

«НОВЫЕ» ТЕХНИКИ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ КОРРЕКТИРОВОК И ИХ СООТНОШЕНИЕ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ МОДЕЛЯМИ ОЦЕНКИ

СЛУЦКИЙ А.А.,

ЗАСЕДАНИЕ МСЭО 18.07.2025

«Области знаний, которые по своей сути являются здоровыми, демонстрируют процесс интеллектуального роста и развития. В этом смысле оценка не является исключением».

**Проф. Реджинальд Томас Милнер Уиппл (R.T.M. Whipple),
лекция "Оценки: императив для решения проблем", 1982**

Whipple R.T.M. (1990), Valuations: A Problem Solving Imperative. Robertson Young Telfer NZIV 1989 Lecture Tour, New Zealand Valuers' Journal, Jun.,
https://propertyinstitute.nz/Folder?Action=View%20File&Folder_id=526&File=1990June.pdf .

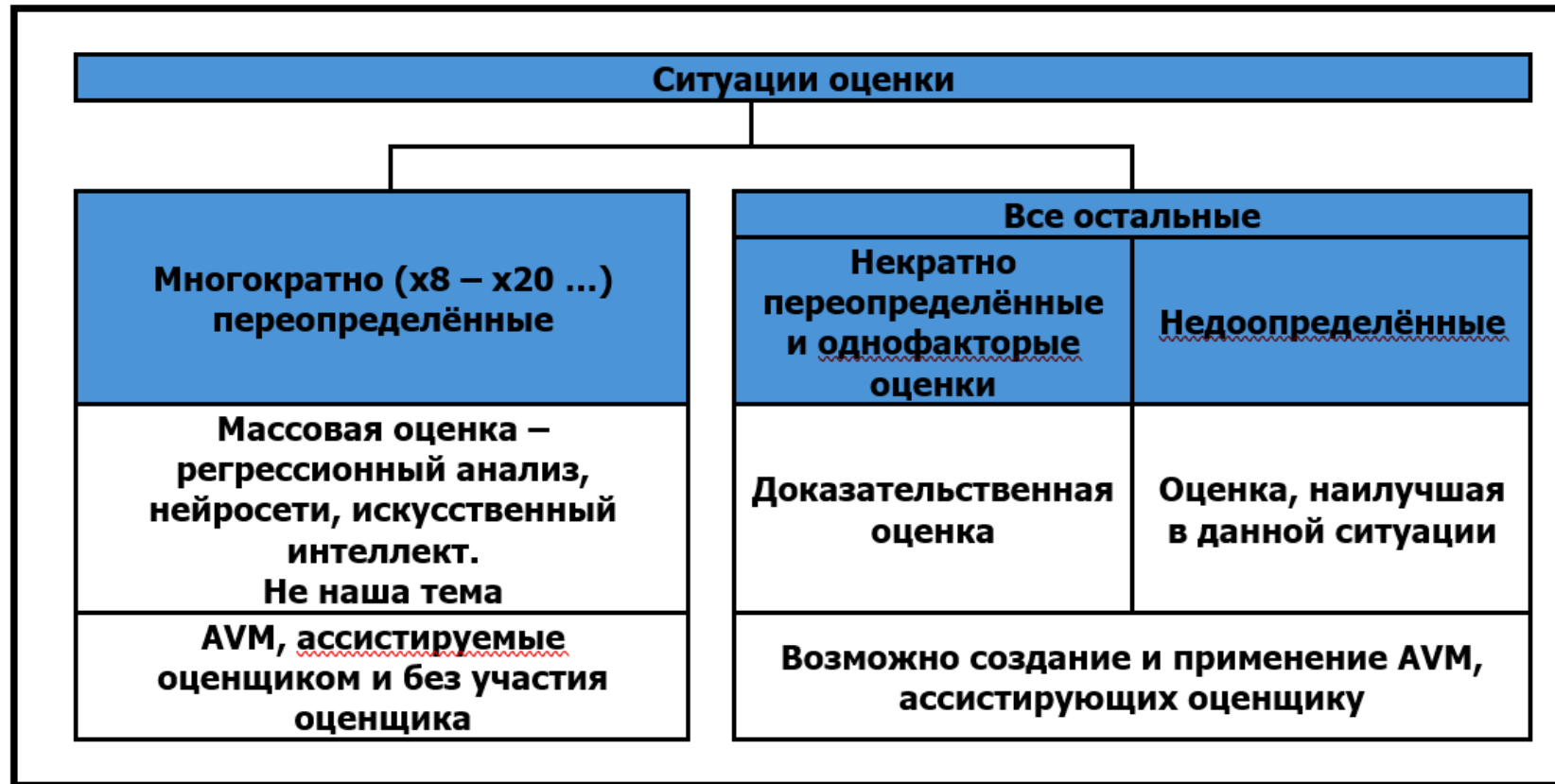
Введение

Никакие модельные методы не дадут достоверного результата оценки если пропущены или проигнорированы этапы анализа рынка и определения ценообразующих факторов в месте и на дату оценки, а также не обоснован выбор объектов – аналогов (используемых непосредственно в оценке). Однако, как представляется, модели могут быть отличными помощниками в процессах анализа рынка и определения ценообразующих факторов

Два алгоритма использования автоматизированных моделей оценки

Правильный алгоритм, не являющийся автоматизированной оценкой, <u>ассистируемой</u> оценщиком, а являющийся использованием автоматизированной модели, ассистирующей оценщику	Категорически НЕ правильный алгоритм, являющийся автоматизированной оценкой, не соответствующей законодательству об оценке:
1. Самостоятельный анализ рынка 2. Самостоятельное выявление ценообразующих факторов 3. Самостоятельный обоснованный выбор аналогов 4. Оценка - применение к аналогам модели оценки – этот процесс спокойно может быть автоматизирован.	1. Списание некоего «анализа рынка» из интернета 2. Списание некоего «анализа ценообразующих факторов», например из «справочников» 3. Автоматизированный отбор аналогов, например, с использованием многомерных дистанций. 4. Получение результата оценки с использованием модели.

Ситуации оценки с точки зрения доступного объёма данных



Ситуации оценки с точки зрения доступного объёма данных (2)

Многократно переопределённые ситуации – когда количество объектов – аналогов кратно – не менее, чем в 8, а лучше в 10, 15, 20 ... раз - превышает количество ценообразующих факторов оценки. Массовая оценка или доказательственная оценка с минимальным количеством факторов (1 – 2).

Некратно переопределённые ситуации - когда количество объектов – аналогов превышает количество ценообразующих факторов оценки, но не кратно или не многократно.

Просто определённые ситуации - когда количество объектов – аналогов превышает количество ценообразующих факторов оценки.

Недоопределённые ситуации – когда количество объектов – аналогов меньше количества ценообразующих факторов оценки.

Два варианта оценки в немногократно определённых (всех остальных) ситуациях

Рассмотрение требуемых ценообразующих факторов, как экзогенных	Рассмотрение требуемых ценообразующих факторов, как эндогенных
стандартная практика оценки методом количественных корректировок – корректировки ищутся с привлечением дополнительных внешних к процессу оценки данных – методы пары групп и группы пар, затраты и <u>т.д.</u>	а. метод качественных корректировок – стандартная замена метода количественных корректировок; б. методы и линейной алгебры и схожие – о которых здесь.
Внешние корректировки.	Внутренние корректировки, определяемые на имеющемся наборе аналогов

Типы методов оценки в немногократно определённых (всех остальных) ситуациях (2)

Полностью формальные непараметрические	Содержательные непараметрические	
не имеют явно выраженного профессионального оценочного содержания – только выбор аналогов, затем формальная оптимизационная подгонка	имеют явно выраженное профессиональное оценочное содержание (анализ рынка, определение факторов, подбор аналогов)	
балансировка матриц — В.Н. Мягков	а. непараметрические качественные / ранговые - включая матричную алгебру и регрессию цена – качество – Д.Д. Кузнецов , В.А. Шогин .	б. непараметрические на основе статистических метрик - включая методы линейной алгебры – о них далее.

Типы методов оценки в немногократно определённых (всех остальных) ситуациях (3)

Попадались работы со ссылкой на т.н. многокритериальный анализ принятия решений (MCDA), включая МАИ, но его оставим в покое.

Определение корректировок с помощью регрессионных моделей рассмотрим в конце. В общем и целом – не метод.

Смыслы использования моделей в немногократно определённых (всех остальных) ситуациях

1. **Определение наиболее вероятного значения внутри заранее определённого интервала цен аналогов.**

Поэтому наиболее важным этапом оценки является выбор аналогов. Принцип – сначала интервал цен аналогов, потом рыночная стоимость внутри этого интервала. Интервал первичен, наиболее вероятное значение – вторично.

Смыслы использования моделей в немногократно определённых (всех остальных) ситуациях (2)

2. Не менее существенно то, что при любом наборе ценообразующих факторов результат не выйдет за рамки указанного интервала, он может только смещаться в большую или меньшую сторону, но в рамках интервала.

Смыслы использования моделей в немногократно определённых (всех остальных) ситуациях (3)

3. Является ли оценка по модели лучше оценки по среднему (иному срединному) показателю? Альтернативно, вопрос можно поставить как является ли оценка по модели ближайших соседей лучше оценки посредством балансировки матриц?

И, как представляется, в данном случае использование одной модели в дополнение к простому определению среднего ответа на этот вопрос дать не в состоянии.

Далее вопрос: Сколько моделей надо для этого использовать?

Точный ответ на этот вопрос – Требуется не менее 16 моделей, результаты которых после объединения в единый набор данных можно протестировать на отсутствие выбросов, нормальность распределения, что, при успехе обоих тестов, даст полные основания утверждать, что среднее значение результатов этих 16 моделей однозначно лучше, чем среднее значение.

Хотя наличие результатов 16 моделей не представляется чем-то нереальным (об этом далее), такой подход вполне может быть избыточным. Тогда вопрос: Сколько таких моделей может быть достаточным?

Разница между традиционным методом количественных корректировок и техникой ближайших соседей

Традиционный метод корректировок	Метод ближайших соседей
$PC = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Кор1 \times Кор2 \times Кор3 \times \dots \times Кор n \times Ц i$	$PC = \sum_{i=1}^k Вес i \times Ц i$
k – количество аналогов Корn – относительная корректировка на фактор n Ц i – цена аналога i	k – количество аналогов Вес i – вес цены аналога i в рыночной стоимости - многомерная «близость» к объекту оценки Ц i – цена аналога i

Техника ближайших соседей. 15 вариантов техники ближайших соседей

Сама техника применяется в массовых (налоговых) и автоматизированных оценках.

- Abbasifard M.R., Ghahremani B., Naderi H. (2014), A Survey on Nearest Neighbor Search Methods, International Journal of Computer Applications, Vol. 95, №25, Jun., [https://www.researchgate.net/publication/270450288 A Survey on Nearest Neighbor Search Methods](https://www.researchgate.net/publication/270450288_A_Survey_on_Nearest_Neighbor_Search_Methods)

Техника ближайших соседей. 15 вариантов техники ближайших соседей (2)

№	Название метрики ближайших соседей	Пространство	№	Название метрики ближайших соседей	Пространство
1	Минковского (Minkowski)	векторное (Vector)	7	Редактор (Edit)	строка (String)
	Манхэттен (Manhattan)		8	Левенштейна (Levenshtein)	
	Евклидова (Euclidean)		9	Дамерау-Левенштейна (Damerau – Levenshtein)	
	Чебышева (Chebychev)			10	
2	Косинус (Cosine)		11	Жаккарда (Jaccard)	набор (Set)
3	Квадратичная (Quadratic)		12	Хаусдорфа (Hausdorff)	
4	Махаланобиса (Mahalanobis)				
5	Канберра (Canberra)				
6	Энергия (Energy)				
Примечание: Формулы метрик см. в оригинале					

Техника ближайших соседей. 15 вариантов техники ближайших соседей (3)

В литературе встречается использование в оценке метрик

1. Махалланобиса
2. Минковского
3. Евклидовой
4. Косинуса

Метрика Махалланобиса

- Tchira, A. (1979), Comparable Sales Selection – A Computer Approach, Appraisal Journal, 47(1), 86-98.
- Isakson, Hans R. 1986. The nearest neighbors appraisal technique: An alternative to the adjustment grid methods. AREUEA Journal 14(2):274-86.
- Isakson, Hans R..1986. The accuracy of arbitrage pricing versus hedonic pricing valuation methodologies in computer-assisted mass appraisal systems. Property Tax Journal 5(2):97-109.
- Isakson H. (2006), Valuation Analysis of Commercial Real Estate Using the Nearest Neighbors Appraisal Technique, Growth and Change 19(2), Jul.,
https://www.researchgate.net/publication/229928467_Valuation_Analysis_of_Commercial_Real_Estate_Using_the_Nearest_Neighbors_Appraisal_Technique
- Kummerow M. (2009), Error Trade-offs in Selection of Comparable Sales for Residential Valuations
https://professional.sauder.ubc.ca/re_creditprogram/course_resources/courses/content/330/qp_kummerowerro.pdf
- Krause A., Kummerow M. (2011), An Iterative Approach to Minimizing Valuation Errors Using an Automated Comparable Sales Model, Journal of Property Tax Assessment & Administration, Vol. 8, Iss. 2,
https://www.academia.edu/514008/An_Iterative_Approach_to_Minimizing_Valuation_Errors_using_an_Automated_Comparable_Sales_Model

Метрика Минковского

- Todora, J. and Whiterell, D. (2002), Automating the Sales Comparison Approach. Assessment Journal, 9(1), 25-33.
https://professional.sauder.ubc.ca/re_creditprogram/course_resources/courses/content/444/0708/todora.pdf
- Pagourtzi E., Assimakopoulos V., Hatzichristos T., French N. (2003), Real estate appraisal: a review of valuation methods, Journal of Property Investment & Finance, Vol. 21 Issue: 4, pp.383-401,
<https://doi.org/10.1108/14635780310483656>
- Borst, R. A., & McCluskey, W. J. (2007). Comparative evaluation of the comparable sales method with geostatistical valuation models. Pacific Rim Property Research Journal, 13(1),
<https://www.prres.org/uploads/1350/1243/14445921.2007.11104225.pdf>
- Kung, Y.-S., Chiang, Y.-H. and Chang, C.-O. (2007), A Feasibility Analysis of the Standardization Valuation Model – Applying the Sales Comparison Approach to the Automated Valuation Model, Journal of Housing Studies, 16(2), 23-42.
- Rahim F.N.F., Razali M.F. (2018), Comparing the Performance of Similarity Measures in Sales Comparison Method, Proceedings of the ASEAN Post Graduate Conference (APGC), Kuala Lumpur, 15 Nov.,
https://www.researchgate.net/publication/331428711_Comparing_the_Performance_of_Similarity_Measures_in_Sales_Comparison_Method

Евклидова метрика

- Zyga J. (2020), The influence analysis of criteria of comparables' selection on the accuracy of the property value estimation, Reports on Geodesy and Geoinformatics, Vol. 109, <https://www.researchgate.net/publication/340940748> The influence analysis of criteria of comparables' selection on the accuracy of the property value estimation
- Rahim F.N.F., Razali M.F. (2018), Comparing the Performance of Similarity Measures in Sales Comparison Method, Proceedings of the ASEAN Post Graduate Conference (APGC), Kuala Lumpur, 15 Nov., <https://www.researchgate.net/publication/331428711> Comparing the Performance of Similarity Measures in Sales Comparison Method

Метрика косинуса

- Rahim F.N.F., Razali M.F. (2018), Comparing the Performance of Similarity Measures in Sales Comparison Method, Proceedings of the ASEAN Post Graduate Conference (APGC), Kuala Lumpur, 15 Nov.,
https://www.researchgate.net/publication/331428711_Comparing_the_Performance_of_Similarity_Measures_in_Sales_Comparison_Method

В этой работе сравниваются три метрики – Минковского, евклидова и косинус. Сделан вывод о том, что лучше всего косинус.

Представляется, что все векторные метрики – 9 штук - применимы.

В отношении иных – вопросы.

Использование метрик

В России обычно говорят о самой элементарной – евклидовой метрике.

Не допустимо выбирать аналоги только на основании минимальной метрики – это автоматизированная оценка.

Но допустимо выбирать аналоги без учёта метрики, а также использовать метрики в качестве вспомогательного инструмента.

Следует учитывать то, что разные метрики имеют под собой разные допущения. Соответственно, сравнение результатов, полученных по разным метрикам, может давать основания для анализа свойств данных, что может быть очень полезным.

Пример. Техника ближайших соседей - NNAT (Ханс Изаксон)

В литературе есть упоминание о том, что впервые на то, что использование расстояния Махаланобиса является лучшим подходом при выборе объекта сравнения, указал Tchira в 1979).

Развитие метода было обеспечено Хансом Изаксоном. Поддержан Каммероу.

Близость или степень взаимозаменяемости между двумя объектами недвижимости измеряется расстоянием между объектами в n -мерном пространстве, созданном с учетом n характеристик объекта недвижимости (таких как местоположение, размер, качество, стиль, рыночные условия и т.д.), которые приносят доход и, как следствие, стоимость. Единственным субъективным аспектом NNAT является определение n -мерного пространства – ценообразующих факторов - и способа измерения расстояния в пределах этого пространства.

Обе работы не доступны. Но есть ещё одна статья, в которой техника описана в достаточном объёме.

Пример. Техника ближайших соседей - NNAT (Ханс Изаксон) (2)

NNAT реализуется с использованием следующих шагов:

1. Выполнить стандартный факторный анализ физических характеристик всех объектов недвижимости на субрынке, содержащих рассматриваемый объект недвижимости, чтобы определить n -мерное пространство соответствующих характеристик недвижимости;
2. Используя результаты факторного анализа, рассчитать ковариационную матрицу координат фактора для всех объектов недвижимости на субрынке;
3. Для каждого объекта найти k ближайших недавно проданных объектов, используя расстояние Махаланобиса (1936) в качестве показателя близости;
4. Рассчитать весовые коэффициенты, присвоенные каждой ближайшей продаже, как нормализованное значение, обратное квадрату расстояния от Махаланобиса (1936) до объекта недвижимости;

Пример. Техника ближайших соседей - NNAT (Ханс Изаксон) (3)

5. Рассчитать предполагаемую цену как средневзвешенную цену продажи k-ближайших недавно проданных объектов недвижимости, используя следующее уравнение:

$$(1) P_j = w_1 \times P_1 + w_2 \times P_2 + w_3 \times P_3 + \dots + w_k \times P_k$$

где

P_j – оценка цены объекта оценки

w_k - близость сопоставимого объекта k к объекту оценки

P_k – цена сопоставимого объекта k

k – номер сопоставимого объекта

Пример. Техника ближайших соседей - NNAT (Ханс Изаксон) (4)

Близость определяется как

$$(2) \quad w_k = (1/df_{2k}) / D,$$

где

df_{2k} – квадрат дистанции Махаланобиса между сопоставимым объектом k и объектом-объектом, и

$$D = 1 / df_{21} + 1 / df_{22} + 1 / df_{23} + \dots + 1 / df_{2k}.$$

Пример. Техника ближайших соседей - NNAT (Ханс Изаксон) (5)

Дистанция Махаланобиса (1936) определяется как

$$(3) \quad df2k = (X - X_k) E^{-1} (X - X_k)$$

где

X - вектор факторных координат объекта недвижимости,

X_k - вектор факторных координат объекта недвижимости k , и

E - матрица ковариации факторных координат всех объектов недвижимости.

Пример. Техника ближайших соседей - NNAT (Ханс Изаксон) (6)

Цитата

Некоторые соображения, такие как количество сопоставимых объектов (k) и альтернативные меры расстояния, на практике должны определяться точностью альтернативных вариантов. Если использование трех сопоставляемых параметров значительно точнее, чем, скажем, шести сопоставляемых параметров, тогда используйте три сопоставимых параметра. Эти решения могут быть приняты объективно, в то время как определение n -измерений предполагает субъективные решения.

Иные (не ближайшие соседи) методы на ту же тему

1. Техника минимальной дисперсии (Керри Вандел)
2. Техника минимального коэффициента вариации (Гау, Лаи и Уонг)
3. Оценщик тотальной сетки (Келли Пейс)
4. Корректировки из регрессионной модели для использования в сетке

Техника минимальной дисперсии (Керри Вандел)

- Vandell K.D. (1991), Optimal Comparable Selection and Weighting in Real Property Valuation, AREUEA Journal, Vol. 19, No. 2, <https://www.sci-hub.ru/10.1111/1540-6229.00550>

Применяет статистическую теорию для принятия решений о том, сколько сопоставимых объектов следует отобрать, какими должны быть критерии для отбора сопоставимых объектов и как можно определить надлежащие веса для каждой скорректированной оценки стоимости таким образом, чтобы окончательная оценка стоимости была как объективной, так и с минимальной дисперсией.

Получено несколько результатов, которые противоречат общепринятой практике:

1. не всегда может быть оптимальным сначала рассматривать "лучшие" сопоставимые объекты из-за отсутствия независимости между их скорректированными оценками стоимости.
2. всегда желательно учитывать большее количество сопоставимых объектов (не обращая внимания на то, насколько они "плохие"), при условии, что их скорректированные оценки стоимости будут оптимально взвешены в окончательной оценке стоимости.
3. веса, обычно выбираемые для "худших" сопоставимых объектов, как правило, слишком малы.

Опробована и раскритикована Каммероу.

2. Техника минимального коэффициента вариации

Модификация техники минимальной дисперсии

- Gau, G. W., T.-Y. Lai and K. Wang, Optimal Comparable Selection and Weighting in Real Property Valuation: An Extension, Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association, 1992, 20, 107–24.

Лай и Ванг

- Lai, T.-Y. and Wang, K. (1996), Comparing the Accuracy of the Minimum - Variance Grid Method to Multiple Regression in Appraised Value Estimates, Real Estate Economics, 24(4), 531-549.

проводят сравнение результатов оценок методом корректирующей сетки и методом многомерной регрессии

... оба метода дают несмещённые оценки,

метод корректирующей сетки с минимальной дисперсией должен давать меньшее стандартное отклонение, чем метод многомерной регрессии.

Также ими разработан метод оценки доверительного интервала или проверки гипотез для метода корректирующей сетки с минимальной дисперсией.

3. Оценщик тотальной сетки Келли Пейса

Pace, R. K. (1998). "Total grid estimation." Journal of Real Estate Research 15(1/2),
<https://core.ac.uk/download/pdf/7162584.pdf>

Довольно загадочная штука.

Корректировки для использования в сетке, полученные из регрессионной модели

Впервые такая возможность упоминается в

- Colwell P.F., Cannaday R.E; Wu C. (1983), The analytical foundations of adjustment grid methods, Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association, Vol. 11, Is. 1, https://ia800200.us.archive.org/8/items/analyticalfounda924colw/analyticalfounda924colw_bw.pdf
- Lipscomb J.B. Gray J.B. (1990), An Empirical Investigation of Four Market-Derived Adjustment Methods, Journal of Real Estate Research, vol. 5(1),

Два основных вывода:

1. на одном и том же наборе данных корректировки, полученные из коэффициентов регрессии, аналогичны корректировкам, полученным из подобранных пар;
2. даже в относительно идеальных условиях корректировки, основанные на рыночных данных, содержат высокую долю неопределённости.

Корректировки для использования в сетке, полученные из регрессионной модели (2)

Позже были сформулированы условия корректного применения

1. Из области однородного ценообразования (субрынка объекта оценки) выбираются аналоги.
2. Выборка делится на две подвыборки:
 - бОльшая, на которой строится регрессионное уравнение;
 - меньшая – несколько штук, которые идут в сетку корректировок.
3. Корректировки берутся из регрессионного уравнения и подставляются в сетку корректировок.

Но сразу возникла проблема недостатка объектов не то, что для двух подвыборок, но даже для одной, на которой строится регрессионная модель, в области однородного ценообразования. Т.е. речь идёт о той самой ошибке агрегирования.

Хотя, в каких-то отдельных случаях крупных областей однородного ценообразования, что возможно применительно к отдельному сильному фактору, например, загрязнение, это возможно. У меня в монографии есть заимствованный пример определения корректировки на загрязнение двумя способами – регрессионным анализом и парными сравнениями (группа пар). Результаты определения корректировки на загрязнение были практически идентичными. Правда, зачем строить модель, если достаточно много пар продаж, не ясно.

Так что применение регрессии для получения корректировок в большинстве случаев – утопия.