчет физического износа (обесценения).** Как правило, оборудование состоит из большого количества деталей и узлов, которые работают в своих специфических условиях и имеют свой индивидуальный характер износа (усталость, фреттинг-коррозия, термоциклические нагрузки и т.д., и т.д.). Поэтому модели расчета физического износа, базирующегося на максимально точном опи-

сании частных составляющих износа, значительно усложняют расчеты, но, за исключением отдельных случаев, не приводят к адекватному повышению точности конечного обобщенного результата.

Полагая, что точности расчетов отдельных составляющих совокупного износа должны быть соизмеримыми, воспользуемся линейной моделью физического износа, идея которой основана на равномерной потере качественных (потребительских) параметров оборудования в течение физического срока службы при нормальных условиях эксплуатации (нормативная загрузка оборудования, своевременный ремонт и обслуживание, нормальные условия жизнеобеспечения и т.п.). При этом отклонения от нормальных условий эксплуатации учитываются поправочными коэффициентами.

**Расчет физического устранимого износа (ФИ<sub>у</sub>).** В основе метода расчета физического устранимого износа лежит понятие ремонтосложности (табл. 1) и соответствующие ему годовые нормы затрат на капитальные и текущие ремонты (табл. 2),

$$ФИ_u = \frac{K_{т/р} N_3 P_{сл} n}{ПВС_t} \quad (2)$$

Здесь  $K_{т/р}$  — отраслевой индекс инфляции на дату оценки по отношению к году, в котором были опубликованы годовые нормы затрат на капитальные и текущие ремонты  $N_3$  (руб.), соответствующие единице ремонтосложности  $P_{сл}$ ;  $n$  — число лет эксплуатации (физический возраст оборудования);  $ПВС_t$  — полная восстановительная (или первоначальная) стоимость оборудования на дату оценки. Случаи капитального ремонта и модернизаций, увеличивающие расчетный срок службы оборудования, должны рассматриваться отдельно.

**Расчет физического неустраняемого износа (ФИ<sub>н</sub>).** Наглядное представление о динамике накопления неустраняемого физического износа дает рис. 2. На основании принятой линейной модели физического износа (ФИ) определяется формула для его расчета. При этом в формуле расчета неустраняемого физического износа (ФИ<sub>н</sub>) фактическая интенсивность эксплуатации учитывается коэффициентами загрузки оборудования ( $K_3$ ), в то время как другие отклонения от нормальных условий эксплуатации носят индивидуальный характер и в общей постановке задачи не рассматриваются.

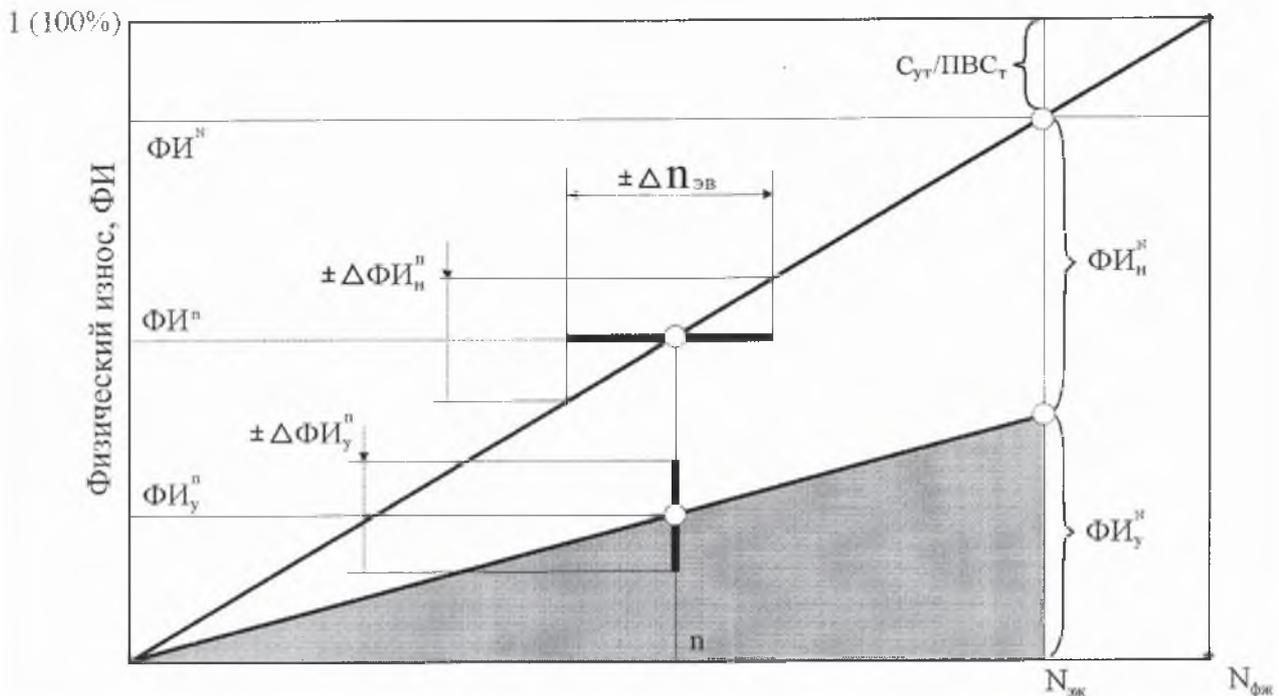


Рис. 2. Линейная модель физического износа:  
 $\pm 6 ФИ_n^n$ ,  $\pm 6 n_{эв}$  — поправка на интенсивность эксплуатации, эффективный возраст;  
 $\pm 6 ФИ_u^n$  — поправка на регламентное обслуживание

Коэффициент загрузки оборудования определяется произведением коэффициента сменности  $K_{см}$  на коэффициент внутрисменного использования  $K_{ви}$ :  $K_3 = K_{см} \cdot K_{ви}$ . Нормативные коэффици-

енты сменности и внутреннего использования металлорежущего оборудования представлены в табл. 3.

Таблица 1. Ремонтосложность станков с устройством ЧПУ

Типы станков	Масса станка, т	Основные технические параметры	Ремонтосложность	
			механической части	электротехнической части
Токарно-карусельные, одностоечные	16–36	Диаметр заготовки 1250–1600 мм	35–50	45–50
Токарно-карусельные, двухстоечные	36–100	Диаметр заготовки 2500–4000 мм	46–93	51
Токарные патронно-центровые	2,7–5,4	Диаметр заготовки до 400 мм	11–18	17–22
Токарные	5,0–7,0	Диаметр заготовки до 630 мм	13,5–14,5	21–39
Токарно-винторезные	46–112	Диаметр заготовки 1250–2000 мм	50–87	–
Токарные многолезцовые полуавтоматы	4,5–6,0	Диаметр заготовки до 250 мм	13–15	46
Токарные патронные	3,0	Диаметр заготовки до 200 мм	12,5	26
Токарный полуавтомат с инструментальным магазином	6,5	Диаметр заготовки до 250 мм	20,5	46
Токарные центровые полуавтоматы	10–13	Диаметр заготовки до 320 мм	32–34	40
Токарные центровые полуавтоматы	5,0–5,5	Диаметр заготовки до 630 мм	14,5–15	31
Лоботокарные патронные полуавтоматы повышенной точности	8,0	Диаметр заготовки до 630 мм	18,5	33
Вертикально-сверлильные	1,72	Диаметр заготовки до 18 мм	11,5	47
Вертикально-сверлильные с револьверной головкой, крестовым столом	2,5	Диаметр заготовки до 35 мм	13–21	31
Радиально-сверлильные с накладным крестовым столом	7,0	Диаметр заготовки до 50 мм	16	21
Горизонтально-расточные	12,8–32,5	Размер стола 800· 900–1600· 1800 мм	33–73	16,5–55
Горизонтально-фрезерные сверлильно-расточные	6,5	Размер стола 400· 500–630· 800 мм	37–56	62
Горизонтально-расточные	33,5–152,0	Диаметр шпинделя 125–220 мм	53–148	–
Круглошлифовальные полуавтоматы	6,5	Диаметр· длина 400· 2800 мм	20	–
Электрохимические шлифовальные	3,3–4,3	Диаметр· длина 160· 400–320· 630 мм	21–33	–
Профилешлифовальные	2,4	200· 80 мм	10,5	–
Вертикально-контурно-шлифовальные полуавтоматы	9,0	Обрабатываемая плоскость 500· 1000 мм	35	40
Вертикально-фрезерные	4,5–6,9	Обрабатываемая плоскость 400· 1600 мм	15–115	19–21
Вертикально-фрезерные полуавтоматы	3,0–4,0	Обрабатываемая плоскость 320· 800–250· 630 мм	12–15	7,5
Горизонтально-фрезерные для объемной обработки	10,5	Обрабатываемая плоскость 630· 1250 мм	47	–
Вертикально-фрезерные консольные	3,0–10,5	Обрабатываемая плоскость 250· 1000–500· 1000 мм	11,5–25	11–20
Продольно-фрезерно-расточные	39,0–46,5	Ширина стола 800–1000 мм	64–71	–
Строгально-фрезерные, комбинированные	113,5	Размеры стола 2000· 6300 мм	157	–
Многооперационные	11,5	Ширина стола 500 мм	33	–
Электроэрозионные	1,5–4,4	Размеры стола 400· 630 мм	9–21	–

Таблица 2. Нормативы затрат на ремонт и техническое обслуживание металлорежущих станков (кроме электронных устройств ПУ)

Металлорежущие станки		Ремонт	Годовые затраты на единицу ремонтосложности, руб., '90, при продолжительности ремонтного цикла, лет			
			4	8	12	15
Массой до 10 т с ручным управлением	Механическая часть	Капитальный	26,2	13,1	8,7	7
		Текущий	7,5	3,8	2,5	2
		Техническое обслуживание	17,5	16,7	16,4	16,3
	Электротехническая часть	Капитальный	6,2	3,1	2,1	1,7
		Текущий	1,6	0,8	0,5	0,4
		Техническое обслуживание	4,8	4,4	4,2	4,2
Массой до 10 т с ЧПУ	Механическая часть	Капитальный	27,4	13,7	9,1	7,3
		Текущий	7,8	3,9	2,6	2,1
		Техническое обслуживание	17,2	16,3	16	15,9
	Электротехническая часть	Капитальный	6,2	3,1	2,1	1,7
		Текущий	1,6	0,8	0,5	0,4
		Техническое обслуживание	5,2	4,7	4,5	4,5
Массой 10–100 т, включая станки с ЧПУ	Механическая часть	Капитальный	30	15	10	8
		Текущий	12,7	6,3	4,2	3,4
		Техническое обслуживание	19,3	18,1	17,8	17,5
	Электротехническая часть	Капитальный	6,5	3,2	2,2	1,7
		Текущий	2	1	0,6	0,5
		Техническое обслуживание	5,3	4,8	4,6	4,5
Массой свыше 100 т, включая станки с ЧПУ	Механическая часть	Капитальный	36,9	18,5	12,3	9,8
		Текущий	24,9	12,4	8,3	6,6
		Техническое обслуживание	21,5	19,2	18,4	18,1
	Электротехническая часть	Капитальный	6,5	3,2	2,2	1,7
		Текущий	2,4	1,2	0,8	0,6
		Техническое обслуживание	5,6	4,9	4,6	4,6
С малой ремонтосложностью ( $\mathcal{R}_m \leq 4$ )	Механическая часть	Капитальный	16,7	8,4	5,6	4,5
		Текущий	1,4	0,7	0,5	0,4
		Техническое обслуживание	16,4	15,8	15,6	15,5
	Электротехническая часть	Капитальный	5,9	3	2	1,6
		Текущий	1,5	0,9	0,5	0,4
		Техническое обслуживание	4,6	4,2	4,1	4

Таблица 3. Значения нормативных коэффициентов

Отрасль, тип производ-ства	Коэффициент сменности, $K_{см}^n$			Коэффициент внутрисменного использования, $K_{в}^n$		
	Всего	Обычные станки	Станки прогрессивных категорий *)	Всего	Обычные станки	Станки прогрессивных категорий *)
Общее машиностроение, в том числе:	1,53	1,42	1,73	0,58	0,51	0,65
основное производство	1,57	1,44	1,75	0,62	0,54	0,65
вспомогательное производство	1,40	1,38	1,56	0,50	0,48	0,59

\*) К станкам прогрессивных категорий относятся: автоматы и полуавтоматы всех технологических групп; многоцелевые станки с ЧПУ; гибкие производственные модули (ГПМ); робототехнические комплексы; специальные, специализированные, агрегатные, тяжелые и уникальные станки; прецизионные станки; автоматические линии.

**Расчет функционального устаревания.** Как отмечалось выше, функциональное устаревание может быть частично (или полностью) устранено путем модернизации, однако этот вопрос обычно решается индивидуально для конкретного оборудования, поэтому функциональное устаревание можно рассматривать как совокупный критерий морально-технологического устаревания, не разделяя его на устранимый и неустранимый. Этот подход обусловлен самим понятием функционального устаревания как относительной величины несовершенства действующего (оцениваемого) оборудования по сравнению с современным аналогом — относительное сравнение двух видов оборудования всегда носит обобщенный характер, а потребность в детализации возникает лишь при решении специальных задач.

На основании изложенного, функциональное устаревание может быть оценено по динамике изменения важнейших потребительских показателей оцениваемого оборудования (одного или нескольких) в процессе технического развития:

$$\Phi У = K_{\Phi} \frac{\Pi_{нов} \square \Pi_{оц} \square^m}{\Pi_{нов}} \frac{C_{оц}}{C_{нов}}, \quad (3)$$

где  $\Pi$  — основной (совокупный) потребительский показатель оборудования;  $C$  — стоимость оборудования, индекс “нов” означает, что оборудование новое, “оц” — оцениваемое.

Если  $C_{нов}/C_{оц} > \Pi_{нов}/\Pi_{оц}$ , рассматривается функциональное соответствие нового и старого оборудования. В том случае, когда стоимость нового оборудования возросла также и за счет дополнительных (новых) функциональных возможностей, в формулу (3) вводят коэффициент функционального соответствия  $K_{\Phi} \geq 1$ , учитывающий различия в сравниваемых объектах. Зависимость между стоимостью и параметрами потребительского показателя определяется с помощью показателя степени  $m$ , который рассчитывается на основе специальных исследований, а также многолетних статистических наблюдений. В табл. 4 представлены данные для расчета функционального устаревания металлообрабатывающего оборудования по динамике роста производительности станков в начале 90-х годов.

Значения показателя  $m$  в формуле (3) по параметру мощности для тракторов — 0,72, для экскаваторов — 0,8, для экструдеров по переработке полимерных материалов — 0,6...0,7 и т.д. [1].

Таблица 4. Функциональный износ оборудования общего машиностроения, %

Возраст оборудования, лет	Станки с ручным управлением (РУ)	Станки с программным управлением (ЧПУ)	Обрабатывающие центры, станочные модули (ОЦ, СМ)	Гибкие производственные системы (ГПС)	Полуавтоматы и автоматы (ПА и А)	Автоматические линии (АЛ)
5	8	16	28	32	12	15
10	17	29	47	—	23	28
15	24	39	—	—	32	39
20	31	47	—	—	41	48
25	37	—	—	—	48	—
30	42	—	—	—	55	—
35	45	—	—	—	60	—
40	48	—	—	—	65	—

**Расчет внешнего устаревания.** Внешнее (экономическое) устаревание может быть оценено прямым методом по снижению цен на оборудование в результате действия какого-либо внешнего фактора, например, снижение цен на автомашины из-за резкого удорожания ГСМ — “устрашимое” экономическое устаревание (временный характер удорожания); снижение цен на оборудование для производства грампластинок в связи с появлением CD — неустранимое экономическое устаревание вследствие научно-технической революции.

Экономическое устаревание также может быть определено по величине потери прибыли вследствие действия внешнего фактора. Структура формулы в этом случае будет следующей:

$$ВУ \sim 6П \cdot 6Об \text{ или } ВУ = k \cdot 6П \cdot 6Об,$$

где 6П — относительная величина потери прибыли;  $k$  — коэффициент пропорциональности; 6Об — относительная доля участия оборудования в создании продукта.

Несколько примеров:

1) Дополнительные налоги, эмбарго:

$$ВУ = \frac{6Н}{П} n_1 \frac{Об}{C_{ст}}, \quad (4)$$

где 6Н — потеря прибыли и П — прибыль за год (месяц); Об — доля участия оцениваемого оборудования в создании продукта (прибыли),  $C_{ст}$  — себестоимость продукции;  $n_1$  — количество лет (месяцев) действия фактора.

2) Демпинговые цены конкурентов на продукцию, производимую с помощью оцениваемого оборудования:

$$ВУ = \frac{Ц_{рын} - Ц_{демп}}{Ц_{рын}} \frac{V_{демп}}{V_{рын}} \frac{Об}{C_{ст}}, \quad (5)$$

где  $Ц_{рын}$ ,  $Ц_{демп}$  — сложившаяся рыночная и демпинговая цены на продукцию;  $V_{демп}$  — объем демпинговой продукции;  $V_{рын}$  — емкость рынка (объем спроса).

3) Изменение спроса вследствие экономических кризисов:

$$ВУ = \frac{П_{нэи} - П_{об}}{П_{нэи}} \frac{Об}{C_{ст}} n_1, \quad (6)$$

где  $П_{нэи}$  — прибыль при наиболее эффективном использовании оборудования,  $П_{об}$  — прибыль от выпускаемой продукции; Об,  $C_{ст}$ ,  $n_1$  описаны выше.

**Расчет совокупного износа.** Суммарные потери стоимости от одновременного влияния различных видов износа определяют по формуле

$$СИ = 1 - (1 - ФИ)(1 - ФУ)(1 - ВУ). \quad (7)$$

Логика такого подхода заключается в том, что при расчете составляющих видов износа используется одна и та же база, поэтому простое сложение  $ФИ + ФУ + ВУ$  будет давать завышенный результат, так как одни и те же факторы могут быть учтены несколько раз.

Практика оценки оборудования подтверждает правильность этого подхода, однако в этих расчетах не учитывается утилизационная стоимость объекта. Окончательная формула расчета совокупного износа должна иметь следующий вид:

$$СИ = 1 - (1 - ФИ)(1 - ФУ)(1 - ВУ) \pm C_{ут}/ПВС_t, \quad (8)$$

где  $C_{ут}$  — стоимость утилизации оборудования с учетом реализационных расходов, обычно рассчитываемая по стоимости металлолома т.е. заменяется “скраповой” стоимостью, знак “+” ставится в случаях, когда за утилизацию необходимо платить;  $ПВС_t$  — текущая полная восстановительная стоимость оборудования.

Реальная картина обесценения машин и оборудования в процессе эксплуатации всегда отличается от принятых моделей. Линейная модель физического износа на практике нарушается такими факторами как: интенсивность эксплуатации, техническое обслуживание, регламентные ремонтные работы, конструктивные доработки, модернизации, поломки из-за неправильной эксплуатации и др. Исключая из этого перечня экстремальные ситуации, поправки на физический износ можно представить следующим образом (рис. 3).

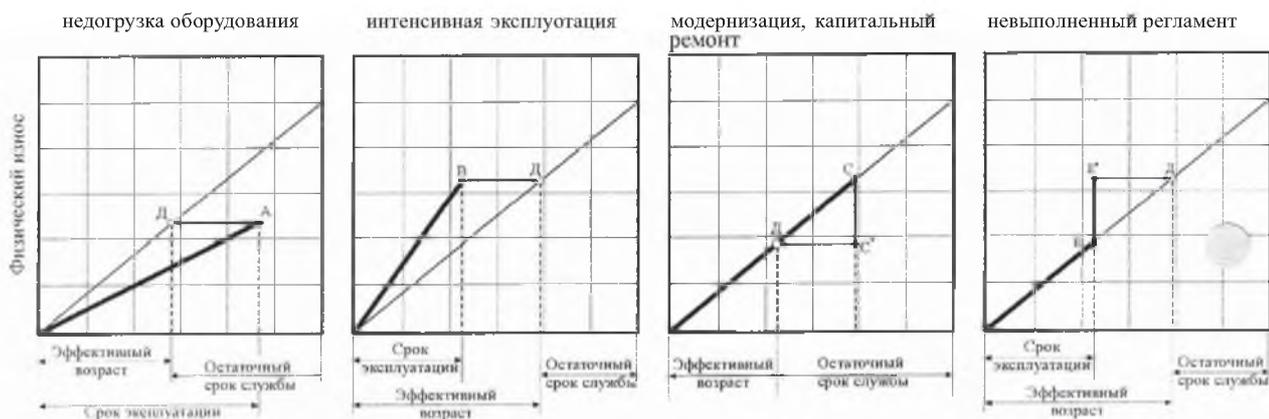


Рис. 3. Поправки, вводимые при расчете физического износа

При массовой оценке машин и оборудования, когда парк объектов оценки насчитывает несколько тысяч единиц (реальная ситуация при оценке среднего промышленного предприятия), допускается определенная формализация в процедуре оценки, которая выражается в осреднении эксплуатационных показателей оцениваемого оборудования. Это обусловлено несколькими причинами: сбор индивидуальной информации по каждому объекту затруднен, объем работ при индивидуальной оценке несоизмеримо выше, чем соответствующее ему увеличение точности оценки и т.д. Упрощение расчетов обесценения машин и оборудования может быть выполнено следующим образом.

Практика оценки показывает, что в большинстве случаев внешнее (экономическое) устаревание отсутствует, т.е. имеет место только физический износ и функциональное устаревание. Эта предпосылка позволяет подготовить исходную информацию для расчета совокупного износа и остаточной стоимости в виде номограмм или таблиц.

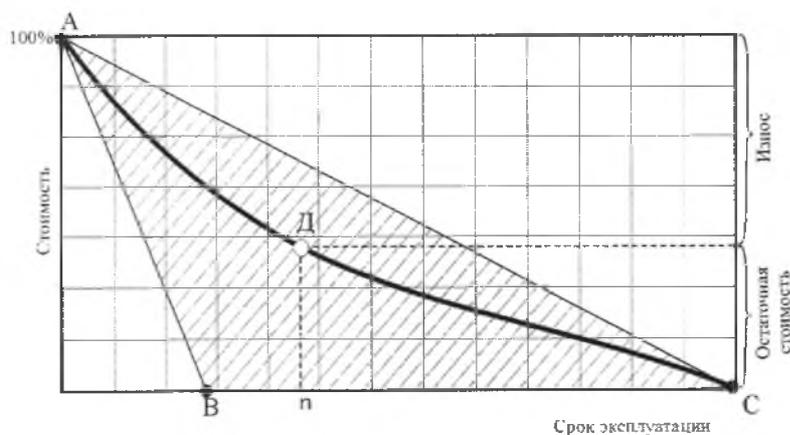


Рис. 4. Распределение остаточной стоимости при массовой оценке

Зависимости остаточной стоимости от срока эксплуатации для различных видов оборудования (рис. 4) лежат в секторе ВАС, внутри сектора можно расположить с определенным шагом семейство номограмм, каждая из которых будет соответствовать определенной группе оборудования.

Реальный срок эксплуатации для подавляющего большинства оборудования лежит в пределах от 6 лет до 40 лет. Для обеспечения 90–95% -ной достоверности расчетов стоимости достаточно разбить технологическое оборудование на 6 групп. Критерием для разбиения оборудования на группы могут служить следующие признаки: *тип оборудования* (оснастка, простое механическое оборудование (ПМО); станки с ручным управлением (РУ), станки с программным управлением (ЧПУ), полуавтоматы (ПА); гибкие производственные системы/линии (ГПС, ГПЛ), обрабатывающие центры (ОЦ), технологические линии (ТЛ), автоматические линии (АЛ), оборудование специального назначения (СН) и уникальное оборудование); *серийность* выпускаемого оборудования; *ресурс*; *ремонтосложность*; *конструктивная сложность*; *конструктивно-технологичес-*

кая сложность; точность и т.д. Между признаками существует корреляционная зависимость, которая позволяет установить величины интервалов изменения параметров признаков для каждой из групп оборудования, а затем построить номограммы совокупных износов, определяемых как  $СИ = 1 - (1 - ФИ)(1 - ФУ)$  внутри каждого интервала. На рис. 5 представлен общий вид номограмм для определения остаточной стоимости в относительном выражении (%), которые получены путем обработки данных по физическому износу и функциональному устареванию в соответствии с группами и признаками, представленными в табл. 6.

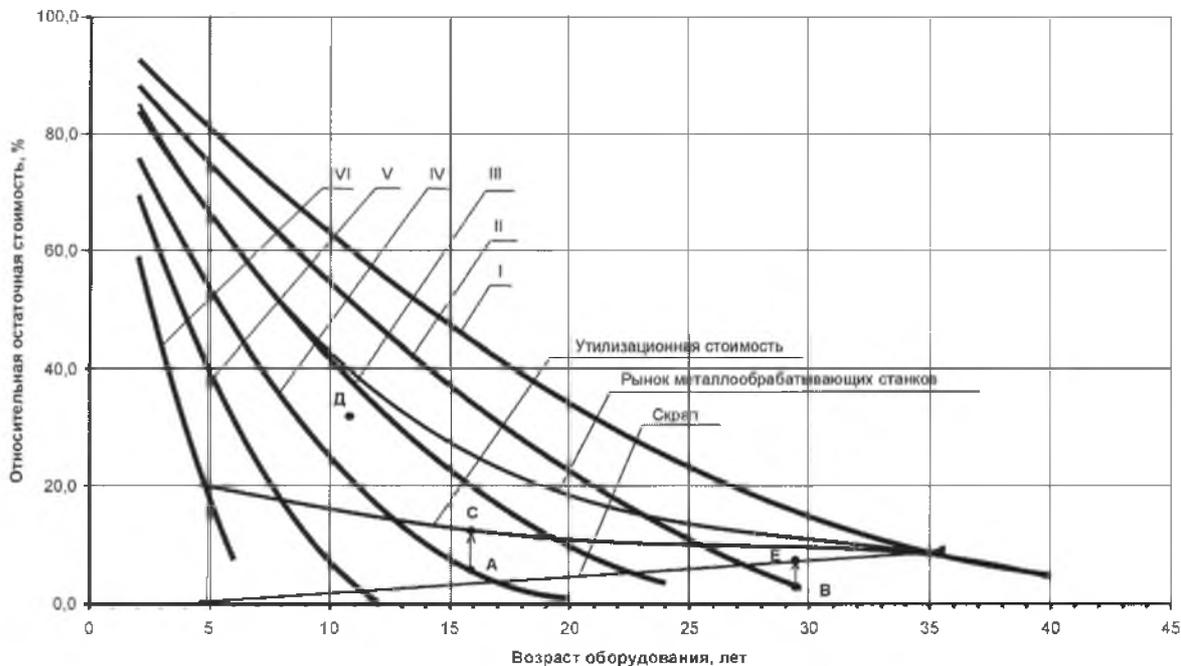


Рис. 5. Остаточная стоимость технологического оборудования в зависимости от группы сложности (I–VI) по физическому и функциональному устареванию

Таблица 6. Характеристики оборудования

Признаки	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Тип оборудования	Оснастка ПМО	РУ	ЧПУ, ПА	ГПС, ОЦ, ТЛ, (АП)	СП	Уникальное
Серийность	Массовое	Крупное	Серийное	Мелкосерийное	Специального назначения	Уникальное
Ресурс, лет	> 35	28–34	22–27	15–21	6–14	< 6
Ремонтопригодность, ед. р-сл.	< 2	20–60	60–110	110–160	160–200	> 200
Конструктивная сложность, число оригинальных узлов	< 10	10–20	20–30	30–60	60–90	> 90
Конструктивно технологическая сложность, ед. к-т сл.	< 10	10–40	40–100	100–180	180–300	> 300
Точность, класс точности	—	Н	П	В	А	С

Внешнее (экономическое) устаревание может быть определено по разнице трендов вторичного рынка до и после воздействия внешнего фактора (рис. 6).

Отнесение оцениваемого оборудования к той или иной группе по совокупности признаков может быть выполнено путем определения средневзвешенного номера группы, если в этом случае оборудование не попадает по своим признакам ни в одну из групп (точка Д на рис. 5), то строят либо вспомогательную номограмму, либо вводят поправку на совокупный износ.

Для оборудования, срок эксплуатации которого близок к нормативному сроку жизни, вводят поправки на утилизационную и скраповую стоимости (точки А и В на рис. 5). Зависимость утилизационной стоимости от срока службы оборудования показана на рис. 5, где начальная точка (20%) соответствует рекомендациям\*, средний участок кривой соответствует ситуации на вторичном

\* Оценка рыночной стоимости машин и оборудования: Уч.-метод. пособие / Под ред. В.М. Рутгайзера. М.: Дело ЛТД, 1998. 240 с.

рынке. Утилизационная стоимость показывает потенциальную возможность получения дохода после окончания срока службы оборудования за счет использования его отдельных узлов и агрегатов по альтернативному назначению. Очевидно, чем сложнее оборудование, тем больше возможностей альтернативного использования составляющих его элементов, и наоборот, чем проще оборудование, тем дольше срок его службы, тем меньше его утилизационная стоимость и больше скраповая.

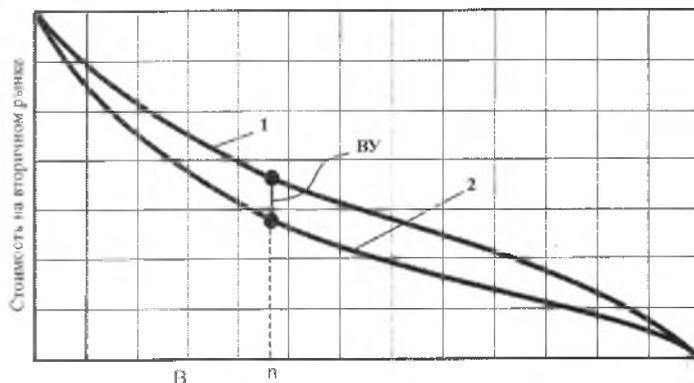


Рис. 6. Определение внешнего (экономического) устаревания по тренду вторичного рынка:  
1 — стабильный рынок; 2 — рынок после воздействия внешних факторов;  
ВУ — внешнее (экономическое) устаревание

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Оценка машин и оборудования состоит из трех важных этапов:

- 1) определение стоимости нового объекта оценки в текущих ценах (полная восстановительная стоимость (ПВС));
- 2) определение совокупного износа за период эксплуатации (обесценение);
- 3) определение итоговой (остаточной) стоимости объекта оценки в его фактическом состоянии.

В зависимости от инструментов оценки, которые используются на этих этапах, формируются *методы оценки машин и оборудования*. Обычно эти методы рассматриваются в рамках одного из подходов (затратного, сравнительного, или доходного) — последовательная, или “горизонтальная” схема оценки. На практике используют также комбинации из различных подходов, например, ПВС определяют на базе сравнения продаж на первичном рынке, а совокупный износ рассчитывают методами затратного подхода. Такая оценка не приводит к серьезным ошибкам, но требует согласования результатов на каждом из этапов — “вертикальная” схема оценки.

Полная восстановительная стоимость объекта оценки может быть определена одним из следующих способов:

- 1) по цене реализации нового объекта заводом-изготовителем, оптовой или торгующей организациями;
- 2) по рыночной стоимости нового аналога;
- 3) путем индексирования первоначальной стоимости по индексам изменения цен или по эквиваленту стабильной валюты;
- 4) по стоимости составляющих элементов (узлов, агрегатов) и стоимости сборочных работ;
- 5) по сметной стоимости затрат на создание объекта оценки в текущих ценах (могут быть детальной либо укрупненная калькуляции);
- 6) по ресурсной смете затрат на изготовление объекта оценки (в нормочасах, машиночасах);
- 7) по скорректированной на основе дефляторов цен основных средств балансовой стоимости;
- 8) на базе экспертной оценки, социологических исследований.

Первые три способа опираются на сравнительный подход, 4-й является комбинацией сравнительного и затратного подходов, 5-й и 6-й отражают затратный подход формирования стоимости, в 7-м способе используют статистические данные, 8-й опирается на мнение экспертов или специальные исследования. Последние два способа имеют наибольшую погрешность оценки и на практике используются крайне редко.

При идентификации объекта оценки ПВС приводят к состоянию, эквивалентному условиям оценки, для этих целей используют корректировку ПВС по следующим составляющим стоимости (статьям сопутствующих расходов):

- по условиям сделки купли-продажи (оферта, уторговывание, скидки и т.д.);
- по месту приобретения (таможенные пошлины и сборы);
- по условиям поставки (транспортные расходы, страхование);
- по производственным условиям (временное хранение, монтаж, пуско-наладочные работы);
- по условиям эксплуатации (шеф-монтаж, обучение персонала, авторский надзор);
- по гарантийным обязательствам (комплектность, ЗИП, ремонт, постгарантийное обслуживание);
- по экологической и эксплуатационной безопасности (сертификация оборудования, оформление паспорта рабочего места).

В зависимости от условий контракта поставки и цели оценки все либо часть перечисленных статей расходов могут быть включены в полную восстановительную стоимость.

Основополагающим критерием формирования метода оценки и отнесения его по определяющим признакам к тому или иному подходу является способ расчета обесценения или совокупного износа. Так, в рамках сравнительного подхода обесценение определяется на основе корреляционно-регрессионного анализа цен МО, обращающихся на рынке, в зависимости от технических параметров, потребительских свойств и возраста объектов оценки. Соответственно, методы оценки сравнительного подхода базируются на данных о сделках на вторичном рынке; на пропорциях, сложившихся на рынке; на пропорциях, сложившихся в отрасли и других косвенных показателях.

Отличительной особенностью всех методов оценки сравнительного подхода является то, что при определении совокупного износа учитываются сразу все факторы, влияющие на обесценение, т.е. совокупный износ заведомо имеет обобщенный характер. В затратном подходе обесценение определяется от обратного: на основе расчета различных видов износа определяется совокупный износ объекта оценки. Эта особенность является основой для формирования затратных методов оценки. И, наконец, для доходного подхода наиболее важным является не накопленный износ, а оставшийся срок эксплуатации оборудования (остаточный ресурс). При определении оставшегося срока эксплуатации МО через накопленный (совокупный) износ данные могут быть взяты как на базе сравнительного подхода, так и на базе затратного подхода.

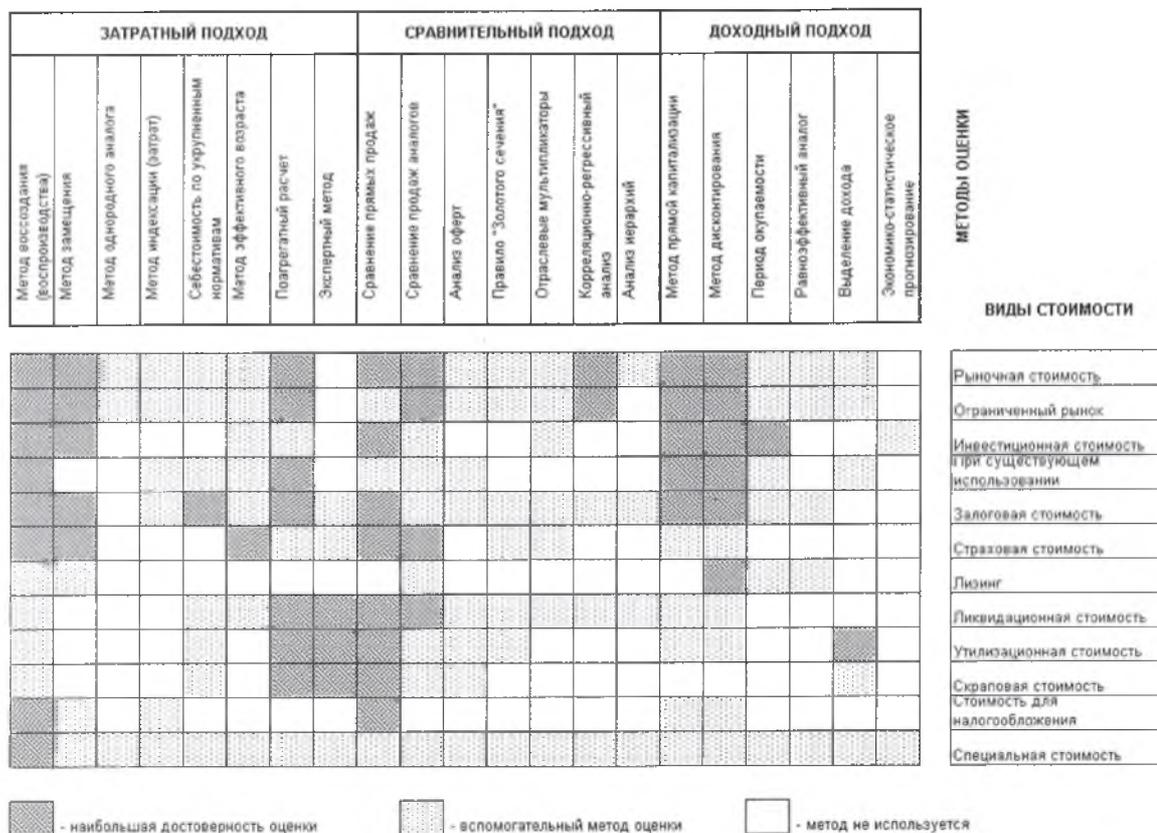


Рис. 7. Структурная схема методов оценки МО

*Метод воссоздания (воспроизводства) (ЗП)* основан на расчете затрат, необходимых для создания точной копии объекта оценки (из тех же материалов, по тем же технологиям) в текущих ценах (на дату оценки).

*Метод замещения (ЗП)* основан на расчете затрат, необходимых для создания современного аналога объекта оценки (современные технологии, современные материалы и т.д.)

*Метод однородного аналога (ЗП)* основан на конструктивно-технологическом подобии однородного аналога, который может иметь совсем другое назначение и применяться в другой отрасли, нежели объект оценки. Предполагается, что себестоимость изготовления однородного объекта близка к себестоимости изготовления оцениваемого объекта и формируется под влиянием общих для данных объектов сырьевых, производственных и финансовых факторов.

*Метод индексации затрат (ЗП)* предполагает оценку стоимости по номинальным затратам с последующим их переводом в реальный масштаб цен, соответствующий текущим ценам на дату оценки. Корректировка проводится с помощью индексов цен, публикуемых Госкомстатом РФ.

*Себестоимость по укрупненным нормативам (ЗП)* определяется на основе укрупненных расчетов производственного изготовления объекта оценки по нормативам, объединяющим несколько видов (статей) затрат, таких, как удельные материальные затраты на единицу массы изделия; доля затрат на комплектующие по отношению к затратам на основные материалы; удельная заработная плата, приходящаяся на один технологический узел, и т.д.

*Поагрегатный расчет себестоимости (ЗП)* в отличие от расчета по укрупненным нормативам предполагает, что известны себестоимости изготовления отдельных узлов и агрегатов МО, а также затраты, необходимые для сборки объекта оценки.

*Метод эффективного возраста (ЗП)* предполагает, что стоимость объекта оценки соответствует остаточному сроку жизни:

$$\text{Стоимость объекта оценки} = \frac{\text{ПВС} \cdot (\text{Срок экономической жизни} - \text{Эффективный возраст})}{\text{Срок экономической жизни}}$$

*Экспертный метод (ЗП/СП)* предполагает оценку стоимости МО в их фактическом состоянии с помощью группы экспертов, мнение каждого из которых ранжируется в зависимости от квалификации и опыта, а итоговое заключение о стоимости определяется, например, как средневзвешенная величина. Этот метод в равной степени можно отнести как к затратному подходу, если эксперты являются производственными специалистами, так и к сравнительному подходу, если эксперты являются специалистами по маркетингу.

*Сравнение прямых продаж (СП)* на первичном/вторичном рынках дает высокую степень достоверности оценки при условии, что анализу подвергнуто значительное число сделок, а информация о сделках полная.

*Сравнение продаж аналогов (СП)* подразумевает кроме анализа рынков корректировку на соответствие аналогов объекту оценки по техническим параметрам, потребительским свойствам и эффективному возрасту.

*Анализ оферт (СП)* в условиях ограниченного рынка может оказать существенную помощь при оценке МО. Стоимость объекта оценки формируется на базе данных о ценах предложений (оферт) с учетом спроса на данную продукцию путем корректировки цен (уторговывание и прочие факторы).

*Правило "золотого сечения" (СП)* устанавливает пропорции (зависимости) на рынке между ценой МО и каким-либо из технических или потребительских параметров. Предполагается также, что эти зависимости смещаются параллельно себе (подобны) при изменении эффективного возраста объекта оценки.

*Отраслевые мультипликаторы (СП)* устанавливают зависимости, сложившиеся в отрасли. Например, в гражданской авиации установилась прямо пропорциональная зависимость цены воздушного судна от наименьшего из оставшихся ресурсов (по налету, по циклам взлет/посадка или по календарному сроку).

*Корреляционно-регрессионный анализ (СП)* при наличии нескольких факторов, влияющих на стоимость МО, позволяет построить параметрическую модель цен. Задача сводится к выбору вида уравнения регрессии, наиболее точно описывающего зависимость цены от параметров однотипных изделий.

*Метод анализа иерархий (СП)* основан на сравнительном факторном анализе основных показателей объекта оценки и нескольких аналогов. Метод состоит в декомпозиции целостного пред-

ставления о стоимости МО на простые составляющие части и дальнейшей попарной обработке этих частей с целью выявления иерархического влияния фрагментов на стоимость объекта оценки.

*Метод прямой капитализации (ДП)* предполагает постоянство дохода от использования МО в течение длительного времени. Стоимость МО рассчитывается по формуле

$$C = \text{ЧДП} / R$$

или

$$C = \text{ЧДП} / (k_a + r),$$

где  $k_a = r / [(1 + r)^T - 1]$  — коэффициент амортизации (возврата капитала);  $T$  — нормативный срок службы МО;  $r$  — ставка дисконта; ЧДП — чистый денежный поток, приходящийся на объект оценки (постоянный в течение будущего прогнозного периода);  $R$  — ставка (норма) капитализации.

*Метод дисконтирования (ДП)* переводит чистый доход от функционирования МО в течение прогнозного периода в текущую стоимость. Стоимость рассчитывается по формуле

$$C = \sum_{t=1}^{\square} \frac{\text{ЧДП}_t}{(1 + r)^t},$$

где  $\text{ЧДП}_t$  — чистый денежный поток от использования объекта оценки за  $t$ -й период;  $\square$  — остаточный ресурс МО. Метод имеет несколько моделей, которые учитывают инфляционную составляющую, темпы роста ЧДП, постпрогнозную продажу МО и т. д.

*Период окупаемости (ДП)* показывает эффективность функционирования объекта оценки в сравнении с аналогом по сроку окупаемости инвестиций, вложенных в МО. На базе сравнения сроков окупаемости объекта оценки и аналога делается заключение о стоимости.

*Метод равноэффективного аналога (ДП)* предполагает, что функциональный аналог выполняет одинаковые с оцениваемым объектом функции, хотя может отличаться от него по техническим характеристикам. Стоимость объекта оценки выводится из цены функционального аналога при условии обеспечения их равной прибыльности:

$$C = C_a + \frac{I_a}{k_{aa} + r} \frac{Q}{Q_a} \frac{k_{aa} + r}{k_a + r} - \frac{I}{k_a + r}. \quad (9)$$

Здесь  $C_a$  — стоимость функционального аналога;  $I_a$  и  $I$  — годовые издержки эксплуатации соответственно аналога и объекта оценки (без их амортизации),  $Q_a$  и  $Q$  — годовой объем продукции, производимой с помощью аналога и объекта оценки, соответственно.

*Метод выделения дохода (ДП)* основан на расчете стоимости самостоятельно функционирующей части бизнеса (технологической линии, машинного комплекса и т. п.) или бизнеса в целом и последующего выделения из этой стоимости доли, приходящейся на объект оценки.

*Экономико-статистическое прогнозирование (ДП)* дохода от использования МО, основанное на многофакторных оценках, позволяет оценить "доходную" стоимость объекта оценки по среднеотраслевым прогнозам, либо по показателям наиболее эффективного использования.

## СОГЛАСОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ

Стоимости объекта оценки, полученные на основе различных подходов, требуют согласования, поскольку на практике очень редко достигается точность расчета, обеспечивающая равенство фундаментального уравнения оценки  $C_{зп} = C_{сп} = C_{дп}$ . Для повышения достоверности результатов оценки необходимо пользоваться максимальным количеством методов, приемлемых для поставленной цели оценки и обеспеченных информационной поддержкой. Каждый результат оценки должен быть проанализирован с точки зрения достоверности, а любое отклонение результатов оценки, полученных различными методами, обосновано и объяснено.

Первый этап согласования результатов оценки осуществляется внутри подходов оценки — согласовываются величины стоимостей, полученные различными методами (см. рис. 7). Затем проводится анализ результатов, полученных затратным, сравнительным и доходным подходами. Выявляются факторы, влияющие на достоверность оценки и рассчитывается погрешность оценки. В табл. 7 приведены основные факторы, влияющие на точность расчетов стоимости.

Таблица 7. Основные факторы, влияющие на точность оценки

Затратный подход	Сравнительный подход	Доходный подход
Погрешность индексации затрат	Малая выборка сопоставлений	Точность прогноза денежных потоков
Поправки на интенсивность эксплуатации	Неизвестны условия сделок	Точность расчета ставок капитализации и дисконта
Неточность оценки функционального устаревания	Существенные различия у аналогов	Производственный фактор, неучтенные риски.

Погрешность зависит от выбранной математической модели расчета стоимости и поэтому заведомо пользоваться какими-либо рекомендациями о корректировке результатов оценки не следует. Итоговое согласование стоимости обычно выполняется путем определения средневзвешенной величины:

$$\bar{C} = \frac{k_{зп}C_{зп} + k_{сп}C_{сп} + k_{дп}C_{дп}}{k_{зп} + k_{сп} + k_{дп}}, \quad (10)$$

где  $k_{зп}$ ,  $k_{сп}$ ,  $k_{дп}$  — весовые коэффициенты затратного, сравнительного и доходного подходов, соответственно;  $C_{зп}$ ,  $C_{сп}$ ,  $C_{дп}$  — стоимости объекта оценки, полученные затратным, сравнительным и доходным подходами соответственно.