

Об особенностях применения сравнительного подхода при оценке станочного оборудования

Введение

Сравнительный подход - совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на сравнении объекта оценки с аналогичными объектами, в отношении которых имеется информация о ценах сделок с ними [1]. Большинство оценщиков вполне справедливо полагают, что методы сравнительного подхода дают наиболее точные результаты по сравнению с методами доходного и затратного подходов. Последнее утверждение вполне можно распространить и на оценку станочного оборудования.

Вместе с тем, практикующие оценщики зачастую сталкиваются с проблемами при применении сравнительного подхода при оценке станочного парка (особенно при оценке большого количества станков):

- сложность в поиске информации об объектах-аналогах и их характеристиках;
- большое количество видов и марок станочного оборудования, сложность выделения аналогичных объектов.

Данные проблемы приводят к тому, что многие оценщики отказываются от применения сравнительного подхода в пользу затратного с использованием элементов сравнительного. Например, см. [2].

Авторы считают, что решение данных проблем заключается в расширении понятия «объект-аналог», т.е. использование в расчетах информации о сделках (ценах предложения) со станками различных марок. Далее приведено обоснование использования такого подхода (и соответствующие примеры).

Единицы сравнения, используемые при оценке станочного оборудования

При оценке оборудования обычно используются следующие единицы сравнения:

- станок;
- единица мощности (например: мощность двигателя, усилие пресса и т.п.);
- размер обрабатываемой детали.

При использовании первой единицы сравнения (станок) расчет стоимости значительно упрощается, т.к. позволяет сократить количество корректировок. В этом случае необходимо произвести сравнение всего по трем элементам сравнения:

- вид цены (дата сделки, наличие / отсутствие НДС в цене, условия поставки, таможенные пошлины и т.п.);
- техническое состояние объекта;
- наличие/отсутствие дополнительных устройств.

В некоторых случаях вообще удастся избежать применения поправок. Например: оценивается станок 16K20 в рабочем состоянии, 1978 года выпуска. Если оценщику удастся найти аналоги, соответствующие оцениваемому объекту по всем элементам сравнения (та же марка, тот же год выпуска, сравнимое техническое состояние), то отсутствует необходимость внесения поправок (см. Табл. 1).

Табл. 1. Расчет рыночной стоимости станка 16K20 1978 г. в.

| №, п./п. | Наименование | Модель | Год выпуска | Цена, руб. с НДС |
|----------|----------------------------|--------|-------------|------------------|
| 1 | Станок токарно-винторезный | 16K20 | 1978 | 80 000 |
| 2 | Станок токарно-винторезный | 16K20 | 1982 | 160 000 |
| 3 | токарно-винторезный | 16K20 | 1980 | 185 000 |
| 4 | токарно-винторезный | 16K20 | 1975 | 185 000 |
| 5 | токарно-винторезный | 16K20 | 1974 | 185 000 |
| 6 | токарно-винторезный | 16K20 | 1975 | 185 000 |
| 7 | токарно-винторезный | 16K20 | 1984 | 210 000 |

| №, п.п. | Наименование | Модель | Год выпуска | Цена, руб. с НДС |
|---------|--------------------------|--------|-------------|------------------|
| 8 | Токарно-винторезный | 16K20 | 1977 | 125 000 |
| 9 | Токарно-винторезный | 16K20 | 1975 | 125 000 |
| | Среднее значение: | | 1978 | 160 000 |

Основным недостатком данного подхода является существенная узость объектов-аналогов, которые можно использовать для расчетов (преимущественно только та же марка станка).

При оценке станков распространенных марок проблемы с подбором аналогов не возникают. Но при оценке не часто встречающихся марок возникают проблемы.

В этом случае используют остальные единицы сравнения (единица мощности, размер обрабатываемой детали), которые позволяют несколько расширить состав объектов-аналогов.

Но и при таком варианте применения сравнительного подхода возникают следующие проблемы:

- выбор единицы сравнения (например, что предпочтительней использовать для сверлильных станков: мощность двигателя, размер обрабатываемой детали или производительность?);
- выбор объектов аналогов;
- расчет корректировок на индивидуальные особенности станка, например наличие ЧПУ.

Следует отметить, что таких проблем практически не возникает при оценке объектов недвижимости. Несмотря на большое количество возможных единиц сравнения (1 машиноместо, 1 комната, 1 куб. м здания, 1 фронтальный метр и т.п.), оценщики в большинстве случаев используют универсальную единицу сравнения – 1 кв. м.

Существуют ли аналогичная универсальная единица сравнения при оценке станочного оборудования? Авторы считают, что такой единицей может выступить **единица массы**.

Применение массы станка в качестве единицы сравнения

Из всех видов станочного оборудования наиболее простым является выбор единицы сравнения для прессов. Обычно такой единицей выступает усилие прессы. Для подтверждения возможности использования в качестве единицы сравнения «массу прессы» наравне с «усилием», проведем корреляционный анализ параметров массы, усилия и стоимости для прессов представленных в Табл. 2.

Табл. 2. Прессы, исходные данные

| №, п.п. | Наименование | Марка | Масса, т | Усилие, тс | Год выпуска | Стоимость, руб. (с НДС) |
|---------|------------------------------|----------|----------|------------|-------------|-------------------------|
| 1 | Пресс эксцентрик | КБ-245Д | 6,3 | 63 | 1972 | 115 000 |
| 2 | Пресс гидравлический | П6320 | 1,2 | 10 | 1974 | 30 000 |
| 3 | Пресс гидравлический | П6320 | 1,2 | 10 | 1984 | 40 000 |
| 4 | Пресс гидравлический | П6320 | 1,2 | 10 | 1969 | 35 000 |
| 5 | Пресс гидравлический | П6324 | 1,5 | 25 | 1974 | 50 000 |
| 6 | Пресс гидравлический | П6224Б | 1,6 | 25 | 1987 | 50 000 |
| 7 | Пресс гидравлический | 2135-1М | 0,5 | 40 | 1969 | 65 000 |
| 8 | Пресс однокривошипный | КД2324 | 2,1 | 25 | 1979 | 55 000 |
| 9 | Пресс однокривошипный | КД2124Е | 2,2 | 25 | 1980 | 55 000 |
| 10 | Пресс однокривошипный | КД2124К | 2 | 25 | 1987 | 55 000 |
| 11 | Пресс однокривошипный | КД2126К | 3,1 | 40 | 1986 | 75 000 |
| 12 | Пресс однокривошипный | КД2326 | 3,4 | 40 | 1979 | 75 000 |
| 13 | Пресс однокривошипный | КД2128К | 3,1 | 40 | 1989 | 75 000 |
| 14 | Пресс однокривошипный | КД2128К | 5,9 | 63 | 1989 | 100 000 |
| 15 | Пресс однокривошипный | КД2328Е | 5,8 | 63 | 1985 | 100 000 |
| 16 | Пресс однокривошипный | К2330Б | 9,2 | 100 | 1975 | 125 000 |
| 17 | Пресс однокривошипный | КД2330 | 8,2 | 100 | 1987 | 140 000 |
| 18 | Пресс винтовой дугостаторный | ФБ1732 | 11 | 160 | 1979 | 170 000 |
| 19 | Пресс винтовой дугостаторный | ФБ1732 | 11 | 160 | 1979 | 170 000 |
| 20 | Пресс винтовой дугостаторный | ФБ1732А | 12 | 160 | 1987 | 170 000 |
| 21 | Пресс винтовой дугостаторный | Ф1734 | 16,3 | 250 | 1977 | 190 000 |
| 22 | Пресс механический | КЕ-2118 | 0,6 | 6,3 | 1990 | 35 000 |
| 23 | Пресс механический | КД-2324Н | 1,9 | 25 | 1987 | 55 000 |
| 24 | Пресс механический | КД-2126К | 3,1 | 40 | 1990 | 75 000 |

| №, п./п. | Наименование | Марка | Масса, т | Усилие, тс | Год выпуска | Стоимость, руб. (с НДС) |
|----------|--------------------|---------|----------|------------|-------------|-------------------------|
| 25 | Пресс механический | КД-2326 | 3,3 | 40 | 1978 | 75 000 |
| 26 | Пресс механический | КД-2128 | 5,9 | 63 | 1978 | 105 000 |

Табл. 3. Результаты расчетов по прессам (корреляционная матрица)

| | масса | усилие | цена |
|--------|-------|--------|------|
| масса | 1,00 | 0,98 | 0,97 |
| усилие | 0,98 | 1,00 | 0,96 |
| цена | 0,97 | 0,96 | 1,00 |

В соответствии с полученной корреляционной матрицей (Табл. 3), наличие тесной связи между параметрами усилие и масса пресса (коэффициент корреляции составляет 0,98) вполне позволяет использовать массу для моделирования стоимости прессов наравне с усилием. Следует отметить, что в данном случае использование массы является даже несколько более предпочтительным, ввиду несколько большей корреляции массы и цены по сравнению с корреляцией цены и усилия пресса (0,97 и 0,96 соответственно).

Использование массы, в качестве основной единицы сравнения позволяет серьезно расширить количество аналогов, упростить и повысить качество расчета корректировок на индивидуальные особенности, в данном случае наличие ЧПУ, которые могут быть учтены путем введения дополнительных фиктивных переменных, принимающих два значения – 1 – в случае наличия особенности, 0 – в случае отсутствия.

Пример.

В Табл. 4 представлены данные о станках сверлильной группы.

Табл. 4. Сверлильные и расточные станки: исходные данные

| №, п./п. | Наименование | Модель | Возраст, лет | Вес, т | Цена, руб. | ЧПУ |
|----------|--|-----------|--------------|--------|------------|-----|
| 1 | Станок вертикально-сверлильный | 2С132 | 0 | 4,0 | 235 000 | 0 |
| 2 | Станок вертикально-сверлильный | 2Т140 | 0 | 2,2 | 140 000 | 0 |
| 3 | Станок настольно-сверлильный | ГС2112 | 0 | 0,6 | 22 000 | 0 |
| 4 | Станок настольно-сверлильный | ГС2116К | 0 | 0,6 | 37 000 | 0 |
| 5 | Станок настольно-сверлильный | ГС2116М | 0 | 0,6 | 31 000 | 0 |
| 6 | Станок вертикально-сверлильный | МН-25 | 0 | 1,5 | 95 000 | 0 |
| 7 | Станок радиально-сверлильный | 2А554 | 0 | 5,5 | 480 000 | 0 |
| 8 | Станок радиально-сверлильный без охлаждения | 2К52-2 | 0 | 1,5 | 160 000 | 0 |
| 9 | Станок радиально-сверлильный | ГС544 | 0 | 2,2 | 192 000 | 0 |
| 10 | Станок радиально-сверлильный | ГС545 | 0 | 3,0 | 235 000 | 0 |
| 11 | Станок координатно-расточный отделочный | 2Е78П | 0 | 2,2 | 280 000 | 0 |
| 12 | Вертикально-сверлильный | 2С132 | 8 | 1,2 | 80000 | 0 |
| 13 | Вертикально-сверлильный | МН-25 | 12 | 0,67 | 30000 | 0 |
| 14 | Радиально-сверлильный | В2-40 | 13 | 4,75 | 90000 | 0 |
| 15 | Станок прецизионный координатно-расточный одностоечный с ЧПУ | 2Е450АФ30 | 14 | 8,0 | 1 300 000 | 1 |
| 16 | Обработывающий центр 8-ми шпиндельный вертикально-фрезерный | МА655У | 14 | 14,0 | 520 000 | 0 |
| 17 | Обработывающий центр 8-ми шпиндельный вертикально-фрезерный | МА655У | 14 | 10,0 | 800 000 | 0 |
| 18 | Станок радиально-сверлильный | 2А554 | 15 | 4,7 | 200 000 | 0 |
| 19 | Обработывающий центр 5-ти координатный | МС 032 | 15 | 9,0 | 1 000 000 | 0 |
| 20 | Станок координатно-расточный отделочный | 2Е78ПН | 17 | 2,7 | 150 000 | 0 |
| 21 | Обработывающий центр 8-ми шпиндельный вертикально-фрезерный | МА655У | 17 | 10,0 | 800 000 | 0 |
| 22 | Станок радиально-сверлильный переносной | 2А576 | 18 | 11,0 | 550 000 | 0 |
| 23 | Радиально-сверлильный | 2А576Ф1 | 18 | 11,8 | 270 000 | 0 |
| 24 | Радиально-сверлильный | 2А576Ф1 | 18 | 4,7 | 270 000 | 0 |
| 25 | Станок горизонтально-расточный с ЧПУ | 2А622Ф4 | 19 | 16,0 | 1 100 000 | 1 |
| 26 | Станок прецизионный координатно-расточный одностоечный с ЧПУ | 2Е450АМФ | 19 | 9,0 | 380 000 | 1 |
| 27 | Станок горизонтально-расточный с УЦИ | 2Г660Ф2 | 21 | 150,0 | 2 600 000 | 0 |

| №, п.п. | Наименование | Модель | Возраст, лет | Вес, т | Цена, руб. | ЧПУ |
|---------|--|------------|--------------|--------|------------|-----|
| 28 | 2-х стоечный горизонтально-расточный станок | НС-119Ф2 | 21 | 700,0 | 15 400 000 | 0 |
| 29 | Радиально-сверлильный | 2М55 | 21 | 4,7 | 160 000 | 0 |
| 30 | Радиально-сверлильный | 2М57-2 | 21 | 10,5 | 210 000 | 0 |
| 31 | Станок прецизионный координатно-расточный одностоечный с УЦИ | 2Е450АФ1-1 | 24 | 9,0 | 600 000 | 0 |
| 32 | Станок горизонтально-расточный с УЦИ | 2А622Ф1 | 25 | 20,0 | 400 000 | 0 |
| 33 | Радиально-сверлильный | 2М55 | 25 | 4,7 | 160 000 | 0 |
| 34 | Станок горизонтально-расточный | 2622В | 26 | 11,8 | 300 000 | 0 |
| 35 | Вертикально-сверлильный | 2Н135 | 27 | 1,2 | 60000 | 0 |
| 36 | Радиально-сверлильный | 2К52 | 27 | 1,4 | 50000 | 0 |
| 37 | Станок радиально-сверлильный переносной | 2К52 | 28 | 1,3 | 100 000 | 0 |
| 38 | Станок горизонтально-расточный | 2620ГФ1 | 28 | 12,5 | 300 000 | 0 |
| 39 | Радиально-сверлильный перен. | 2К52 | 28 | 1,1 | 65 000 | 0 |
| 40 | Радиально-сверлильный | 2М57 | 29 | 10 | 210 000 | 0 |
| 41 | Радиально-сверлильный | 2М58 | 31 | 18 | 270 000 | 0 |
| 42 | Станок радиально-сверлильный | 2М55 | 32 | 4,8 | 150 000 | 0 |
| 43 | Радиально-сверлильный | 2М55 | 32 | 4,7 | 160 000 | 0 |
| 44 | Настольно-сверлильный | 2М112 | 33 | 0,12 | 6 000 | 0 |
| 45 | Станок горизонтально расточный | 2Б660 | 34 | 200,0 | 2 100 000 | 0 |
| 46 | Вертикально-сверлильный | 2Н118 | 37 | 0,5 | 45 000 | 0 |

В качестве параметров, определяющих рыночную стоимость станка, предполагается использовать массу и возраст станка. Кроме того, необходимо учесть наличие ЧПУ. Предполагается наличие нелинейной зависимости вида:

$$C_p = F(m;t;i), \text{ где:}$$

C_p – рыночная стоимость станка;

F – оператор функции;

m – масса станка, тонн;

t – возраст станка, лет.

i – наличие ЧПУ, принимает значение 1 – если есть в наличии, 0 – если нет.

При выборе функции аппроксимации учитывается тот факт, что рыночная стоимость станка может быть выражена через стоимость нового станка и износ, т.е.:

$$C_p = C_n * (1 - D_n), \text{ где:}$$

C_n – стоимость нового станка;

D_n – накопленный износ станка.

При этом стоимость нового станка является функцией от массы станка и наличия ЧПУ и износ является функцией от возраста станка, т.е.:

$$C_n = f(m;i) \text{ и } (1 - D_n) = g(t)$$

При этом f и g – нелинейные функции.

В качестве аппроксимирующей функции для f рассматривалась степенная функция вида:

$$f(m) = A * e^{z * i * m^x}, \text{ где:}$$

A , x и z – параметры функции.

В качестве аппроксимирующих функций для g рассматривались степенная функция вида:

$$g(t) = (1+t)^y$$

y – параметр функции.

Таким образом, в целях аппроксимации C_p для данной группы оборудования исследовались нелинейные мультипликативные двухпараметрические зависимости вида:

$$C_p = A * e^{z * i * m^x * (1 + t)^y}.$$

В результате линеаризации модели получаем зависимость вида:

$$\ln(C_p) = \ln(A) + z * i + x * \ln(m) + y * \ln(t+1)$$

Для подтверждения наличия связи между данными параметрами и ценой проводится корреляционный анализ (Табл. 5).

Табл. 5. Корреляционная матрица

| | i | ln (t+1) | ln (m) | ln (C _p) |
|----------|------|----------|--------|----------------------|
| i | 1,00 | 0,11 | 0,13 | 0,26 |
| ln (t+1) | 0,11 | 1,00 | 0,35 | 0,20 |
| ln (m) | 0,13 | 0,35 | 1,00 | 0,92 |

Корреляционный анализ выявил высокую степень связи между массой и стоимостью станка. При этом, ввиду невысоких значений корреляции параметров возраста и наличия ЧПУ и результирующей переменной цены, возникает вопрос о целесообразности включения данных параметров в модель. Несмотря на невысокую степень корреляции данных параметров и результирующей переменной, с экономической точки зрения представляется целесообразным учет данных параметров в модели. Кроме того, в случае незначимости данных параметров для модели они могут быть исключены на этапе регрессионного анализа по результатам t – теста.

По результатам регрессионного анализа подтвердилась целесообразность включения в модель параметров возраста и наличия ЧПУ (Табл. 6).

Табл. 6. Результаты регрессионного анализа

| | Значения коэффициентов | t - статистика | Уровень доверия |
|------|------------------------|----------------|-----------------|
| ln A | 11,29687 | 0,143141 | 0,000000 |
| x | 0,83243 | 0,047726 | 0,000000 |
| y | -0,15227 | 0,055324 | 0,008702 |
| z | 0,80089 | 0,286083 | 0,007700 |

Полученная функция имеет вид:

$$C_p = 80\,569 * e^{0,80089 * i} * m^{0,83243} * (1 + t)^{-0,15227}$$

Множественный коэффициент корреляции $r_m=0,9436$, коэффициент корреляции фактических и прогнозных значений стоимости составил 0,9755, коэффициент детерминации $R^2 = 0,8904$ и исправленный $R^2 = 0,8826$. Таким образом, полученная модель объясняет более 88% вариаций стоимости станка. В соответствии с F – тестом Фишера $F(3,42) = 113,79$ и уровень доверия составляет $p < 0,00001$, т.е. с вероятностью $(1-p)=99,99999\%$ можно утверждать, что полученная модель значима.

Использование массы в качестве основной единицы сравнения для металлообрабатывающих станков позволяет сформировать группы сравнения, включающие оборудование сходное не столько по функциональному назначению, сколько по виду зависимости износа от возраста. При этом функциональные различия, отражающиеся в различиях зависимостей стоимости нового оборудования от массы, устраняются путем введения дополнительных фиктивных переменных, отражающих принадлежность к подгруппе с несколько отличным функциональным назначением и иной зависимостью стоимости нового оборудования от массы. Как видно из Табл. 7, происходит существенное расширение понятия сходства функционального назначения. Критерием правильности разбиения на группы может служить достоверность полученной функции регрессии для каждой группы, отражаемая, например, корреляцией прогнозных и фактических значений стоимости.

Табл. 7. Разбиение отечественных металлообрабатывающих станков на группы

| Группа оборудования | Состав группы | Коэффициент корреляции |
|---------------------|--|------------------------|
| Токарные станки | токарно-револьверные, токарно-винторезные, токарно-карусельные, токарные автоматы и полуавтоматы, токарные специальные | 0,8497 |

| Группа оборудования | Состав группы | Коэффициент корреляции |
|--------------------------------|--|------------------------|
| Фрезерные и отрезные станки | вертикально-фрезерные, горизонтально-фрезерные, универсально-фрезерные, копировально-фрезерные, продольно-фрезерные, шпоночно-фрезерные, шлицефрезерные, резьбофрезерные, карусельно-фрезерные, протяжные горизонтальные, протяжные вертикальные, полуавтоматы и автоматы непрерывного действия, полуавтоматы шпоночно-протяжные, отрезные | 0,8865 |
| Сверлильные и расточные станки | вертикально-сверлильные, радиально-сверлильные, координатно-сверлильные, горизонтально-расточные, вертикально-расточные, координатно-расточные, специальные сверлильно-расточные | 0,9755 |
| Шлифовальные станки | круглошлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные, бесцентрово-шлифовальные, шлицешлифовальные, резьбошлифовальные, профилешлифовальные, координатно-шлифовальные, точильно-шлифовальные, заточные, обдирочно-шлифовальные, полировально-шлифовальные, ленточно-шлифовальные и полировальные, слиткообдирочные, хонинговальные | 0,8457 |
| Строгальные и долбежные станки | продольно-строгальные, кромко-строгальные, поперечно-строгальные, долбежные, комбинированные строгально-долбежные | 0,9659 |

Выводы

1. При оценке станочного оборудования методом прямого сравнения продаж наиболее удобной единицей сравнения является масса станка. Применение данной единицы сравнения позволяет существенно расширить количество объектов-аналогов и повысить качество расчетов.
2. Поправки для метода прямого сравнения продаж при оценке станочного оборудования возможно рассчитать сравнивая стоимость единицы массы у станков, различающиеся одним элементом сравнения.
3. При применении корреляционных методов сравнительного подхода для оценки станочного оборудования вместо параметров, отражающих мощность или производительность станков (усилие двигателя, мощность двигателя, объем обрабатываемой детали и т.п.), более удобно использовать массу станка. Такая замена параметров позволяет существенно расширить количество объектов-аналогов, а в некоторых случаях и сократить количество переменных.
4. Для оценки станков сверлильной группы (сверлильные и расточные станки) по состоянию на 01.01.2005 г. можно использовать зависимость:

$$C_p = 80\,569 * e^{0,80089 * i} * m^{0,83243} * (1 + t)^{-0,15227}, \text{ где:}$$

C_p – рыночная стоимость станка;

e – основание натурального логарифма;

m – масса станка, тонн;

t – возраст станка, лет.

i – наличие ЧПУ, принимает значение 1 – если есть в наличии, 0 – если нет.

5. Возможно разбиение станочного оборудования на укрупненные группы, включающие оборудование сходное не столько по функциональному назначению, сколько по виду зависимости износа от возраста. При этом происходит существенное расширение понятия сходства функционального назначения. Критерием правильности разбиения на группы может служить корреляция фактических и рассчитанных в соответствии с полученной для группы регрессионной моделью прогнозных значений стоимости (см. Табл. 7).

Литература

1. Стандарты оценки, обязательные к применению субъектами оценочной деятельности. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 06 июля 2001 г. №519.
2. Износ технологических машин и оборудования при оценке их рыночной стоимости. Учебник. Попеско А.И., Ступина А.В., Чесноков С.А., М.: ОО «Российское общество оценщиков», 2002.