

*СЛУЦКИЙ А.А., к.т.н.,
Заместитель председателя комитета
по научным и методологическим вопросам
в оценочной деятельности
Союза саморегулируемых организаций оценщиков
(Национальное объединение)*

ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕННАЯ ОЦЕНКА. ТЕРМИНЫ И ИНСТРУМЕНТЫ СТАТИСТИКИ.

Аннотация

Рассмотрены термины и инструменты статистики, применяемые в доказательственной оценке рыночной (и иной) стоимости недвижимости для обеспечения достоверного результата. Уточнено понимание некоторых ключевых терминов, которые могут трактоваться неправильно. В практическую сферу введены элементы аппарата непараметрической статистики, позволяющие формально доказывать выводы в тех местах процесса оценки, которые ранее отдавались на то, что называется, «профессиональное суждение» оценщика. Рассмотрены практический пример оценки рыночной стоимости земельного участка, начиная с анализа рынка и заканчивая определением величины рыночной стоимости в виде конкретного числа и интервала, в котором оно может находиться, а также статистические методы определения корректировок. Рассмотрено понятие «существенности» со статистической точки зрения и вытекающие из этого понятия следствия.

Ключевые слова: *оценка, доказательственная оценка, параметрическая и непараметрическая статистика, генеральная совокупность и выборка, меры центральной тенденции, доверительный интервал и интервал, корреляционно – кластерный анализ, ошибки аппроксимации, корреляционный анализ, причинно – следственная связь.*

... если рассматривать каждый отдельный случай, господствует случайность, в которой, следовательно, внутренний закон, прокладывающий себе дорогу через эти случайности и регулирующий их, становится видимым лишь тогда, когда они охватываются в больших массах ...
К. Маркс, «Капитал», т. III

Введение

Основы и некоторые детали доказательственной оценки представлены в ¹. Доказательственная оценка не представляет собой какую-то «новую оценку». В ней не выдвигается никаких новых подходов, методов и техник оценки. Однако, существующие в настоящее время подходы, методы и техники оценки пересматриваются, конкретизируются и уточняются («дотягиваются и допиливаются»), а также выстраиваются в логически непротиворечивый процесс оценки, который соответствует процессу получения высоковероятного, разумно достоверного умозаключения – величины стоимости.

Основополагающим принципом доказательственной оценки является обеспечение в отчёте об оценке необходимого и достаточного характера причинно – следственных связей между исходными посылками, то есть данными рынка, и итоговым выводом – значением рыночной или иной стоимости объекта оценки. Это обеспечивает получение достоверного результата оценки.

При этом демонстрация и необходимости и достаточности указанных причинно – следственных связей осуществляется с использованием понятий и инструментов непараметрической статистики. Хотя доказательственная оценка не отвергает и приветствует использование вербально – логических, формально – математических (аналитических) и иных методов доказывания, основная опора на аппарат статистики – неотъемлемое требование доказательственной оценки в данный момент.

В представленном ниже материале представляются минимально необходимые данные о терминах, которые (что очень важно) необходимо правильно понимать, а также об инструментах, позволяющих формулировать вывод (умозаключение) о величине стоимости в формально доказанном виде.

Необходимо отметить, что в практике оценки в России в отношении некоторых базовых понятий статистики сформировались ложные представления, которые не играют никакой доказательственной роли, но прямо вводят в заблуждение потребителя оценки, придавая наукообразный, псевдонаучный вид выводам, не имеющим в реальности никакой доказательственной основы.

¹ Слуцкий А.А. (2021), Концепция доказательственной оценки (Статья), Теория, методология и практика оценки, 31.12.2021, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-koncepciya-dokazatelstvennoj-veroyatnosti-v-ocenke-statya/>, Слуцкий А.А. (2020), Концепция доказательственной оценки, Презентация доклада на совместном заседании Санкт – Петербургского НМС по оценке, Комитета по научным и методологическим вопросам в оценочной деятельности Союза СОО и Научно – методического Совета РОО, Санкт – Петербург – Москва, 15.12.2021г., <http://tmpo.su/sluckij-a-a-koncepciya-dokazatelstvennoj-ocenki-v-kontekste-st-12-federalnogo-zakona-135fz-ob-ocenочноj-deyatelnosti-v-rossijskoj-federacii-ot-29-07-1998-n-135-fz/>, Табакова С.А., Нейман Е.И., Слуцкий А.А. (2021), Методологические проблемы оценки стоимости недвижимого имущества в настоящее время – в чём суть конфликта и пути его преодоления, Русское Общество Оценщиков, 18.11.2021, http://sroroo.ru/press_center/news/3544169/

С другой стороны, в практическую сферу нами вводятся элементы аппарата непараметрической статистики, позволяющие формально доказывать выводы в тех местах процесса оценки, которые ранее отдавались на то, что называется, «профессиональное суждение» оценщика (а стало быть и на альтернативное «профессиональное суждение» разного рода оппонентов) и которые априори являются источниками оспоримости результата оценки.

Материал состоит из введения, заключения и тринадцати параграфов со следующей структурой:

1. Статистика – инструмент доказательства в оценке.
2. Параметрическая и непараметрическая статистика.
3. Генеральная совокупность и выборка. Повторная и бесповторная выборки. Статистический силлогизм.
4. Меры центральной тенденции.
5. Корреляция. Корреляционный анализ.
6. Корреляционно - кластерный анализ рынка.
7. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация и тренды. Коэффициенты корреляции и детерминации. Математико - статистическая модель оценки.
8. Критерий Манна – Уитни. Анализ ценообразующих факторов.
9. Ошибки аппроксимации. Однородность выборки. Выбросы, как объекты с иным ценообразованием
10. Критерий Спирмена. Достаточность количества аналогов.
11. Интервал, в котором может находиться рыночная стоимость объекта оценки.
12. Статистические методы определения корректировок
13. Существенность в оценке с позиций аппарата статистики.
14. Регрессионный анализ.

1. Статистика – инструмент доказательства в оценке

В настоящее время можно принять в качестве общепринятого (неоспариваемого) утверждение о том, что стоимость (рыночная или иная) имеет вероятностную природу, которой присуща неопределённость.

Одновременно, от оценщика требуется обеспечить, как минимум разумную вероятность (более 50%, скорее да, чем нет) того, что результат его оценки является достоверным, т.е. разумно достоверным, а не низко вероятным (скорее нет, чем да), проблематическим.

В США такое требование является требованием закона о доказательствах при даче оценщиками показаний в судах в качестве квалифицированных свидетелей – экспертов (стандарт разумной вероятности, стандарт преобладания вероятностей)², а также неофициальным, но подразумеваемым требованием в профессиональной оценке³, несмотря на то, что в отношении оценки применяются определения «мнение» или «суждение».

² См. Комментарии к Federal Rules of Evidence. Rule 702. Testimony by Expert Witnesses, https://www.law.cornell.edu/rules/fre/rule_702 , Cappellino A. (2020), Federal Rules of Evidence and Experts: The Ultimate Guide, The Expert Institute, Update 23.06.2020, <https://www.expertinstitute.com/resources/insights/the-ultimate-guide-to-the-federal-rules-of-evidence-and-expert-witnesses/?fbclid=IwAR3r20Q8rK40tjq97defGBuYrSQ0YiGn4DB71nNk1BohxUf0pqUf9jRBYoI>

³ Lennhoff D.C., Parli R.L. (2021), Reasonably Probable? Possibly, The Appraisal Journal, Summer, <http://www.appraisalinstitute.org/file.aspx?DocumentId=2837>

В России такое требование содержится в статье 12 Федерального закона "Об оценочной деятельности в Российской Федерации" от 29.07.1998 N 135-ФЗ, «Достоверность отчета как документа, содержащего сведения доказательственного значения», но в реальности это требование никогда не было основой процесса оценки и отношения потребителей к результату оценки (оставалось как бы «за скобками»).

В России термины «разумная вероятность», «разумная достоверность», «разумная степень достоверности», имеющие одинаковый смысл, вовсе не является новым.

В частности, «разумная степень достоверности» содержится в п. 5 Статьи 393 «Обязанность должника возместить убытки» ГК РФ:

Размер подлежащих возмещению убытков должен быть установлен с разумной степенью достоверности. ...

Этому термину соответствует «обычный» стандарт доказывания (баланс вероятностей или разумная степень достоверности), рекомендуемый в числе прочих Научно-консультативным советом при Арбитражном суде Западно — Сибирского округа ⁴.

В соответствии с требованиями формальной логики для обеспечения достоверного в понимании разумно достоверного и более чем разумно достоверного умозаключения (применительно к оценке - результата оценки) в условиях невозможности использования дедуктивного метода, дающего истинные умозаключения, требуется использование методов научной (но не популярной) индукции и научной (но не популярной) аналогии.

Описание логических основ доказательственной оценки представляет собой отдельную интересную задачу, которая находится в процессе решения автором. Тем не менее, обзор логических методов построения умозаключений применительно к процессу и результатам оценки можно увидеть в ⁵.

Принято считать, и это и в самом деле так, что оценка основана на логическом методе аналогии ⁶. Однако, в связи с априори невысокой доказательственной силой аналогии (ранее до формирования требований к научности аналогии и внедрении в практику научно - технического моделирования в общем считалось, что аналогия не способна дать достоверное умозаключение) увеличение доказательственной силы аналогии путём привлечения аппарата научной индукции, частью которого является метод статистического обобщения ⁷, представляется очень актуальным и насущным.

Говоря иначе, доказательственная оценка представляет собой рассуждения по аналогии (в виде модели аналогии), обработанные с использованием метода

⁴ Научно-консультативный совет при Арбитражном суде Западно — Сибирского округа (2020), Рекомендации № 1/2019 для рассмотрения вопросов, возникающих при применении арбитражного процессуального законодательства Российской Федерации и законодательства об энергоснабжении, Утв. на заседании президиума Арбитражного суда Западно-Сибирского округа 15.11.2019 г. по итогам заседания 24.05.2019 г., <https://altai.arbitr.ru/files/pdf/14-20HKC%20A24.05.2019.pdf>

⁵ Слуцкий А.А. (2021), Достоверность в логике — высокая правдоподобность, высокая вероятность, Теория, методология и практика оценки, 04.10.2021, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-dostovernost-v-logike-vysokaya-pravdopodobnost-vysokaya-veroyatnost/>

⁶ При этом, в соответствии с требованиями логики используемая аналогия в обязательном порядке должна удовлетворять требованиям научности, что на практике сплошь и рядом не имеет места.

⁷ См. Слуцкий А.А. (2021), Достоверность в логике — высокая правдоподобность, высокая вероятность, Теория, методология и практика оценки, 04.10.2021, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-dostovernost-v-logike-vysokaya-pravdopodobnost-vysokaya-veroyatnost/>

научной индукции (в виде статистического обобщения). В совокупности это обеспечивает построение математико – статистической модели оценки (модели стоимости), которая является моделью аналогии, что, в свою очередь, обеспечивает научность самой аналогии. Таким образом, обеспечивается синергетический эффект от использования научной аналогии и научной индукции.

В соответствии с общим определением

*Статистическое доказательство - это рациональная демонстрация степени уверенности для утверждения, гипотезы или теории, которая используется для убеждения других после статистической проверки подтверждающих свидетельств и типов выводов, которые можно извлечь из результатов теста. Статистические методы используются для лучшего понимания фактов, и доказательство демонстрирует достоверность и логику вывода с явной ссылкой на гипотезу, экспериментальные данные, факты, тест, и коэффициент.*⁸

Если обратиться к области судебных стоимостных экспертиз, то использование статистических методов доказывания в судопроизводстве не является чем - то новым ни за рубежом (Великобритания, США), ни в России:

*Статистические данные и вероятностные рассуждения сегодня играют важную и расширяющуюся роль в уголовных расследованиях, уголовном преследовании и судебных процессах ...*⁹

*Одним из видов информации, которая может быть использована в процессе доказывания по гражданским и административным делам и, как следствие, способна стать предметом оценки судом в выносимых им решениях, является информация статистического характера. Указанная информация формируется путем собирания, представления и интерпретации числовых данных, что характеризует статистику как метод, применяемый в самых различных по содержанию сферах деятельности.*¹⁰

Для решения задачи демонстрации достоверности результата оценки статистический аппарат характерен и незаменим тем, что он формален, т.е. лишён субъективной составляющей, и, самое главное – позволяют полностью формально показать вероятность, с которой можно доверять умозаключению – результату оценки – вероятности доверия.

⁸ ВикибриФ (2021), Статистическое доказательство - Statistical proof, ВикибриФ.Ру, 06.02.2021, https://ru.wikibrief.org/wiki/Statistical_proof

⁹ Aitken C., Roberts P., Jackson G. (2010), Fundamentals of Probability and Statistical Evidence in Criminal Proceedings Guidance for Judges, Lawyers, Forensic Scientists and Expert Witnesses, Practitioner Guide №1, Prepared under the auspices of the Royal Statistical Society's Working Group on Statistics and the Law,

https://www.researchgate.net/publication/259088224_Fundamentals_of_Probability_and_Statistical_Evidence_in_Criminal_Proceedings_Guidance_for_Judges_Lawyers_Forensic_Scientists_and_Expert_Witnesses

¹⁰ Рыжков К.С. (2021), Использование статистической информации в процессе доказывания и при вынесении судебных актов в цивилистическом и административном судопроизводстве, Вестник Томского государственного университета, № 473, <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-statisticheskoy-informatsii-v-protsesse-dokazyvaniya-i-pri-vyenesenii-sudebnyh-aktov-v-tsivilisticheskom-i>

При этом статистика оперирует обычно с вероятностями доверия, которые существенно выше минимально требуемого стандартом разумной вероятности уровня – более 50%. Обычные, общепринятые в статистике вероятности доверия лежат в интервале 90% - 99%, что, очевидно, можно считать показателем не только достоверности, но и формальной доказанности результата оценки.

Однако, тут есть одно обстоятельство, которое нельзя оставить в стороне – статистическое обобщение, как метод, дающий достоверное умозаключение, применим только к массовым явлениям. Хотя нигде не уточняется какова должна быть эта «массовость», априори принято считать, что это «много», в то время как в оценке принято считать, что обычно исходной информации для оценки – объектов – аналогов – «всегда мало». В статистике это именуется «проблемой малых выборок».

Однако проведённые нами многолетние практические исследования и оценки позволили найти разумный компромисс между «малым» количеством объектов – аналогов, которое, как правило, не такое уж и «малое», а также подобрать ряд статистических инструментов непараметрической (а не намного более широко известной параметрической) статистики, которые позволяют решать требуемые для демонстрации достоверности результата оценки задачи.

Особо отметим наше принципиальное отношение к статистике строго как к аппарату, инструменту оценки, позволяющему увеличить её доказательственную силу. При этом мы ни в коем случае не рассматриваем оценку в качестве некоего «бокового, не очень красивого» применения статистики, что представляется нам полностью абсурдным.

Далее последовательно излагаются представления о статистическом «наполнении» процесса оценки. При этом автор не претендует на исчерпывающую полноту и ясность изложения информации, связанной с отдельными конкретными терминами и инструментами. Практически по каждому из рассмотренных далее вопросов имеется масса специальной литературы. Мы же концентрируемся на применении специальных терминов и инструментов конкретно в оценке стоимости. Кроме того, мы не приводим формулы для расчёта тех величин, которые соответствуют уровню знаний средней школы и, кроме того, могут быть вычислены с помощью стандартных возможностей MS Excel, базовое владение которым здесь подразумевается.

2. Параметрическая и непараметрическая статистика

В соответствии с общими определениями ¹¹,

Параметрическая статистика — раздел статистики, который предполагает, что выборка принадлежит генеральной совокупности, которая может быть достаточно точно и адекватно смоделирована вероятностным распределением с определенным набором параметров.

Наоборот, непараметрическая модель отличается тем, что набор параметров не задан и может увеличиваться или уменьшаться, если собрана новая полезная информация.

Наиболее известные статистические методы являются параметрическими.

¹¹ Параметрическая статистика. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Параметрическая_статистика

Необходимо уточнить, что ключевым фактором параметрической статистики является распределение, при этом в подавляющем числе случаев, когда речь идёт о параметрических статистических методах исследования, речь идёт о нормально распределённых данных (хотя это в корне неверно, а первой задачей исследования с применением параметрической статистики является определение вида распределения, применимого к конкретному случаю, и оно может оказаться отличным от нормального).

Для полного прояснения вопроса о том, когда стоит говорить и использовать параметрическую статистику, основанную на нормальности распределения данных, а когда не стоит этого делать, приведём цитату из американской «Оценки недвижимости»¹²:

Хотя наиболее популярные и удобные для пользователя тесты основаны на предположении, что выборка была получена из нормально распределенной популяции (т.е. так называемой «колоколообразной кривой» с асимметрией = 0 и эксцессом = 3), выводы, основанные на нормальности, относительно ненормально распределенных генеральных совокупностей могут быть сделаны только в том случае, если размер выборки достаточно велик.

Адекватность размера выборки зависит от распределения генеральной совокупности.

Вообще говоря, согласно центральной предельной теореме¹³, выборочное распределение среднего, взятого из генеральной совокупности, независимо от формы распределения генеральной совокупности, будет приблизительно нормальным при размере выборки не менее 30.

Выборочное распределение среднего значения относится к распределению выборочного среднего. Создание распределения выборочного среднего предполагает взятие множества случайных выборок из данной популяции, вычисление среднего значения каждой случайной выборки, а затем изучение распределения этих средних.

При выборке из несимметричной генеральной совокупности для обеспечения приблизительно нормальности выборочного распределения среднего значения требуется размер выборки не менее 30.

Если генеральная совокупность достаточно симметрична (например, данные об аренде квартир), выборочное распределение среднего значения будет приблизительно нормальным при размере выборки не менее 15.

Если генеральная совокупность распределена нормально, то выборочное распределение среднего также является нормальным, независимо от размера выборки¹⁴.

Однако, эта цитата определяет только обоснованность упрощающего ситуацию предположения о нормальности распределения выборочного среднего. Но не отменяет то, что это по-прежнему будет только предположение, которое, на самом

¹² Appraisal Institute (2020), The Appraisal of Real Estate, Fifteenth Edition, Appraisal Institute, Chicago, IL., Chapter 14. Statistical Analysis in Appraisal

¹³ «Центральная предельная теорема - статистический принцип, который определяет тенденцию распределения выборочного среднего значения становиться приблизительно нормальным по мере увеличения размера выборки, независимо от формы распределения генеральной совокупности» - Там же.

¹⁴ См. Levine D.M., Krehbiel T.C., Berenson M.L. (2003), Business Statistics: A First Course, 3rd ed., Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall

деле, никто и ничто не мешает проверить. Поэтому любое предположение о нормальности распределения не может являться обоснованным или вероятным (правдоподобность которого высоковероятна).

В России этой теме посвящён ГОСТ Р 8.736 – 2011¹⁵, где предписываются обязательные алгоритмы проверки данных на нормальность распределения. При этом:

- предположение о нормальности распределения генеральной совокупности априори отвергается – формальная проверка на нормальность распределения при числе наблюдений (объектов – аналогов в случае оценки) $n < 15$ не производится в силу недостоверности результата такой процедуры¹⁶;
- устанавливаются два интервала числа измерений - $15 < n < 50$ и $n > 50$ (а не $15 < n < 30$, как указано в американской «Оценке недвижимости»), для которых приведены разные алгоритмы формальной проверки;
- до начала проверки на нормальность распределения предписываются разные для разных интервалов числа измерений алгоритмы проверки на наличие выбросов.

Для практики оценки это означает то, что доказательно и ответственно использовать аппарат параметрической статистики в оценке в России можно только

1. имея в распоряжении более 15 объектов – аналогов (т.е. 16 и более);
2. после проверки данных на нормальность распределения;
3. после проверки данных на отсутствие выбросов.

Это даст возможность доказательно использовать среднее арифметическое значение по выборке данных в качестве наиболее вероятного значения¹⁷.

Отступление от этого алгоритма лишает результат оценки доказательственного характера – хотя можно определить среднее арифметическое значение и по трём наблюдениям, но никакого значения для окружающего мира, включая потребителей оценки, это результат иметь не будет, поскольку он не может быть отнесён за пределы этих самых трёх наблюдений, включая невозможность его отнесения (переноса признака, выражаясь языком логической аналогии) на объект оценки.

Необходимо отметить также, что использование аппарата параметрической статистики возможно только на исходных, никак не скорректированных данных (ценах, ставках аренды и т.д.). Применение аппарата параметрической статистики для данных, подвергнутых модификации, особенно с использованием «экспертных»

¹⁵ ГОСТ Р 8.736 – 2011. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения, <http://gost.gtsever.ru/Data/520/52042.pdf>

¹⁶ Это и в самом деле «утопическое» предположение, которое никогда не имело опытного (практического) подтверждения. На то, что попытки нескольких авторов журнала «Заводская лаборатория» достичь нормальности распределения на огромных (тысячи) количествах наблюдений, которые можно было считать генеральными совокупностями, потерпели неудачу, указывает А.И. Орлов (Орлов А.И. (2002), Эконометрика, Учебник для вузов. М.: Изд-во «Экзамен», <http://www.aup.ru/books/m153/>), кроме того, можно сослаться на д.э.н. С.А. Смоляка: на одном из авторских семинаров в начале XXI века он сказал, что по его данным нормальность данных в экономике не смог показать никто.

¹⁷ В практике автора имеются примеры использования этого алгоритма в полном соответствии с приведёнными требованиями, например, для доказательственного обоснования наиболее вероятного значения ожидаемого годового темпа роста стоимости (ставок аренды) на основании ретроспективной динамики индекса и теории случайных блужданий (основание вывода о наиболее вероятном значении на релевантной теории обеспечивало необходимость, а статистический инструментарий достаточность причинно – следственных связей при формировании умозаключения). Таким образом, параметрические методы вполне могут иметь своё применение в оценке, но в уместных случаях.

методов, недопустимо, поскольку противоречит смыслу статистического исследования.

Если обратиться к реалиям оценки, то станет очевидно, что оценки на более чем 15 объектах – аналогах, как минимум, не являются систематическими (широко распространёнными), а, как максимум, редки (в практике автора, априори ориентированной на максимизацию количества использованных аналогов, такие оценки не выходят за пределы нескольких процентов случаев). Соответственно, говорить о возможности систематического использования аппарата параметрической статистики в оценке без введения полностью необоснованных или слабо обоснованных (проблематических) предположений невозможно.

Соответственно, возникает интерес к использованию в оценке аппарата непараметрической статистики, который до последнего времени оставался в стороне от внимания оценочных методологов.

Термин «непараметрическая статистика» может быть нечётко определён, среди прочих, следующими двумя способами.

Первое значение непараметричности охватывает методы, которые не полагаются на данные, относящиеся к какому-либо конкретному распределению. Среди прочих они включают в себя:

- *Свободные от распределения методы, которые не полагаются на допущения о том, что выборка получена из определённых вероятностных распределений. Такая непараметрическая статистика является противоположностью параметрической статистики. Методы включают описательную статистику, статистические модели и вывод, проверку статистических гипотез.*
- *Непараметрическая статистика (в значении статистики над данными, которая определяется как функция от выборки и не зависит от параметра), интерпретация которой не зависит от совокупности, соответствующей каким-либо параметризованным распределениям. Порядковая статистика, основанная на рангах наблюдений, является одним из примеров такой статистики, и играет центральную роль во многих непараметрических подходах.¹⁸*

В некотором смысле непараметрическая статистика – более общий, более универсальный аппарат, чем параметрическая статистика, зажатая в рамки набора распределений (как правило - в рамки нормального распределения). Вместе с тем, нельзя не отметить, что аппарат непараметрической статистики разработан хуже, но вполне достаточно для его использованию в оценке.

Несмотря на то, что бытует представление о том, что использование непараметрической статистики связано с ещё более жёсткими требованиями к количеству наблюдений, на самом деле это не так или, по крайней мере, не всегда так. Тот аппарат непараметрической статистики, а именно – ранговые критерии Манна – Уитни и Спирмена, применение которых в оценке мы продемонстрировали ранее в ряде работ и продемонстрируем далее, являются действительными, начиная с пяти наблюдений (а частично с трёх). При этом эти методы никогда – в том числе и при количестве наблюдений более 15 - не требуют процессов проверки

¹⁸ Непараметрическая статистика. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Непараметрическая_статистика

данных на нормальность распределения, что существенно сокращает трудоёмкость вычислительных процессов.

3. Генеральная совокупность и выборка. Повторная и бесповторная выборки. Статистический силлогизм.

Несмотря на свой общий характер определение «генеральной совокупности» в оценке имеет огромное значение и последствия.

В соответствии с общим определением ¹⁹,

Генеральная совокупность (от лат. generis — общий, родовой) — совокупность всех объектов (единиц), относительно которых предполагается делать выводы при изучении конкретной задачи.

Генеральная совокупность состоит из всех объектов, которые имеют качества, свойства, интересующие исследователя.

В оценке имеется тенденция представлять генеральную совокупность в виде неопределённо большого количества объектов, наблюдаемых - присутствовавших, присутствующих, не присутствовавших, не присутствующих, наблюдаемых и ненаблюдаемых, данных и не данных нам в ощущениях и т.д. - не конкретизируя, что, собственно за этим стоит. Очевидной целью этого является «врождённое» стремление использовать в оценке аппарат параметрической статистики.

Между тем, сопоставление такого подхода с приведённым выше определением генеральной совокупности показывает его полную несостоятельность:

- Каким образом предполагается делать выводы относительно объектов, ненаблюдаемых, не присутствующих на рынке, применительно к оценке стоимости конкретного объекта оценки?
- Какой интерес они представляют (могут представлять) для оценщика, решающего проблему оценки стоимости конкретного объекта оценки?

Отрицательные ответы на оба вопроса представляются очевидными.

Если обратиться к реальному процессу оценки, то в российских условиях в общем, нормальном, типичном случае

- при анализе рынка оценщик рассматривает (или, скорее, должен рассматривать) объекты из того же сегмента рынка, что и объект оценки ²⁰, которые находятся на рынке на дату оценки,
- из этих объектов оценщик выделяет те объекты, которые являются объектами - аналогами;
- непосредственно при оценке оценщик рассматривает уже только объекты — аналоги.

Эти совокупности и представляют собой «... совокупность всех объектов (единиц), относительно которых предполагается делать выводы при изучении конкретной задачи. ... которые имеют качества, свойства, интересующие исследователя».

Никаких иных объектов, которые могут оказывать влияние на результат оценки, в процессе оценки не используется.

¹⁹ Генеральная совокупность. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Генеральная_совокупность

²⁰ Здесь речь идёт именно о типичном, нормальном случае оценки. Тем не менее, на практике могут возникать ситуации, требующие анализа в иных, нежели сегмент рынка объекта оценки, сегментах рынка. Однако, такие случаи редки и качественно не меняют описываемые представления.

Соответственно, для целей оценки стоимости можно дать два определения генеральной совокупности.

1. Применительно к процессу анализа рынка генеральную совокупность можно корректно определить только как совокупность
 - a. объектов из того же сегмента рынка, что и объект оценки, непосредственно обнаруженных оценщиком и использованных в анализе рынка, и
 - b. объектов из того же сегмента, что и объект оценки, упущенных (пропущенных, не обнаруженных) оценщиком в ходе исследования.
2. Применительно к оценке, осуществляемой сравнением по аналогии, генеральную совокупность можно корректно определить только как совокупность
 - a. объектов – аналогов, обнаруженных оценщиком и непосредственно использованных в оценке, и
 - b. объектов – аналогов, упущенных (пропущенных, не обнаруженных) оценщиком в ходе исследования рынка.

В свою очередь,

Выборка или выборочная совокупность — часть генеральной совокупности элементов, которая охватывается экспериментом (наблюдением, опросом)²¹.

Соответственно, в оценке выборку можно определить только как часть генеральной совокупности - совокупность объектов – аналогов, непосредственно использованных 1) в анализе рынка и 2) непосредственно в оценке.

Далее, предположим, что имеется некий мешок, в котором находятся шарики с разными номерами.

Общее количество этих шариков, т.е. объём генеральной совокупности N , неизвестен.

По условиям эксперимента из мешка можно достать n шариков, т.е. в исследовании можно использовать выборку объёмом n .

Далее можно действовать двумя путями.

1. После того, как каждый из n шариков достаётся из мешка и изучается, его можно помещать назад в мешок и использовать в эксперименте в дальнейшем, в результате чего каждый из шариков может доставаться повторно. Такая выборка именуется повторной. В результате количество шариков, которые могут принять участие в эксперименте, т.е. объём генеральной совокупности, становится бесконечным, и можно заключить, что объём выборки при любом его значении пренебрежимо мал по сравнению с объёмом генеральной совокупности и использовать это обстоятельство для существенного упрощения расчётов. Это типичное допущение «классической» статистики, которое часто подаётся как само собой разумеющееся, но которое приводит к серьёзным искажениям итоговых результатов и даже к использованию логически бессмысленных величин, например, доверительного интервала.
2. После того, как каждый из n шариков достаётся из мешка и изучается, его откладывают в сторону, и в дальнейшем эксперименте он не участвует. Такая выборка именуется бесповторной. При этом как фактический объём генеральной совокупности N , так и иные характеристики генеральной совокупности, например, среднеквадратическое отклонение по генеральной совокупности, остаются всегда неизвестными, что серьёзно усложняет задачу исследования,

²¹ Выборка. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Выборка>

однако, приближает её к реалиям жизни и, в частности, к задачам оценки. При этом, в отношении и фактического объёма генеральной совокупности и иных её характеристик, например, среднеквадратического отклонения по генеральной совокупности, неизбежно необходимо строить некоторые допущения.

Таким образом, между повторной и бесповторной выборками имеется очень серьёзное различие.

Однако, очень часто (и как представляется, умышленно) эта разница игнорируется, а все статистические рассуждения строятся на основании повторных выборок. При этом, получаемые результаты являются априори недостоверными уже на уровне расчётных формул.

Примеры разницы в расчётных формулах, которые определяют некоторые статистические параметры для повторной и бесповторной выборок приведены в Табл. 1 ²².

Таблица 1. Разница в расчётных формулах, которые определяют некоторые статистические параметры для повторной и бесповторной выборок

	Повторная выборка	Бесповторная выборка
Границы доверительного интервала для среднего	$(+/-) t \times \sqrt{\frac{\text{СКО}_{\text{выб. несм}}^2}{n}}$	$(+/-) t \times \sqrt{\frac{\text{СКО}_{\text{выб. несм}}^2}{n} \times (1 - \frac{n}{N})}$
Предельная ошибка нетранспарентности для среднего – половина доверительного интервала	$t \times \sqrt{\frac{\text{СКО}_{\text{выб. несм}}^2}{n}}$	$t \times \sqrt{\frac{\text{СКО}_{\text{выб. несм}}^2}{n} \times (1 - \frac{n}{N})}$
Минимальный объём выборки, требуемый для статистической значимости результата	$\frac{t^2 \times \text{СКО}_{\text{выб. несм}}^2}{\text{Дпред. пв}^2}$	$\frac{t^2 \times N \times \text{СКО}_{\text{гс}}^2}{N \times \text{Дпред. бпв}^2 + t^2 \times \text{СКО}_{\text{гс}}^2}$
<p>СКО_{выб. несм} – несмещённое выборочное среднеквадратическое отклонение; СКО_{гс} – среднеквадратичное отклонение по генеральной совокупности; Дпред. пв – предельная ошибка нетраспарентности повторной выборки; Дпред. бпв – предельная ошибка нетраспарентности бесповторной выборки; t – значение статистики Стьюдента (коэффициент доверия); n – объём выборки; N – объём генеральной совокупности; n : N – доля отбора.</p>		

Особо отметим, что в силу использования в них значения статистики Стьюдента приведённые в Табл. 1 формулы являются параметрическими, основанным на нормальном распределении Стьюдента, т.е. требующим предварительного выполнения всех требований к использованию аппарата параметрической статистики, основанной на нормальном распределении. Однако, об этом обычно не вспоминают.

Тем не менее, если принять как очевидное, что использование в оценке повторных выборок не допустимо – все выборки в оценке должны быть бесповторными - то

²² См., например, Образовательный портал ТГУ, Лекция 7. Выборочные наблюдения, https://edu.tltsu.ru/sites/sites_content/site216/html/media96435/lec_7.pdf, Методы выборочных наблюдений социально – экономических явлений и процессов, Презентация, <https://ppt-online.org/220164> и др.

несложно заключить, что ключевым параметром в приведённых формулах является доля отбора – $n : N$.

Отсюда следует, что в случае качественно проведённого анализа рынка и отбора объектов – аналогов, а также в силу вышеприведённого понимания генеральной совокупности и выборки, величины n и N должны быть близки, т.е. непосредственно в оценке в идеале должна быть использована вся генеральная совокупность объектов – аналогов или, по крайней мере, почти вся генеральная совокупность (в ином случае анализ рынка никак нельзя считать выполненным в достаточном для решения задачи оценки объёме)²³. Однако, это очевидно приведёт к вырождению всех расчётных параметров, приведённых в правом столбце Табл. 1. – все они станут близки к нулю или вообще обнулятся, т.е. утратят практический смысл, но при этом эти минимальные или нулевые значения не будут иметь абсолютно никакого отношения к «неопределённости и точности оценки» - к интервалу, в котором может находиться значение стоимости в виде конкретного числа.

Это, в частности, относится к широко распространённым в оценке случаям, когда оценщиком выявляется всего три – пять объектов – аналогов (больше на рынке нет), но при этом с использованием формулы для повторной выборки рассчитывается доверительный интервал. В этом случае и формула используется не соответствующая, и результат получается неверный – если никаких иных объектов – аналогов на рынке нет (оценщиком не выявлено), то в оценке использована вся генеральная совокупность объектов – аналогов, а доверительный интервал, как понятие, смысла не имеет, он равен нулю.

В силу указанных особенностей использования бесповторных выборок в оценке доверительный интервал, как мера неопределённости итогового результата оценки никакого смысла не имеет, а является попросту вводящим в заблуждение своей относительной узостью относительно «точности» оценки.

Помимо всего прочего, текущее законодательство об оценке содержит термины «интервал», «диапазон», но не содержит термина «доверительный интервал». Соответственно, использование в оценке термина доверительный интервал под видом интервала / диапазона является прямой подменой понятий, которая может (и должна) иметь конкретные юридические последствия.

В этой связи в доказательственной оценке в качестве меры неопределённости используется именно интервал (в статистике именуемый размах вариации) – разница между объективно фиксируемыми в отчёте об оценке максимальным и минимальным значениями стоимости – внутри которого может находиться значение стоимости в виде конкретного числа (см. далее).

Напротив, использование в оценке всей, почти всей или, по крайней мере, большей части генеральной совокупности

- объектов того же сегмента рынка, что и объект оценки, в анализе рынка;
- объектов – аналогов непосредственно в оценке;

даёт основания утверждать, что результат оценки получен с использованием статистического силлогизма – логического научно - индуктивного метода исследования, обеспечивающего достоверный (а не вероятностный, проблематический) результат²⁴.

²³ В реальности, ответственно утверждать, что в анализе использована вся генеральная совокупность целиком нельзя даже при очень качественном анализе.

²⁴ Статистический силлогизм. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Статистический_силлогизм

В частности, позитивная форма статистического силлогизма утверждает разумную степень достоверности умозаключения, основанного на анализе большинства объектов данного класса (в случае оценки генеральной совокупности объектов – аналогов):

Большинство объектов из класса F обладают свойством G

Объект m относится к классу F

Следовательно, объект m скорее обладает свойством G, чем не обладает им.

Если под *m* понимать объект оценки, под *F* – генеральную совокупность объектов – аналогов, а под *G* – меру центральной тенденции (удельной) стоимости, то с разумной (более 50%) вероятностью мы имеем научно обоснованное индуктивное умозаключение о том, что объект оценки имеет (удельную) стоимость, скорее равную *m*, чем не равную *m*.

Таким образом, оценка, соответствующая требованию к статистическому силлогизму, обеспечивает разумно вероятный, разумно достоверный результат – стоимость объекта скорее такова, какой она оценена, чем иная.

В то же самое время негативная форма статистического силлогизма утверждает разумную степень достоверности отрицательного (негативного) умозаключения, основанного на анализе меньшинства объектов данного класса (в случае оценки генеральной совокупности объектов – аналогов):

Немногие объекты из класса F обладают свойством G

Объект m относится к классу F

Следовательно, объект m скорее не обладает свойством G, чем обладает им.

В понимании символов, которое приведено выше, это означает, что в случае, когда проанализирована только небольшая часть генеральной совокупности объектов – аналогов (удельная) стоимость объекта оценки скорее (с разумной вероятностью) не та, которая получена в результате такого оценочного анализа, т.е. результат оценки не достоверен.

Последнее заключение является неприятным для текущей практики оценки, но адекватно отражает ситуацию с оспариванием результатов оценки на нескольких объектах – аналогах в условиях, когда их генеральная совокупность намного больше, поскольку результат оценки априори логически верно не представляется достоверным с требуемой вероятностью.

Напротив, схема статистического силлогизма является логической основой доказательственной оценки, ориентированной на анализ рынка максимизирующий объём объектов из сегмента рынка, к которому относится объект оценки, включённый в анализ, а также максимизацию количества объектов – аналогов.

4. Меры центральной тенденции. Вариация.

Как определено в американской «Оценке недвижимости»²⁵:

Центральная тенденция относится к типичному значению, которое описывает выборку или генеральную совокупность.

²⁵ Appraisal Institute (2020), The Appraisal of Real Estate, Fifteenth Edition, Appraisal Institute, Chicago, IL, Chapter 14. Statistical Analysis in Appraisal

Тремя наиболее часто используемыми мерами центральной тенденции являются медиана, среднее значение и мода. Общепринятые определения рыночной стоимости используют язык, который относится к показателям центральной тенденции.

Наиболее «исторически старой», известной с древнегреческих времён (Пифагор, Никомах Герасский и др.) мерой центральной тенденции является среднее, которое в процессе развития науки превратилось в целое семейство – арифметическое, квадратическое, геометрическое, логарифмическое, взвешенное ²⁶ и т.д. - образующих иерархию.

Поскольку среднее – как правило, среднее арифметическое - является наиболее «исторически старым» понятием, оно лучше всех осмыслено с самых разнообразных сторон, результаты чего могут быть распространены на иные меры центральной тенденции.

Исторически среднее значение является непараметрическим показателем, т.е. оно никак не привязано к тому, предполагается ли использование аппарата параметрической статистики или непараметрической статистики.

В соответствии с определением ²⁷

Среднее значение — числовая характеристика множества чисел или функций (в математике); — некоторое число, заключённое между наименьшим и наибольшим из их значений. ...

Родоначальником теории средних величин принято считать А. Кетле. Он одним из первых начал последовательно разрабатывать теорию средних величин, пытаясь подвести под неё математическую базу. А. Кетле выделял два вида средних величин — собственно средние и средние арифметические. Собственно средние представляют вещь, число, действительно существующие. Собственно средние или средние статистические должны выводиться из явлений однокачественных, одинаковых по своему внутреннему значению.

Средние арифметические — числа, дающие возможно близкое представление о многих числах, различных, хотя и однородных.

Здесь надо особо отметить, что общим требованием к «среднему», которое зачастую упускается из виду, является то, что оно применимо и имеет практический смысл только тогда, когда определяется для «однокачественных, одинаковых по своему внутреннему значению ... различных, хотя и однородных» объектов и явлений. Для разнокачественных, неодинаковых по своему внутреннему значению, неоднородных объектов и явлений «среднее» смысла не имеет и вводит в заблуждение ²⁸.

²⁶ Здесь мы употребляем термин «взвешенное» в смысле взвешенное относительно некоторой характеристики. Однако, в оценке может быть использовано так называемое «логическое» взвешивание, например, на основании вербального или математического анализа сопоставимости объекта оценки и объектов – аналогов, рекомендуемое, в частности, в The Appraisal of Real Estate, Fifteenth Edition, Appraisal Institute, Chicago, Il. для получения итогового значения стоимости объекта оценки. Такое понимание «взвешенного» мы здесь не рассматриваем.

²⁷ Среднее значение. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Среднее значение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Среднее_значение)

²⁸ Именно это требуется в упомянутом выше ГОСТ Р 8.736 – 2011 – сначала проверить однородность выборки (проверить выборку на наличие выбросов), потом показать нормальность распределения,

Применительно к оценке это означает, что формальное усреднение цен объектов без анализа их однородности – например, среднее значение «по рынку» («средняя температура по больнице») - в оценке бессмысленно и не может служить ориентиром для принятия решений. Напротив, в качестве наиболее вероятного может рассматриваться только такое среднее значение, которое определено для группы однородных по своему внутреннему содержанию (в частности, ценообразованию) объектов.

Как нам представляется очевидным, это справедливо и для всех остальных мер центральной тенденции, и в более широком смысле применения статистического аппарата – доказательные выводы как относительно меры центральной тенденции, так относительно меры её неопределённости можно делать только для однородных выборок объектов - аналогов.

В полностью однородном нормальном распределении среднее значение, мода, медиана и середина интервала (см. далее) совпадают.

Тем не менее, мода и медиана являются также непараметрическими мерами центральной тенденции.

Мода — одно или несколько значений во множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто (мода = типичность). Иногда в совокупности встречается более чем одна мода, в данном случае модой будет арифметическое среднее всех мод. ²⁹

Недостатки моды как меры центральной тенденции заключаются в том, что её может не быть вообще, их может быть несколько, её частота может не сильно выделяющейся от иных частот. Поэтому, хотя она наиболее буквально соответствует «наиболее вероятному значению», её использование в оценке очень редко.

Довольно редко используется в оценке и медиана:

*Медиана (от лат. *mediāna* «середина»), или срединное значение набора чисел — число, которое находится в середине этого набора, если его упорядочить по возрастанию, то есть такое число, что половина из элементов набора не меньше него, а другая половина не больше. Другое равносильное определение: медиана набора чисел — это число, сумма расстояний (или, если более строго, модулей) от которого до всех чисел из набора минимальна.* ³⁰

В американской «Оценке недвижимости» ³¹ медиана предписывается для использования в нестатистических выборках при анализе рынка и рекомендуется для использования в малых выборках. При этом помимо определения моды как наиболее вероятного значения никаких упоминаний про её использование в качестве меры центральной тенденции нет.

и только потом среднее значение по выборке может быть утверждено в качестве меры центральной тенденции.

²⁹ Мода (статистика). Материал из Википедии — свободной энциклопедии, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мода_\(статистика\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мода_(статистика))

³⁰ Медиана (статистика). Материал из Википедии — свободной энциклопедии, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Медиана_\(статистика\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Медиана_(статистика))

³¹ Appraisal Institute (2020), The Appraisal of Real Estate, Fifteenth Edition, Appraisal Institute, Chicago, Il., Chapter 14. Statistical Analysis in Appraisal

Необходимо указать ещё меру центральной тенденции, никак не связанную с наличием или отсутствием какого бы то ни было распределения данных – середина интервала. Это термин из дисциплины конечномерного интервального анализа, основанном на знании всего двух значений исследуемой величины – минимума и максимума – и равный полусумме (среднему значению) минимума и максимума. Необходимо упомянуть также термин статистики, аналогичный по смыслу интервалу – размах вариации ³².

Вариация — это различия индивидуальных значений признака у единиц изучаемой совокупности. ...

Размах вариации — это разность между максимальным и минимальным значениями признака $R = X_{\max} - X_{\min}$.

Он показывает пределы, в которых изменяется величина признака в изучаемой совокупности ³³.

Размах вариации в интервальном анализе именуется амплитудой интервала, а полуразмах – радиусом интервала.

В случаях, когда никаких иных знаний об исследуемой величине нет, а такие случаи в оценке имеют место, середина интервала является наилучшей оценкой (наиболее типичным значением, мерой центра) исследуемой величины в виде конкретного числа ³⁴.

Последнее полностью лишает смысла имеющие место утверждения о том, что стоимость не всегда можно определить в виде конкретного числа, и в этих случаях её можно определить в виде интервала, поскольку, определив границы (концы) интервала, в котором может находиться стоимость (от и до), оценщик автоматически и однозначно задал и точечную (в виде конкретного числа) меру центральной тенденции в виде середины интервала.

В доказательственной оценке не исключается использование ни одной из указанных мер центральной тенденции.

Однако, используемому в доказательственной оценке статистическому аппарату лучше всего соответствует такая не упомянутая выше мера центральной тенденции, как наиболее вероятное значение, полученное методом наименьших квадратов (МНК). Это связано с тем, что это значение непосредственно вытекает из модели оценки (модели аналогии, модели стоимости), которая строится и доказывается в процессе оценки. Подробнее это поясняется далее.

5. Корреляция. Корреляционный анализ.

В соответствии с общим определением ³⁵

³² Эти термины изучаются уже в седьмом классе средней школы. См.: Математическая вертикаль. Теория вероятностей и статистика, 7 класс, https://ptlab.mccme.ru/sites/ptlab.mccme.ru/files/7_27_itog.pdf

³³ Показатели вариации. Grandars. Статистика, <https://www.grandars.ru/student/statistika/pokazateli-variatsii.html>

³⁴ Шарый С.П. (2023), Конечномерный интервальный анализ, Новосибирский ГУ, ИВТ СО РАН, Изд-во «XYZ», Новосибирск, <http://www.nsc.ru/interval/Library/InteBooks/SharyBook.pdf>

³⁵ Корреляция. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Корреляция#:~:text=Корреляция%20\(от%20лат.%20correlatio%20«соотношение»\)%2C,значений%20другой%20или%20других%20величин](https://ru.wikipedia.org/wiki/Корреляция#:~:text=Корреляция%20(от%20лат.%20correlatio%20«соотношение»)%2C,значений%20другой%20или%20других%20величин)

Корреляция (от лат. correlatio «соотношение»), или корреляционная зависимость — статистическая взаимосвязь двух или более случайных величин (либо величин, которые можно с некоторой допустимой степенью точности считать таковыми), при этом изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин.

По своей сути, корреляционная связь переменных никогда не является функциональной, полной, точной, а в силу своей вероятностной природы является промежуточной между точной функциональной связью и всяческим отсутствием связи, независимостью исследуемых величин.

Корреляционный анализ – раздел науки о данных (Data Science):

Корреляционный анализ - это статистический метод для определения силы связи между двумя переменными. Он используется для выявления закономерностей и тенденций в данных и прогнозирования будущих событий.

³⁶

Фактически корреляционный анализ – это изучение корреляционных связей с помощью устоявшегося и общепринятого набора инструментов, с которым, как показала практика, методология российской оценки оказалась не знакома ³⁷. Необходимый минимум этих инструментов – построение аппроксимирующих трендов, проверка на влияние неучтённых (ценообразующих) факторов с помощью критерия Манна – Уитни, проверка на статистическую значимость, неслучайность корреляции с помощью критерия Спирмена, проверку на однородность данных по критериям ошибок аппроксимации – мы рассматриваем далее.

Надо иметь в виду, что, не являясь функциональной, корреляционная связь имеет ряд существенных особенностей. В частности ³⁸:

1. Корреляционная связь, в отличие от функциональной, показывает лишь тенденцию изменения одной величины под действием другой, поэтому на основании корреляции можно утверждать лишь о степени связи между переменными, но не о существовании причинно - следственной зависимости между ними. То есть факт корреляции переменных отнюдь не означает, что одна из них вызывает другую, однако дает возможность выдвинуть такую гипотезу.
2. Наличие корреляционной зависимости между переменными не всегда означает наличие непосредственной связи этих величин друг с другом: наблюдаемая связь часто существует благодаря другим переменным (не двум рассматриваемым), а изучаемые величины могут быть связаны между собой через латентные (скрытые от исследователя) переменные.
3. Иногда в исследованиях устанавливается случайная корреляция, не обусловленная никакой причиной

³⁶ What is Correlation Analysis? <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-correlation-analysis/>

³⁷ Известный автору очень обширный массив иностранной оценочной литературы также не содержит никаких ссылок на этот аппарат. Это даёт автору основания сделать заключение об оригинальности представляемых здесь результатов.

³⁸ Харченко М.А. (2008), Корреляционный анализ. Учебное пособие для вузов, ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет», [https://dl.booksee.org/genesis/365000/5fb47bcab814476435cba9fd410d79b0/as/\[Harchenko M.A.\] Korrelyacionnuei analiz Uchebnoe\(BookSee.org\).pdf](https://dl.booksee.org/genesis/365000/5fb47bcab814476435cba9fd410d79b0/as/[Harchenko M.A.] Korrelyacionnuei analiz Uchebnoe(BookSee.org).pdf)

Эти особенности, которые в иных областях исследования могут быть критически важными, в оценке учитываются достаточно просто.

В частности, в оценке необходимо использовать корреляцию таким образом, чтобы причинно – следственный (каузальный), неслучайный характер связи не вызывал сомнений, являлся ожидаемым, а лучше всего - очевидным.

Например, очевидным является то, что с ростом площади объекта его цена должна увеличиваться. Кроме того, очевидным здесь является и направление причинно – следственной связи – от площади к цене, но никак не наоборот, т.е. рост площади (причина) вызывает рост цены (следствие), но рост цены не может вызывать рост площади.

Однако, использование корреляции в оценке в тех случаях, когда сама причинно – следственная связь между рассматриваемыми величинами и её направление (от причины к следствию) не являются полностью очевидными, а являются дискуссионными, может стать источником искажения результата оценки.

Парная корреляция, т.е. корреляция между рассматриваемыми величинами ³⁹ характеризуется теснотой - т.е. тем, насколько корреляционная связь близка к функциональной или наоборот, далека от неё, и формой корреляции – линейная или нелинейная (криволинейная). При этом надо иметь в виду, что в нормальной ситуации корреляционные связи в оценке всегда являются монотонными, т.е. всегда (линейно или нелинейно) возрастающими (положительная корреляция, например, корреляция площадь - цена) или всегда (линейно или нелинейно) убывающими (отрицательная корреляция, например, площадь – удельная цена). Наличие экстремумов на корреляционных связях в оценке, хотя и не исключено в принципе, например, при исследовании влияния удалённости на цену в очень широких пределах, но представляет собой исключительные случаи, требует специального объяснения и не является желательным в использовании.

Основной характеристикой корреляции является её теснота, наиболее часто измеряемая величиной коэффициента корреляции Пирсона и его квадратом – коэффициентом детерминации, а также коэффициентом ранговой корреляции Спирмена, о которых речь пойдёт далее.

Принципиальным также является то, что корреляционный анализ и регрессионный анализ – разные виды анализа, хотя в некоторых аналитических ситуациях два эти вида анализа объединяются, что позволяет расширить возможности исследователя. Однако, в большинстве или даже в подавляющем большинстве случаев оценки использование аппарат регрессионного анализа не требуется, а в американской практике индивидуальной оценки вообще, как минимум, не считается нормальным (см. далее).

6. Корреляционно – кластерный анализ рынка

В доказательственной оценке анализ рынка представляет собой наиболее важный этап процесса оценки, в котором формируются необходимые и достаточные предпосылки для получения достоверного умозаключения о величине рыночной стоимости.

Подробно принципы анализа рынка и подробно разобранный практический пример анализа рынка методом корреляционно – кластерного анализа опубликованы

³⁹ Множественную корреляцию мы не рассматриваем в силу отсутствия, по крайней мере, явной необходимости её использования в оценке. В своей оценочной практике автор не использовал множественную корреляцию ни разу.

автором в ⁴⁰. Существует также целый ряд более ранних статей автора с практическими примерами.

Здесь более подробно опишем сам аналитический метод и его обоснование.

Как было отмечено ранее, любые меры центральной тенденции имеют смысл и не являются не вводящими в заблуждение только в случае, если она определяется для группы однородных объектов (данных).

С другой стороны, в силу своего определения

Анализ (др.-греч. ἀνάλυσις «разложение, разделение, расчленение, разборка») — метод исследования, характеризующийся выделением и изучением отдельных частей объектов исследования. Анализ - это методология исследования, включающая в себя разбор и нахождение причинно-следственных связей в изучении любого объекта, явления, системы. ⁴¹

Таким образом, анализ рынка для целей оценки стоимости должен быть направлен на «разложение, разделение, расчленение, разборку» рынка на его отдельные части, представляющих собой однородные группы объектов, внутри которых можно определять меры центральных тенденций.

Такие группы объектов именуется кластерами, а статистическая процедура по определению и изучению кластеров – кластерным анализом.

Кластер (англ. cluster — скопление, кисть, рой) — объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами. ⁴²

Кластерный анализ (англ. cluster analysis) — многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы. Задача кластеризации относится к статистической обработке, а также к широкому классу задач обучения без учителя. ⁴³

Далее возникает вопрос о параметре (факторе, свойстве, характеристике), относительно которой определяется однородность групп объектов.

Однозначный ответ на этот вопрос содержится в определении объекта – аналога. В соответствии с п. 22 б) Федерального стандарта оценки «Оценка недвижимости (ФСО № 7)»

⁴⁰ Слуцкий А.А. (2022), Доказательственная оценка. Принципы анализа рынка, Теория, методология и практика оценки, 06.03.2022, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-dokazatelstvennaya-ocenka-principy-analiza-rynka/>; Слуцкий А.А. (2022), Доказательственная оценка. Пример анализа рынка офисных объектов в гор. Калининград, Теория, методология и практика оценки, 07.03.2022, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-dokazatelstvennaya-ocenka-primer-analiza-rynka-ofisnyx-obektov-v-gor-kaliningrad/>; Слуцкий А.А. (2023), Доказательственная оценка заложенного имущества. Пример анализа рынка, Банковское кредитование, №5 (111)

⁴¹ Анализ. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Анализ>

⁴² Кластер. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластер>. В определении статистического силлогизма кластер именуется классом объектов F.

⁴³ Кластерный анализ. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный_анализ

... в качестве объектов-аналогов используются объекты недвижимости, которые относятся к одному с оцениваемым объектом сегменту рынка и сопоставимы с ним по ценообразующим факторам. При этом для всех объектов недвижимости, включая оцениваемый, ценообразование по каждому из указанных факторов должно быть единообразным.

Таким образом, общей (классифицирующей) характеристикой искомых рыночных кластеров (т.е. признаком, в соответствии с которым тот или иной объект может быть отнесён к тому или иному кластеру) является единство ценообразования. Это единство может выражаться в виде одинаковой меры центральной тенденции рассматриваемой ценовой характеристики (удельной цены, ставки аренды, удельных затрат и т.п.) либо в виде единства изменения этой меры центральной тенденции ценовой характеристики по мере изменения некоторого свойства (характеристики) объектов, времени и т.п.

Принципиальным является то, что общей (классифицирующей) характеристикой искомых рыночных кластеров в конкретном рыночном сегменте, который анализируется по месту и дате, не являются и не могут являться физические характеристики объектов – площадь, этажность и т.д. Это обусловлено тем, что само по себе различие объектов по каким бы то ни было физическим характеристикам не означает того, что это различие имеет или будет иметь влияние на ценообразование. За исключением ограниченного количества физических факторов – площадь, физическое состояние, состояние отделки – никакие факторы не могут априори рассматриваться в качестве ценообразующих (влияющих на ценообразование). Более того, априорный подход к ценообразующим факторам, а по сути – волюнтаристское назначение факторов ценообразующими, повсеместно насаждаемые разного рода «справочниками», «сборниками» разнообразных корректировок является кардинальным подрывом опоры профессиональной оценки на реальные рыночные данные, относимые к объекту и ситуации оценки.

Доказательственная оценка основана на том, что влияние или отсутствие влияния каждого фактора, который может быть ценообразующим (влияющим на ценообразование), в обязательном порядке должно быть выявлено в ходе анализа рынка, что оптимально можно сделать с помощью критерия Манна – Уитни, рассматриваемого далее.

При корреляционно – кластерном анализе рынка разделение рынка на ценовые кластеры производится с помощью корреляционного анализа, что соответствует (или, как минимум, не противоречит) общим принципам кластерного анализа.

Огромными преимуществами корреляционно – кластерного анализа по сравнению, например, с регрессионным анализом, являются его одномерность и вытекающая из неё возможность визуализации в виде графиков, как самого процесса анализа, так и его результатов.

Для этого в соответствии с общей методологией корреляционного анализа строятся необходимые диаграммы рассеяния (точечные диаграммы в Excel) цен, годовых арендных плат, затрат на создание объектов и/или их удельных показателей по, как правило, их площадям или иным рассматриваемым характеристикам (время, этаж расположения, удалённость от некоторого объекта и т.д.).

Особо отметим, что то, что мы здесь именуем корреляционно - кластерным анализом в методологии американской оценки давно используется как статистический (включая графический) метод определения корректировок в сравнительном подходе.

В частности, в американской «Оценке недвижимости»⁴⁴ приводится пример определения корректировки на расположение в городе (центр города, близко к аэропорту и т.д.) с аналогичным корреляционно – кластерному анализу графическим представлением информации.

Более подробно метод рассмотрен в монографии Гэри С. ДеЮиза «Оценка стоимости земли. Реальные решения сложных вопросов»⁴⁵, недавно изданной Институтом оценки, где показан пример оценки земельного участка, выходящего к рыболовному ручью, и с помощью сопоставления диаграмм рассеяния сравниваются удельные цены продаж участков, выходящих к ручью и не выходящих к нему (находящихся на удалении).

Однако, в нашем представлении метод, как имеющий отличные доказательственные качества и отлично вписывающийся в процесс доказательства с использованием аналогии и статистики, получает более общее применение.

Для примера на Рис. 1 показана диаграмма рассеяния цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по их площадям.

Оценщик может утверждать, что объём усилий, приложенных при сборе данных, позволяет обоснованно рассчитывать на то, что с высокой степенью уверенности представленная картина отражает более половины всего предложения соответствующих земельных участков на дату оценки, т.е. выводы, полученные в дальнейшем будут удовлетворять требованию позитивной формы статистического силлогизма, т.е. будут являться достоверными.

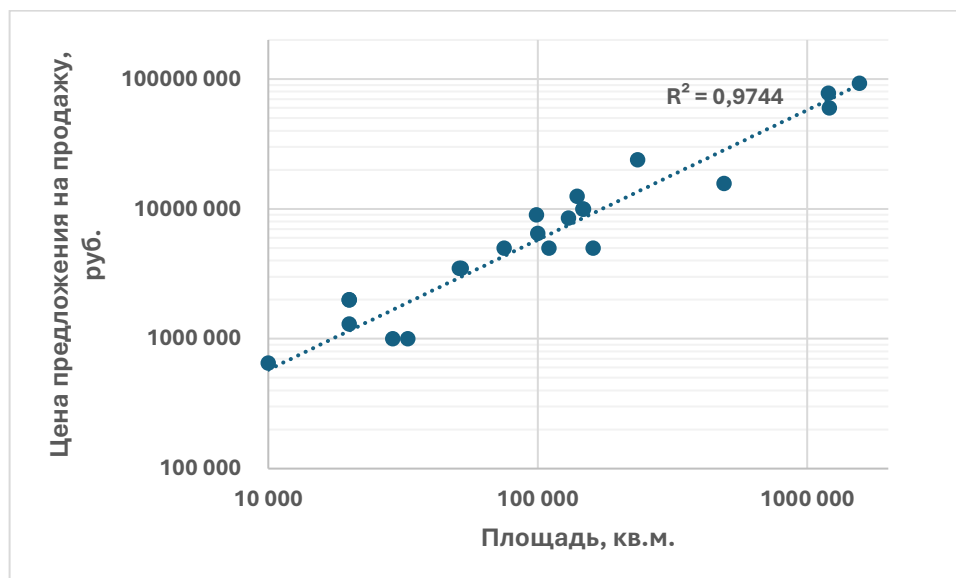


Рисунок 1. Диаграмма рассеяния цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по их площадям.

⁴⁴ Appraisal Institute (2020), The Appraisal of Real Estate, Fifteenth Edition, Appraisal Institute, Chicago, IL, Chapter 21. Comparative Analysis

⁴⁵ Gary S. DeWeese, 2022, Land Valuation. Real Solutions to Complex Issues, The Appraisal Institute, Chicago, IL, Chapter 5. The Adjustment Process

Как видно из Рис. 1, даже несмотря на использование двойного логарифмического масштаба осей, диаграмма рассеяния не производит впечатление однородной картины.

Это становится полностью ясным на диаграмме рассеяния удельных цен предложения на продажу объектов по их площадям, показанную на Рис. 2.

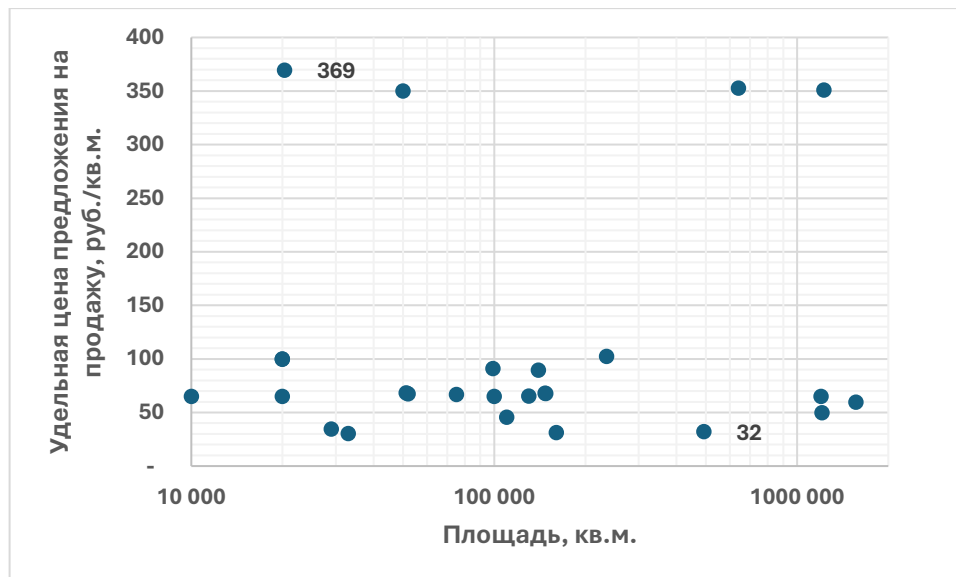


Рисунок 2. Диаграмма рассеяния удельных цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по их площадям.

На графике Рис. 2 показаны минимальное и максимальное значения удельных цен предложения на продажу, различающиеся более, чем в 10 раз, что отражает явную неоднородность представленной картины, и требует проведения ценовой кластеризации.

Осуществлённая ценовая кластеризация – выявлено три ценовых кластера – показана на Рис. 3.

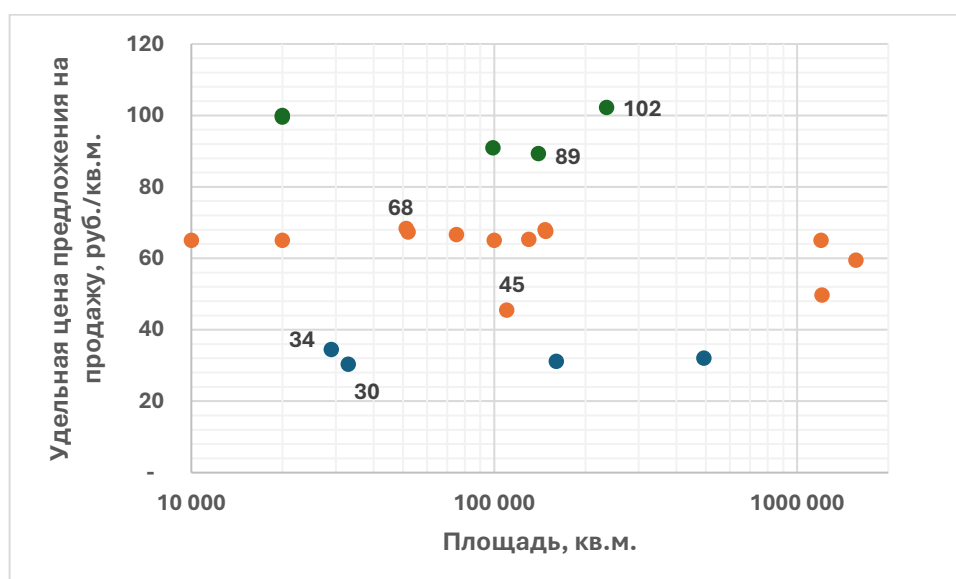


Рисунок 3. Диаграмма рассеяния удельных цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по их площадям. Показаны три ценовых кластера.

На графике Рис. 3 показаны минимальные и максимальные значения удельных цен предложения на продажу во всех ценовых кластерах, которые различаются уже не более, чем на 35% (средний ценовой кластер), что предварительно позволяет рассчитывать на однородность ценообразования внутри каждого ценового кластера. Обратим внимание на то, что интервалы удельных цен в ценовых кластерах не пересекаются, между интервалами имеются ценовые пропуски, в которых объекты отсутствуют.

По сравнению с Рис. 1 существенно более однородной становится и диаграмма рассеяния цен предложения на продажу по их площадям, показанная на Рис. 4.

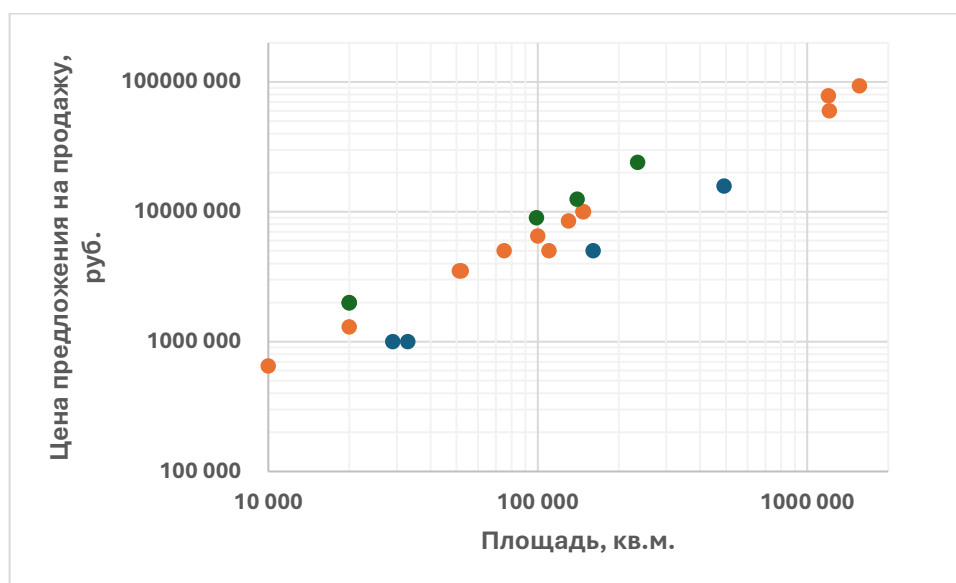


Рисунок 4. Диаграмма рассеяния цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по их площадям. Показаны три ценовых кластера.

Далее, в процессе анализа оценщиком было показано, что объект оценки должен быть отнесён к среднему, наиболее многочисленному ценовому кластеру (два других кластера, как минимум, малочисленны и не могут оказывать существенное влияние на рынок), который и анализируется в дальнейшем непосредственно в ходе процесса оценки.

Особо отметим, что на данном этапе анализа однородность ценообразования внутри этого ценового кластера можно только обоснованно предполагать. Для утверждения единства ценообразования необходимо осуществить ещё ряд дальнейших действий.

7. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация и тренды. Коэффициенты корреляции и детерминации. Математико-статистическая модель оценки.

Дальнейшие действия заключаются в нахождении математических уравнений, которыми можно приблизительно описать наблюдаемые на Рис. 3 и 4 корреляции. Процесс определения таких уравнений называется аппроксимацией, а уравнение – аппроксимирующим уравнением.

*Аппроксимация (от лат. *proxima* — ближайшая) или приближение — научный метод, состоящий в замене одних объектов другими, в каком-то смысле близкими к исходным, но более простыми. Реконструкция простого из сложного.*

Аппроксимация позволяет исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта, сводя задачу к изучению более простых или более удобных объектов (например, таких, характеристики которых легко вычисляются или свойства которых уже известны).⁴⁶

Стандартные возможности MS Excel позволяют осуществлять аппроксимацию диаграмм рассеяния с помощью метода наименьших квадратов (МНК).

Метод наименьших квадратов (МНК) — математический метод, применяемый для решения различных задач, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от экспериментальных входных данных. Он может использоваться для «решения» переопределенных систем уравнений (когда количество уравнений превышает количество неизвестных), для поиска решения в случае обычных (не переопределенных) нелинейных систем уравнений, для аппроксимации точечных значений некоторой функции.⁴⁷

Графическая линия, описывающая аппроксимирующее уравнение, называется аппроксимирующим трендом.

*Тренд (англицизм от *trend* — тенденция) — основная тенденция изменения чего-либо ...*

Тренд в экономике — направление преимущественного движения показателей.⁴⁸

На Рис. 5 показаны линейные тренды, аппроксимирующие рассеяние цен объектов в трёх ценовых кластерах, а также уравнения, аналитически описывающие наблюдаемые тренды, полученные с помощью стандартных возможностей MS Excel.

⁴⁶ Аппроксимация. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Аппроксимация>

⁴⁷ Метод наименьших квадратов. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_наименьших_квадратов

⁴⁸ Тренд. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тренд>

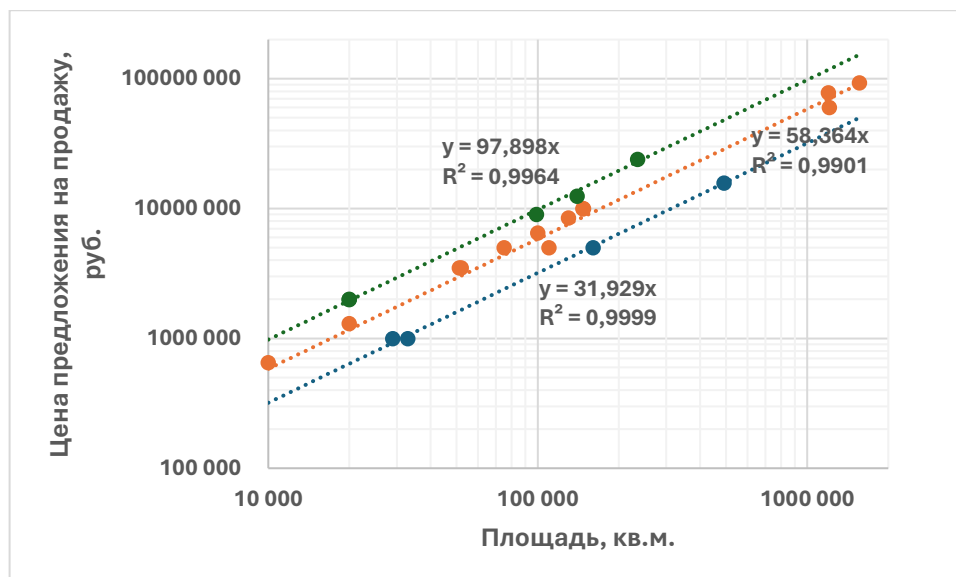


Рисунок 5. Диаграмма рассеяния цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по их площадям. Показаны три ценовых кластера и тренды, аппроксимирующие рассеяние цен в ценовых кластерах. Во всех случаях присутствует очень сильная корреляция.

Тренды намеренно заданы, не имеющими свободного члена, пересекающими начало координат, поскольку это полностью соответствует их экономическому смыслу – цена земельного участка нулевой площади равна нулю, что неоспоримо. Напротив, если в аппроксимирующем уравнении будет присутствовать свободный член, то его экономический смысл будет не определён или будет отсутствовать, поскольку он будет означать цену участка нулевой площади, что, очевидно, неприемлемо для целей оценки.

Стандартные возможности MS Excel позволяют определять показатель тесноты корреляции – коэффициент детерминации – R^2 , который показывается под уравнением аппроксимирующего тренда.

Коэффициент детерминации (R^2 — R-квадрат) — это доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, то есть объясняющими переменными. Более точно — это единица минус доля необъяснённой дисперсии (дисперсии случайной ошибки модели, или условной по факторам дисперсии зависимой переменной) в дисперсии зависимой переменной. Его рассматривают как универсальную меру зависимости одной случайной величины от множества других.

В частном случае линейной зависимости R^2 является квадратом так называемого множественного коэффициента корреляции между зависимой переменной и объясняющими переменными. ⁴⁹

⁴⁹ Коэффициент детерминации. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент_детерминации

Коэффициент корреляции принимает значения от -1 (полная отрицательная функциональная связь) до $+1$ (полная положительная функциональная связь). Соответственно, коэффициент детерминации, как его квадрат, принимает значения от 0 (отсутствие связи) до $+1$ (полная, функциональная связь). Чем ближе значение коэффициента к 1 , тем теснее связь между рассматриваемыми параметрами - корреляция. При этом величина коэффициента детерминации позволяет качественно оценивать практическую приемлемость полученных аппроксимирующих уравнений – математико – статистических моделей:

Для приемлемых моделей предполагается, что коэффициент детерминации должен быть хотя бы не меньше 50% (в этом случае коэффициент множественной корреляции превышает по модулю 70%).

Модели с коэффициентом детерминации выше 80% можно признать достаточно хорошими (коэффициент корреляции превышает 90%).

Значение коэффициента детерминации 1 означает функциональную зависимость между переменными.⁵⁰

Менее строгое отношение к интерпретации коэффициента детерминации в виде шкалы Чеддока, в соответствии с которой даже при значении коэффициента детерминации менее $0,5$ (50%) корреляция определяется как имеющая место, но слабая или даже умеренная, нельзя считать серьезно обоснованным. Такая интерпретация коэффициента детерминации является примитивной и вводящей в заблуждение⁵¹, поэтому, использование в оценке непосредственно и для определения корректировок корреляционные связи с коэффициентом детерминации менее $0,5$ не могут давать разумно достоверного результата оценки. Следует также принимать во внимание то, что значение коэффициента детерминации $0,5$ относится только к минимально приемлемой корреляционной модели.

При этом коэффициент детерминации может служить относительной мерой при сравнении моделей оценки. В частности, модель с коэффициентом детерминации $0,8$ лучше (более приемлема, более достоверна) модели с коэффициентом детерминации $0,6$. Однако, во всех случаях это может быть только предварительным заключением. Окончательный ответ даёт анализ моделей с помощью непараметрического коэффициента ранговой корреляции Спирмена (см. далее).

Возвращаясь к Рис. 5 следует заключить, что для всех трёх ценовых кластеров корреляция цены и площади является очень сильной – более 99% изменения цен объектов объясняется изменением площади и только менее 1% - всеми иными возможными объективными и субъективными факторами. Это серьёзным образом свидетельствует в пользу того, что внутри ценовых кластеров имеет место единое ценообразование, т.е. все объекты, относящиеся к тому или иному ценовому кластеру, являются аналогами друг для друга в соответствии с требованием п. 22 б) ФСО №7 «Оценка недвижимости» (см. выше).

Отметим, что высокую, хотя и меньшую, чем на Рис. 5, степень корреляции ($R^2 = 0,9744$) имеет и общая для всех ценовых кластеров диаграмма рассеяния, показанная на Рис. 1, описывающая, как показано далее, сильно неоднородную

⁵⁰ Там же

⁵¹ На самом деле, серьёзное отношение к умеренным и слабым корреляциям требует наличия сотен и тысяч наблюдений, что в индивидуальной оценке не имеет места никогда.

выборку. По этой причине тесноту корреляции нельзя считать показателем однородности и смешивать эти два свойства выборки, а также ограничиваться анализом тесноты корреляции при заключении о единстве ценообразования. Напротив, диаграммы рассеяния удельных цен предложения на продажу объектов по их площадям (см. Рис. 6) демонстрируют отсутствие корреляции в виде мизерных значений коэффициентов детерминации, но это не требует никаких дальнейших подтверждений.

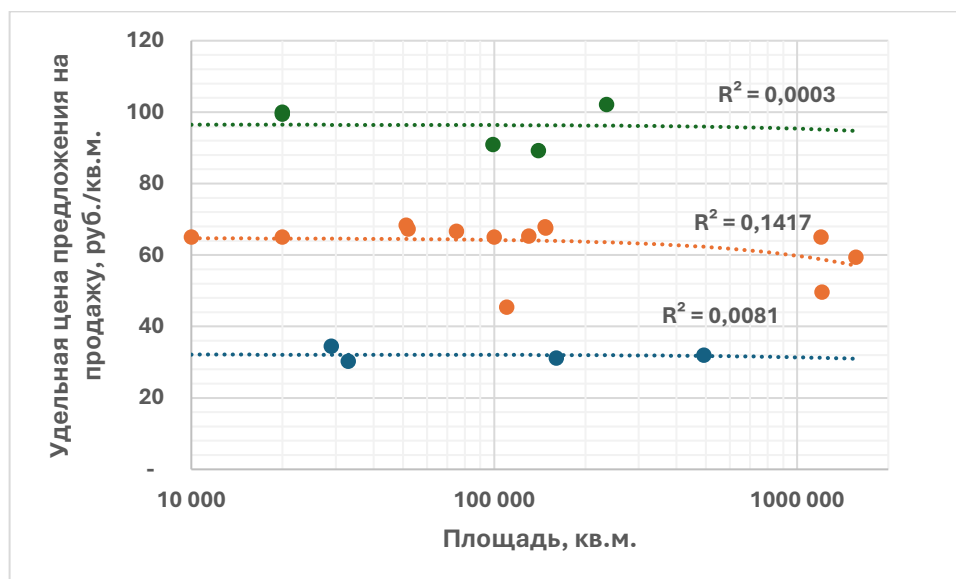


Рисунок 6. Диаграмма рассеяния удельных цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по их площадям. Показаны три ценовых кластера и тренды, аппроксимирующие рассеяние цен в ценовых кластерах. Во всех случаях корреляция отсутствует.

Отсутствие корреляции удельных цен и площади подтверждает правильность выбора линейной аппроксимирующей модели (Рис. 5) и позволяет констатировать отсутствие зависимости удельных цен предложения от площади, что противоречит данным разнообразных «справочников», «сборников» и тому подобных «источников рыночных корректировок», содержащих недостоверную информацию. Из уравнений линейных аппроксимирующих трендов легко определить наиболее вероятные значения удельных цен предложения объектов в ценовых кластерах – это коэффициенты при аргументе уравнений (площади).

В результате, в полном соответствии с вышеприведённым определением анализа, как такового, проведённый корреляционно – кластерный анализ рынка позволил осуществить «разложение, разделение, расчленение, разборку» рынка на ценовые кластеры и определить ценовые параметры каждого кластера, что показано в Табл. 2⁵².

⁵² Особо отметим, что, как правило, раздел отчётов об оценке под названием «Анализ рынка» общему определению анализа абсолютно не соответствуют, поскольку никакое «разложение, разделение, расчленение, разборку» рынка не содержат, что должно рассматриваться как нарушение требования ФСО №7 «Оценка недвижимости».

Таблица 2. Интервалы и наиболее вероятные значения удельных цен предложения на продажу объектов трёх ценовых кластеров

Ценовой кластер	Удельная цена предложения на продажу, руб./кв.м.			Счёт, штук
	минимум	наиболее вероятное значение, определённое с помощью МНК	максимум	
нижний	30	32	34	4
средний	45	58	68	12
верхний	89	98	102	4

Кроме того, с учётом того, что, как было указано выше, объект оценки был обоснованно отнесён оценщиком к среднему, наиболее многочисленному ценовому кластеру, уравнение линейного аппроксимирующего тренда среднего ценового кластера

$$\text{Цена} = 58 \text{ руб./кв.м.} \times \text{Площадь, кв.м.}, \quad (1)$$

представляет собой математико – статистическую модель оценки (модель стоимости) объекта оценки по аналогии - модель аналогии. Подчеркнём, что в данном случае речь идёт не об аналогии свойств (примерно одинаковых предметов), а об аналогии отношений.

При этом для оценки методом аналогии наличие модели аналогии является отчётливым признаком научности ⁵³ аналогии, указывающим на необходимый характер причинно - следственных связей между посылками (данными рынка) и умозаключением (величиной стоимости). Второй аспект причинно – следственных связей – достаточность, требуемый для получения достоверного результата оценки, анализируется с помощью критерия Спирмена и будет рассмотрен далее.

Отметим, что обнаруженная в процессе анализа рынка аналогия отношений, описываемая моделью аналогии, выполняется при изменении площади объектов более, чем на два порядка величины, т.е. аналогия имеет большую широту, выполняется для очень разнородных по площади объектов. Это также является признаком достоверности умозаключения с использованием аналогии.

Кроме того, оценщик может утверждать, что объём усилий, приложенных при сборе данных, позволяет обоснованно рассчитывать на то, что с высокой степенью уверенности представленная картина отражает более половины предложения земельных участков в среднем ценовом кластере на дату оценки, т.е. выводы, полученные по указанной формуле модели оценки будут удовлетворять требованию позитивной формы статистического силлогизма, т.е. будут являться достоверными.

8. Критерий Манна – Уитни. Анализ ценообразующих факторов.

В целом ряде случаев со стороны потребителей оценки, в частности – банковских сотрудников и сотрудников надзорного органа, разного рода экспертов и рецензентов имеют место претензии, связанные с тем, что в оценке не учтены те или иные факторы, которые, по их мнению, должны быть учтены обязательно или, по крайней мере, влияние этих факторов должно быть рассмотрено в оценке.

⁵³ В логике «научная аналогия», способная обеспечить достоверное умозаключение, является противоположной «популярной аналогии», априори не способной дать достоверное умозаключение.

Обусловлено это довольно «специфическими» представлениями о ценообразующих факторах и их влиянии на рыночную стоимость, сформированным многолетней «оккупацией» российской оценки разного рода «справочникам», «сборниками» и т.п., в которых приводятся неизвестно откуда взятые ценообразующие факторы⁵⁴ (число которых не поддается разумному учёту) и приводятся «значения корректировок», якобы учитывающие влияние этих факторов.

Напротив, доказательственная оценка полностью исключает такого рода манипуляции со стоимостью.

Поэтому в рамках доказательственной оценки имеется настоятельная необходимость обеспечить научную основу для формального (т.е. объективного и достоверного) подтверждения отсутствия влияния тех или иных факторов на рыночную стоимость или, напротив, для подтверждения наличия влияния тех или иных факторов на рыночную стоимость. Это обеспечивает именно доказательственный характер отчёта об оценке.

Хотя это и не единственный метод исследования ценообразующих факторов, в непараметрической статистике это традиционно осуществляется с использованием критерия Манна – Уитни, основы применения которого в оценке мы уже описывали в⁵⁵ (см. также⁵⁶).

Пример анализа ценообразующих факторов на рынке офисной недвижимости в гор. Калининград с помощью критерия Манна – Уитни достаточно подробно (для нескольких факторов) описан в⁵⁷.

Продемонстрируем применение критерия для примера, рассматриваемого здесь.

В частности, на Рис. 7 показана диаграмма рассеяния удельных цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по удалённости от МКАД. Фактор удалённости от МКАД является типичным фактором, который авторы «справочников», «сборников» и т.п. «источников» стандартно объявляют ценообразующим.

⁵⁴ Как неоднократно указывал автор данной статьи, такого рода данные не имеют никакой рыночной основы, а их получение основано на не имеющем никакой научной основы так называемом «эффекте мудрости толпы» - некотором статистическом обобщении мнений значительного количества лиц, не имеющих никакого обоснованного представления о вопросе, на который они отвечают. Подробнее см. Шуровьески Дж. (2007), Мудрость толпы. Почему вместе мы умнее, чем поодиночке, и как коллективный разум формирует бизнес, экономику, общество и государство: Пер. с англ. - М.: ООО "И.Д. Вильямс", <https://kozlenkoa.narod.ru/docs/croud.pdf> . Научная литература на эту тему отсутствует.

⁵⁵ Слуцкий А.А. (2021), Критерий Манна – Уитни и (не)существенность расхождения двух оценок, Теория, методология и практика оценки, 23.05.2021, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-kriterij-manna-uitni-inesushhestvennost-rasxozhdeniya-dvux-ocenok/> ; Слуцкий А.А. (2022), Критерий Манна – Уитни в задачах анализа рынка и оценки стоимости, Теория, методология и практика оценки, 10.05.2022, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-kriterij-manna-uitni-v-zadachax-analiza-rynka-i-ocenki-stoimosti/>

⁵⁶ Мурашёв К.А. (2022), Практическое применение критерия Манна – Уитни– Уилкоксона в оценочной деятельности, Теория, методология и практика оценки, 02.06.2022, <http://tmpo.su/murashyov-k-a-prakticheskoe-primeneniye-kriteriya-manna-uitni-uilkoksona-v-ocenochnoj-devyatelnosti/>

⁵⁷ Слуцкий А. А. (2024), Доказательственная оценка залогового имущества. Анализ ценообразующих факторов с помощью критерия Манна–Уитни, Банковское кредитование № 1 (113)

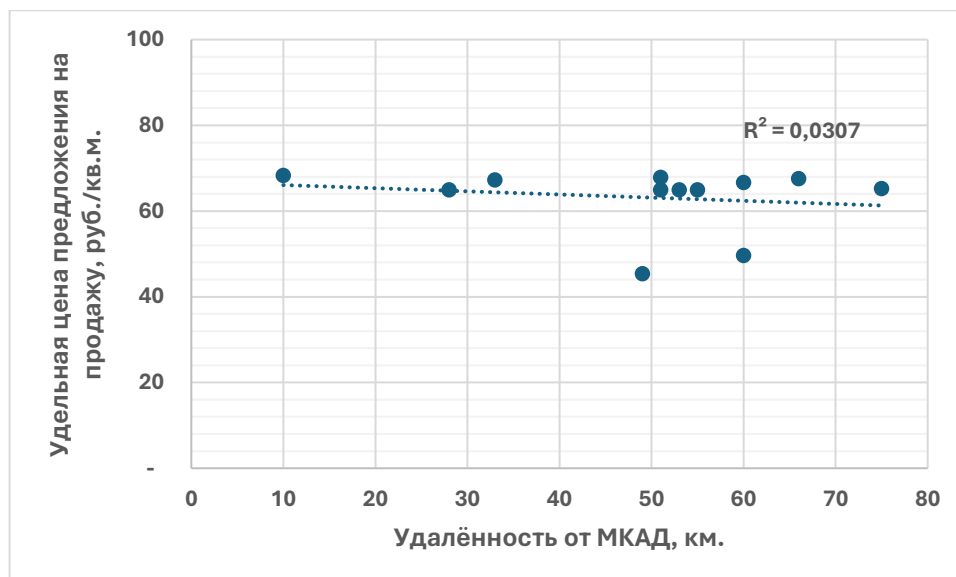


Рисунок 7. Диаграмма рассеяния удельных цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по удалённости от МКАД.

Между тем из Рис. 7 следует полное отсутствие связи между удельными ценами и удалённостью от МКАД, выражаемое мизерным значением коэффициента детерминации.

Однако, в случаях, когда значение коэффициента детерминации невелико (не показывает сильную корреляцию), но заметно отличается от нуля, заключение об отсутствии влияния фактора на цену не будет убедительным.

Критерий Манна – Уитни определяет, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между ранжированными рядами значений параметра в двух выборках. В случае удовлетворения двух выборок U – критерию можно говорить о том, что при их объединении обе выборки образуют общую однородную совокупность⁵⁸.

Данный критерий, по нашему мнению, является наиболее подходящим для решения задачи выявления наличия / отсутствия ценообразующих факторов.

Под выборками для решения этой задачи мы понимаем две (или более) выборки, полученные разделением исходной выборки объектов – аналогов. При этом объекты одной выборки обладают некоторым фактором (характеристикой), который, как предполагается, может быть ценообразующим, а объекты второй выборки не обладают этим фактором (характеристикой). Следовательно, если этот фактор (характеристика) реально влияет на величину стоимости, то критерий Манна – Уитни полностью объективно и формально покажет существенное различие удельных цен (ставок аренды, удельных затрат и т.д.) в двух выборках, что далее, позволит определить обоснованное значение соответствующей корректировки, позволяющей учесть влияние данного фактора (характеристики).

Метод не требует наличия в выборках значительного количества объектов – аналогов – он работает начиная с трёх объектов в одной группе и пяти в другой. Отметим, что это самый нижний предел количества объектов, при котором можно

⁵⁸ U-критерий Манна — Уитни. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/U-критерий_Манна_—_Уитни ; Критические значения критерия Манна – Уитни см., например, <https://koi.tspu.ru/biostat/Mann-Whitney%20statistics.pdf>

вообще обоснованно с рыночной точки зрения говорить о том, влияет некоторый фактор на стоимость или нет.

При невозможности определить влияние того или иного фактора на стоимость на основании критерия Манна – Уитни по причине недостатка данных (наблюдений) этот вопрос вообще не может ставиться и все исходные предположения об учёте в оценке всех необходимых факторов принимаются, как истинные.

Для применения критерия разделим исходную полную выборку на две по признаку удалённости от МКАД

- объекты, удалённые на расстояние до 35 км (от 10 до 35 км) – относительно близкие к МКАД;
- объекты, удалённые на расстояние более 50 км (от 50 до 75 км) – относительно удалённые от МКАД.

Объект, находящийся на удалении 49 км от МКАД, из рассмотрения исключается, как промежуточный.

Диаграмма рассеяния удельных цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 35 км и от 50 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по удалённости от МКАД, показана на Рис. 8.

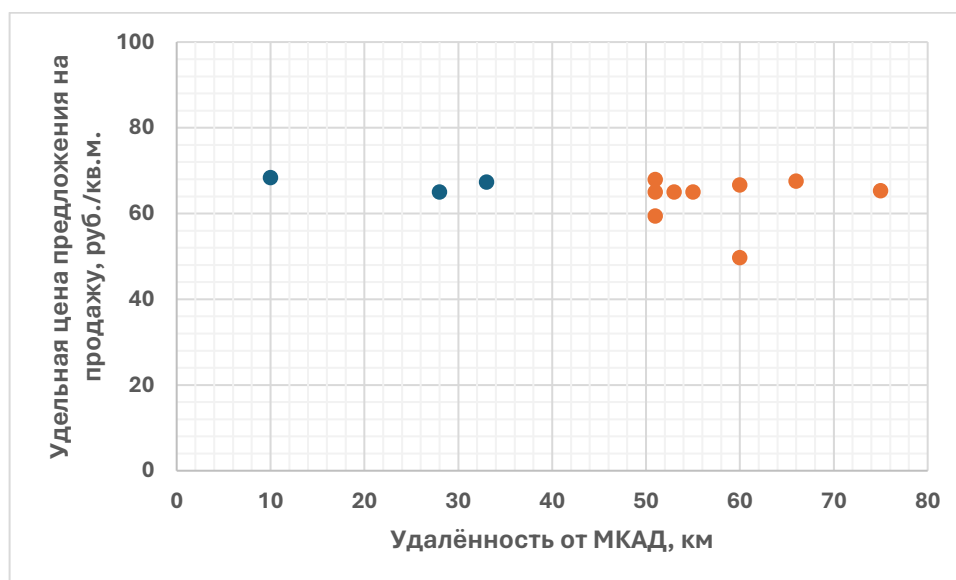


Рисунок 8. Диаграмма рассеяния удельных цен предложения на продажу земельных участков под сельхозпроизводство, расположенных в Московской области на удалении от 10 до 35 км и от 50 до 75 км от МКАД по Горьковскому и Щёлковскому направлениям, по удалённости от МКАД.

Для применения U-критерия Манна — Уитни нужно произвести следующие операции.

1. Составить единый ранжированный ряд из обеих сопоставляемых выборок, расставив их элементы по степени нарастания признака и приписав меньшему значению меньший ранг (при наличии повторяющихся элементов в выборке используется средний ранг). Общее количество рангов получится равным $N = n_1 + n_2$.

- Разделить единый ранжированный ряд на два, состоящих соответственно из единиц первой и второй выборок. Подсчитать отдельно сумму рангов, пришедшихся на долю элементов первой выборки R_1 и отдельно — на долю элементов второй выборки R_2
- Вычислить фактические значения U - критерия для каждой выборки:

$$U_1 = n_1 \times n_2 + 0,5 \times n_1 \times (n_1 + 1) - R_1;$$

$$U_2 = n_1 \times n_2 + 0,5 \times n_2 \times (n_2 + 1) - R_2.$$

- Сравнить минимальное из U_1 и U_2 с критическим табличным значением критерия для соответствующего числа наблюдений в выборках.

Процесс и результат тестирования фактора «удалённость от МКАД» на его влияние на удельную цену предложения на продажу показано в Табл. 3.

Таблица 3. Тест по критерию Манна – Уитни для удалённости от МКАД

	Удалённость от МКАД	Удалённость от МКАД до 35 км	Удалённость от МКАД 50 - 75 км	Удалённость от МКАД до 35 км	Удалённость от МКАД 50 - 75 км
1	60		50		1
2	51		59		2
3	28	65		3	
4	51		65		4
5	53		65		5
6	55		65		6
7	75		65		7
8	60		67		8
9	33	67		9	
10	66		68		11
11	51		68		11
12	10	68		11	
n – количество объектов в выборке				3	9
R – сумма рангов объектов в выборке				23	55
n1 x n2				27	
n x (n + 1) / 2				6	45
U – критерий фактический - если всё рассчитано верно, то $U_1 + U_2 = n_1 \times n_2$. Фактически это выполняется: $10 + 17 = 27$				10	17
U – критерий фактический, минимальный из двух				10	
Критическое значение для выборок из 3 и 9 объектов при доверительной вероятности 0,99				1	
<i>Вывод. Значение U фактического минимального критерия больше U критического табличного критерия, следовательно существенного различия удельных цен в выборках нет. Рассматриваемый ценообразующий фактор с вероятностью доверия 99% не является существенным для оценки.</i>					

Примечание. Поскольку объекты № 10, 11 и 12 имеют одинаковую удельную цену предложения на продажу, всем им присвоен средний ранг $(10 + 11 + 12) : 3 = 11$.

Таким образом формально с вероятностью доверия 99% мы получили подтверждение отсутствия влияния на стоимость фактора «удалённость от МКАД»⁵⁹.

Аналогичное тестирование можно осуществить и для любых иных факторов, которые могут быть «придуманы из головы» оппонентами. Единственным ограничением здесь является количества объектов в тестируемых разделённых выборках. В случае же, если по данной причине тестирование по некоторому фактору осуществить невозможно, такой фактор не может быть признан ценообразующим.

Исходя из смысла критерия Манна – Уитни можно определить два условия, при которых тестирование не требуется:

- в случае, если интервал значений одной выборки включает в себя интервал значений второй выборки, существенное различие между выборками отсутствует, а тестирование не требуется;
- в случае, если интервалы значений объектов не имеют пересечения, существенное различие между выборками присутствует, тестирование можно не проводить, можно переходить к определению величины корректировки на различие.

Отметим, что мы не считаем проведённый выше довольно трудоёмкий анализ строго обязательным в отчёте об оценке. Многолетняя практика показывает, что для подтверждения единства ценообразования объектов – аналогов, а также учёта в оценке всех существенных факторов, достаточно наличия сильной корреляции между ценами и площадями объектов аналогов⁶⁰ в совокупности с удовлетворением требований по средней и максимальной ошибкам аппроксимации уравнений соответствующих аппроксимирующих трендов, что доказывает однородность группы данных, а соответственно, и единства ценообразования.

9. Однородность выборки. Выбросы, как объекты с иным ценообразованием. Ошибки аппроксимации.

Выше мы указывали, что любые меры центральной тенденции имеют практический смысл и не являются вводными в заблуждение только в том случае, если они определены для однотипных, однородных групп наблюдений (выборок).

«Однородную выборку объектов - аналогов» мы определяем, как выборку, не включающую в себя выбросы, т.е. объекты с иным, нежели большинство объектов в выборке, ценообразованием.

Выброс (англ. outlier), промах — в статистике результат измерения, выделяющийся из общей выборки. ...

⁵⁹ Аналогичные выводы относительно целого ряда факторов были получены в статье Слущкий А. А. (2024), Доказательственная оценка залогового имущества. Анализ ценообразующих факторов с помощью критерия Манна–Уитни, Банковское кредитование № 1 (113)

⁶⁰ В случае, если эта корреляция нелинейна (при этом всегда монотонна), удельные цены надо предварительно привести к некоторой единой величине площади (например, площади объекта оценки) с использованием уравнения аппроксимирующего тренда (т.е. скорректировать на площадь), а затем уже осуществлять тестирование.

Поскольку множество статистических методов «буксуют» на выборках с выбросами, выбросы приходится обнаруживать (желательно — автоматически) и исключать из выборки.⁶¹

В качестве критериев однородности выборки объектов – аналогов установлены два:

1. средняя ошибка аппроксимации – не более 15% - является общим показателем однородности;
2. максимальная ошибка аппроксимации – не более 30 - 40% - является дополнительным критерием, призванным предотвратить присутствие в выборке выбросов.

Ошибка аппроксимации – взятое по модулю относительное отличие значения, определённого по модели оценки и наблюдаемого фактически.

$$OA_i = \frac{ABS\{X_{факт\ i} - X_{модель\ i}\}}{X_{факт\ i}}, \quad (2)$$

OA_i – ошибка аппроксимации i – того наблюдения,

ABS – обозначение функции модуля в MS Excel,

X_{факт i} – фактическое значение i – того наблюдения

X_{модель i} – модельное (расчётное) значение i – того наблюдения

На практике могут наблюдаться случаи, когда один из критериев соблюдается, а второй нет. В этом случае из выборки требуется удалить объект(ы) с максимальными ошибками аппроксимации, и повторить анализ, начиная с построения диаграммы рассеяния.

Предельная величина средней ошибки является наиболее часто рекомендуемой в известной нам литературе (см., например⁶²), однако, встречаются и более жёсткие рекомендации – не более 10 – 12% (см., например⁶³) и даже 8 – 10% (см., например,⁶⁴). Очевидно, что чем меньше ошибка, тем в общем случае лучше, тем не менее, излишне высокие требования к этому параметру чреваты ошибками первого рода (исключением из оценки объектов, выбросами не являющихся⁶⁵).

Ограничение максимальной ошибки аппроксимации величиной в 30 – 40% (более определёнno – 35%) основано на нашем практическом опыте анализа малых выборок с помощью нескольких специально подобранных в⁶⁶ для малых (менее 25 штук) выборок критериев - Диксона, Львовского, Ирвина, Титьена – Мура, Романовского и Граббса (для нормального распределения данных), а также Шовене

⁶¹ Выброс (статистика). Материал из Википедии — свободной энциклопедии, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Выброс_\(статистика\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Выброс_(статистика))

⁶² Средняя ошибка аппроксимации, <https://math.semestr.ru/corel/zadacha.php>

⁶³ Корчуганова М.А. (2008), Лабораторный практикум по дисциплине «Эконометрика». Учебное пособие, Томск: Изд-во Томского политехнического университета, <https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KORMAR/academic/Tab1/praktikumeco.pdf#:~:text=Средняя%20ошибк%20аппроксимации%20-%20среднее,А%20не%20превышает%2010-12%20%25>

⁶⁴ Средняя ошибка аппроксимации, https://studopedia.ru/15_1507_bakalavriat.html

⁶⁵ Ошибки первого и второго рода. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Ошибки_первого_и_второго_рода

⁶⁶ Попукайло В.С. (2017), Поддержка принятия решений по пассивным выборкам малого объёма, Дисс. ... доктора информатики, Кишинёв, АН Республики Молдова, Институт математики и информатики, http://www.cnaa.md/files/theses/2017/52347/vladimir_popukaylo_thesis.pdf

(для нормального и экспоненциального распределения). Эти критерии описаны нами в ⁶⁷, включая таблицы критических значений.

Наш практический опыт свидетельствует о том, что в (нереалистичном, как показано выше, но вынужденном) предположении о нормальности распределения ошибок, все критерии одновременно (или в большинстве) выявляют выбросы, как наблюдения, отклоняющиеся от среднего арифметического значения на 30 – 40% и более (при меньших отклонениях тестирование либо не выявляет выбросы, либо его результаты при разных тестах очень противоречивы).

Соответственно, в качестве нормы для максимальной ошибки аппроксимации было выбрано среднее значение указанного интервала – 35%, которое при желании можно ужесточить, рискуя получить ошибки первого рода.

В примере, рассматриваемом здесь, модельные значения рассчитываются по формуле (1).

Процесс и результаты определения ошибок аппроксимации для каждого наблюдения (объекта – аналога), а также средней и максимальной ошибок аппроксимации показаны в Табл. 4.

Таблица 4. Процесс и результаты определения ошибок аппроксимации для каждого наблюдения (объекта – аналога), а также средней и максимальной ошибок аппроксимации

№	Площадь, кв.м.	Цена предложения на продажу, руб., Факт	Цена предложения на продажу, руб., модель	Абсолютная ошибка, руб.	Модуль абсолютной ошибки, руб.	Относительная (по модулю) ошибка, %
1	10 000	650 000	580 000	70 000	70 000	11%
2	20 000	1 300 000	1 160 000	140 000	140 000	11%
3	51 200	3 500 000	2 969 600	530 400	530 400	15%
4	52 000	3 500 000	3 016 000	484 000	484 000	14%
5	75 000	5 000 000	4 350 000	650 000	650 000	13%
6	110 000	5 000 000	6 380 000	- 1 380 000	1 380 000	28%
7	100 000	6 500 000	5 800 000	700 000	700 000	11%
8	130 200	8 500 000	7 551 600	948 400	948 400	11%
9	147 200	10 000 000	8 537 600	1 462 400	1 462 400	15%
10	148 000	10 000 000	8 584 000	1 416 000	1 416 000	14%
11	1 208 000	60 000 000	70 064 000	- 10 064 000	10 064 000	17%
12	1 200 000	78 000 000	69 600 000	8 400 000	8 400 000	11%
13	1 565 000	93 000 000	90 770 000	2 230 000	2 230 000	2%
Среднее						13%
Максимум						28%

⁶⁷ Слущкий А.А., Слущкая И.А. (2019), Модифицированный Метод Выделения и Обобщённый Модифицированный Метод Выделения. Приложение 1. Критерии определения выбросов, Теория, методология и практика оценки, 11.05.2019, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-sluckaya-i-a-mm-v-i-ommv-prilozhenie-1-kriterii-opredeleniya-vybrosov/>

Как следует из Табл. 4, средняя и максимальная ошибки аппроксимации не являются предельно малыми, но удовлетворяют указанным критериям, что позволяет утверждать однородность выборки, использованной в оценке.

10. Критерий Спирмена. Достаточность количества аналогов.

Как указывалось в начале данного материала, основополагающим принципом доказательственной оценки является обеспечение в отчёте об оценке необходимого и достаточного характера причинно – следственных связей между исходными посылками, то есть данными рынка, и итоговым выводом – значением рыночной или иной стоимости объекта оценки.

Необходимость причинно – следственных связей нами уже установлена путём построения модели оценки в виде формулы (1) на основании однородной выборки. Однако, вопрос достаточности этих связей является, как минимум, не менее, важным, особенно в контексте требования п. 9 Федерального стандарта оценки «Процесс оценки» (ФСО III):

Оценка не может проводиться, если с учетом ограничений оценки оценщик не может сформировать достаточные исходные данные и допущения в соответствии с целью оценки или если объем исследований недостаточен для получения достоверного результата оценки.

Этот вопрос не является новым в оценке. При этом со статистической точки зрения этот вопрос сводится к вопросу о том, является ли результат оценки статистически значимым, т.е.

- не является ли он результатом случайного совпадения обстоятельств и фактов;
- может ли он быть достоверно распространён с выборки объектов - аналогов, на которой он получен, на всю генеральную совокупность, включающую, в том числе и объект оценки.

Ответ на вопрос статистической значимости даётся в статистике с очень высокими вероятностями доверия – 0,90 – 0,99.

Один из вариантов решения этого вопроса приведён в Табл. 1 для повторной и бесповторной выборок.

Использование достаточно простой формулы для повторной выборки мы по указанным ранее обстоятельства не рассматриваем.

Использование формулы для бесповторной выборки отечественной литературе рассмотрено в ⁶⁸. Однако, помимо требования к нормальности распределения данных, о чём говорилось ранее, для применения этой формулы требуется точное, а не предположительное, знание объёма генеральной совокупности и среднеквадратичного отклонения в ней, что на практике не представляется возможным никогда. В отношении этих параметров можно только делать некоторые предположения. По этой причине этот путь решения вопроса представляется очень приблизительным, а результат – проблематическим.

⁶⁸ Ковалев А.П. (2014), Объем выборки аналогов при стоимостной оценке машин и оборудования, Имущественные отношения в Российской Федерации, № 7, <https://cyberleninka.ru/article/n/obem-vyborki-analogov-pri-stoimostnoy-otsenke-mashin-i-oborudovaniya>

Альтернативный путь – на основании связи F - критерия Фишера, коэффициента детерминации и объёма выборки – рассмотрен в ⁶⁹. Однако, поскольку F - критерий Фишера привязан к нормальному распределению Фишера, для его применения требуется предварительная проверка выборки на наличие выбросов, а потом – проверка на нормальность по ГОСТ Р 8.736 – 2011, которые можно проводить только при наличии в распоряжении 16 наблюдений и более. При этом авторы цитированных статей этим требованием по неясной нам причине пренебрегают, что очевидно опять приводит к проблематическому результату расчётов, основанных на нереалистическом предположении о нормальности распределения.

Поэтому, возможность использования F – критерия Фишера и коэффициента детерминации для решения вопроса о достаточности количества объектов – аналогов в принципе не отвергается, но на практике возможности для их корректного применения редки в связи с ограниченностью объёма выборок в оценке.

От этих ограничений свободен метод, основанный на непараметрическом критерии ранговой корреляции Спирмена, предложенный для решения задачи достаточности в ⁷⁰, где были рассчитаны критические - минимальные – количества объектов – аналогов в зависимости от величины фактического значения коэффициента ранговой корреляции Спирмена и количества ценообразующих факторов, использованных в оценке.

В дальнейшем, в ⁷¹ была осуществлена корректировка критических минимальных количеств объектов аналогов на число степеней свободы и приведены таблицы минимальных количеств объектов - аналогов в зависимости от величины фактического значения коэффициента ранговой корреляции Спирмена (от 0,50 до 1,00) и количества ценообразующих факторов, использованных в оценке для трёх значений вероятности доверия – 0,90, 0,95 и 0,99.

Важным свойством коэффициента Спирмена является возможность его применения к малым и относительно малым размерам выборок — для оценки данных необходима выборка от 5 парных наблюдений, что делает его применение в оценке чрезвычайно актуальным.

Для расчёта коэффициента ранговой корреляции Спирмена требуется осуществить следующие действия:

1. Сопоставить каждому из признаков их порядковый номер (ранг) по возрастанию или убыванию. В качестве одного из признаков в оценке выступает цена (абсолютная цена), годовая арендная плата (ставка аренды) и т.п. А в качестве

⁶⁹ Анисимова И. Н., Баринов Н. П., Грибовский С. В. (2003), О требованиях к числу сопоставимых объектов при оценке недвижимости сравнительным подходом, Вопросы оценки, № 1, http://ru-srrooo-upload.hb.bizmrq.com/iblock/b96/vo1_03.pdf, Гладких Н.И., Кузнецова В.В. (2016), Определение необходимого количества аналогов при заданном числе ценообразующих факторов для целей оценки недвижимости методами корреляционно - регрессионного анализа, Имущественные отношения в РФ, № 6 (177), <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-neobhodimogo-kolichestva-analogov-pri-zadannom-chisle-tsenoobrazuyuschih-faktorov-dlya-tseley-otsenki-nedvizhimosti>

⁷⁰ Слуцкий А.А. (2021), Непараметрический критерий статистической значимости результата - коэффициент ранговой корреляции Спирмена, Теория, методология и практика оценки, 29.03.2021, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-neparametricheskij-kriterij-statisticheskoy-znachimosti-rezultata-ocenki-koefficient-rangovoj-korrelyacii-spirmena/>

⁷¹ Нейман Е.И., Слуцкий А.А. (2023), Достоверность результата оценки — определение и практическое применение, Вопросы оценки, №2, <http://tmpo.su/nejman-e-i-sluckij-a-a-dostovernost-rezultata-ocenki-opredelenie-i-prakticheskoe-obespechenie-2/>

- второго наиболее сильно влияющий на неё ценообразующий фактор – площадь, удалённость от некоторого центра влияния, время и т.п.
2. Определить разности рангов каждой пары сопоставляемых значений (d).
 3. Вычислить коэффициент корреляции рангов по формуле:

$$\text{КРКСнескорр.} = 1 - \frac{6 \times \sum_1^n d^2}{n \times (n^2 - 1)}, \quad (3)$$

где

КРКСнескорр – коэффициент ранговой корреляции Спирмена при числе степеней свободы, равном нулю (нескорректированный на число степеней свободы);

d – разница рангов одного наблюдения (например, ранг площади аналога среди площадей других аналогов минус ранг цены, соответствующей этой площади, среди цен иных аналогов);

n – число наблюдений (наблюдение – например, пара «площадь – цена, соответствующая этой площади»).

Далее, по известному значению коэффициента ранговой корреляции Спирмена, количества ценообразующих факторов, учтённых в оценке и требуемой вероятности доверия по таблица критических значений, приведённым в ⁷², определить минимальное требуемое количество объектов – аналогов и сравнить его с количеством объектов – аналогов, фактически использованных в оценке ⁷³. Если в оценке фактически использовано больше объектов – аналогов, чем минимально необходимо, то результат оценки является статистически значимым, а выполнение требования к достаточности причинно – следственных связей выполнено.

Процесс и результаты тестирования на статистическую значимость результата оценки по критерию ранговой корреляции Спирмена для рассматриваемого здесь примера показаны в Табл. 5.

Таблица 5. Процесс и результаты тестирования на статистическую значимость результата оценки по критерию ранговой корреляции Спирмена

Площадь, кв.м.	Цена предложения на продажу, руб.	Ранг по площади	Ранг по цене предложения на продажу	Разность рангов	Квадрат разности рангов
10 000	650 000	1	1	0	0
20 000	1 300 000	2	2	0	0
51 200	3 500 000	3	3,5	-0,5	0,25
52 000	3 500 000	4	3,5	0,5	0,25
75 000	5 000 000	5	5,5	-0,5	0,25
100 000	6 500 000	6	7	-1	1
110 000	5 000 000	7	5,5	1,5	2,25
130 200	8 500 000	8	8	0	0
147 200	10 000 000	9	9,5	-0,5	0,25

⁷² Там же

⁷³ Указанные в таблицах значения учитывают корректировку коэффициента на число степеней свободы. Никаких дополнительных корректировок не требуется.

148 000	10 000 000	10	9,5	0,5	0,25
1 200 000	78 000 000	11	12	- 1	1
1 208 000	60 000 000	12	11	1	1
1 565 000	93 000 000	13	13	0	0
Сумма квадратов разностей рангов					6,5
Шестикратная сумма квадратов разностей рангов					39
$n \times (n^2 - 1)$					2 184
Коэффициент Спирмена, фактическое значение					0,98
Минимальное требуемое количество объектов - аналогов при вероятности доверия 0,99 и коэффициенте Спирмена 0,95 – 0,99					6
Фактическое количество объектов – аналогов, использованных в оценке					13
Вывод. В оценке использовано почти в два раза больше объектов – аналогов, чем минимально необходимо для статистической значимости результата оценки с вероятностью доверия 0,99. Соответственно, статистическая значимость обеспечивается с вероятностью доверия более 0,99.					

Примечание. Объектам, имеющим одинаковые цены предложения на продажу присвоены средние ранги.

Как следует из Табл. 5, в данном случае имеет место предельно высокое значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена – 0,98, что хотя и меньше, но очень близко к величине коэффициента детерминации, определённого ранее – более 0,99.

Отметим, что в общем случае коэффициенты детерминации и Спирмена различаются, но дают схожее описание тесноты корреляции. Тем не менее, по указанным выше причинам в отличие от коэффициента детерминации применение коэффициента Спирмена для решения задачи достаточности методологически полностью корректно.

В результате, с вероятностью доверия 0,99 и выше мы можем утверждать достаточность количества объектов – аналогов для оценки рыночной стоимости объекта оценки по формуле (1).

В совокупности с ранее продемонстрированной необходимостью причинно – следственной связи в виде формуле (1), достаточность этой причинно – следственной связи означает достоверность результата оценки рыночной стоимости объекта оценки по формуле (1), т.е. можно утверждать, что результат такой оценки будет формально доказанным, а не представлять собой аморфное «суждение» оценщика, которое с лёгкостью может быть оспорено.

11. Интервал, в котором может находиться рыночная стоимость объекта оценки.

Наиболее вероятное значение цены предложения на продажу объекта оценки площадью 800 000 кв.м. в виде конкретного числа и интервал, в котором она может находиться, определяется по формуле (1) с использованием результатов, приведённых в Табл. 2.

Используемый в оценке метод не следует именовать методом регрессионного анализа, о котором речь пойдёт далее, поскольку он таковым не является по целому ряду причин. Между тем, ничто не мешает именовать этот метод методом количественных корректировок, поскольку обязанность обязательного использования корректировок нигде не установлена, а процесс определения

наиболее вероятной удельной цены предложения на продажу с помощью МНК является одним из вариантов формального согласования удельных цен предложения на продажу объектов – аналогов ⁷⁴.

Процесс определения указанных цен и его результат показаны в Табл. 6.

Таблица 6. Наиболее вероятное значение цены предложения на продажу объекта оценки площадью 800 000 кв.м. и интервал, в котором может она находиться определяется

	Минимум	Наиболее вероятное значение по МНК	Максимум
Удельная цена предложения на продажу, руб./кв.м.	45	58	68
<i>умножить</i>			
Площадь, кв.м.	800 000		
<i>равно</i>			
Цена предложения на продажу, руб.	36 363 636	46 400 000	54 687 500
Соотношение с наиболее вероятным значением	- 22%		+ 18%

Используемый здесь интервал – размах вариации – кардинально отличается по своему содержанию от доверительного интервала – термина параметрической статистики с нормальным распределением данных. В отличие от доверительного интервала, как расчётной величины, границы интервала – размаха вариации объективно определяются в ходе анализа рынка для ценового кластера, к которому относится объект оценки, и включает в себя все 100% ценовой информации, которая была получена оценщиком, а, стало быть, является наиболее адекватным отражением неопределённости, которая может быть ассоциирована с рыночной стоимостью объекта оценки.

Как видно из Табл. 6, интервал, в котором может находиться наиболее вероятное значение цены предложения не симметричен в силу несимметричности интервала удельной цены предложения на продажу.

Необходимо особо отметить, что определение интервала – размаха вариации имеет смысл строго для выборки, которая включает не менее, чем минимально требуемое количество объектов – аналогов, что представляется нам очевидным.

Для определения рыночной стоимости объекта оценки площадью 800 000 кв.м. в виде конкретного числа и интервала, в котором она может находиться, минимальное, наиболее вероятное и максимальное значения цены предложения на продажу умножаются на скидку на торг, которая также объективно имеет интервальный характер.

⁷⁴ Слуцкий А.А. (2021), Метод согласования оценок, полученных в процессе корректировок цен отдельных объектов – аналогов в сравнительном подходе, методом наименьших квадратов, Теория, методология и практика оценки, 04.06.2021, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-metod-soglasovaniya-ocenok-poluchennykh-v-processe-korrektirovok-cen-otdelnykh-obektov-analogov-v-sravnitelnom-podxode-metodom-naimenshix-kvadratov/>

В случае, если скидка на торг находится в интервале от 15 до 25% при наиболее вероятном значении 20% ⁷⁵, то в соответствии с правилами интервальной арифметики ⁷⁶

- к минимальному значению цены предложения на продажу надо применять максимальную скидку на торг;
- к максимальному значению цены предложения на продажу надо применять минимальную скидку на торг.

К наиболее вероятному значению цены предложения на продажу применяется наиболее вероятное значение скидки на торг.

Это процесс и его результат показаны в Табл. 7.

Таблица 7. Рыночная стоимость объекта оценки площадью 800 000 кв.м. в виде конкретного числа и интервал, в котором может она находиться.

	Минимум	Наиболее вероятное значение по МНК	Максимум
Цена предложения на продажу, руб.	36 363 636	46 400 000	54 687 500
<i>умножить</i>			
Скидка на торг, отн. ед.	0,75	0,80	0,85
<i>равно</i>			
Рыночная стоимость	27 272 727	37 120 000	46 484 375
Соотношение с наиболее вероятным значением	- 27%		+ 25%

Особо обратим внимание, что такое – через минимальное и максимальное значения удельного показателя - определение границ интервала возможно только для модели линейного аппроксимирующего тренда без свободного члена (пересекающего начало координат). При использовании иных функциональных видов трендов определение границ интервала производится иначе. Однако, рассмотрение элементов интервального анализа выходит за рамки данного материала.

Как видно из Табл. 7, после умножения минимального и максимального значений цены предложения на продажу на максимальное и минимальное значения скидки на торг интервал, в котором может находиться значение рыночной стоимости в виде конкретного числа (интервал неопределённости) расширился, но не вышел за разумные рамки в +/- 30% (между тем эти «разумные рамки» предполагают, что максимальное значение превышает минимальное в $1,3 : 0,7 = 1,86$, т.е. почти в два раза, о чём не следует забывать).

Необходимо отметить, что по мере увеличения числа корректировок, каждая из которых имеет интервальный характер, интервал неопределённости будет расширяться. Этот процесс является полностью объективным, поскольку по мере роста различия между объектом оценки и теми объектами, которые выбраны в качестве объектов – аналогов, определяемого количеством корректировок, не

⁷⁵ Слущкий А.А. (2021), Рыночная Экстракция Скидки на Торг, Теория, методология и практика оценки, 31.12.2020, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-rynochnaya-ekstrakciya-skidki-na-torg/>

⁷⁶ Интервальная арифметика. Материал из Википедии — свободной энциклопедии, https://ru.wikipedia.org/wiki/Интервальная_арифметика

имеющих точного определённого значения, неопределённость оценки должна возрастать, а практический смысл такой оценки – снижаться.

По этой причине доказательственная оценка требует как можно более точной ценовой кластеризации рынка в сегменте, к которому относится объект оценки, направленной на минимизацию факторов различия, требующих корректировок, и сведению их только к очевидным – различие в уровне отделки, наличии коммуникаций, физическое состояние и т.п. Это полностью соответствует требованиям Федерального стандарта оценки «Процесс оценки (ФСО III)»:

5. Рассматривая возможность и целесообразность применения сравнительного подхода, оценщику необходимо учитывать объем и качество информации о сделках с объектами, аналогичными объекту оценки, в частности: ... степень сопоставимости аналогов с объектом оценки (значимость сравнительного подхода тем выше, чем ближе аналоги по своим существенным характеристикам к объекту оценки и чем меньше корректировок требуется вносить в цены аналогов). ...

10. В рамках сравнительного подхода при выборе аналогов следует: ... 2. использовать при проведении анализа наиболее сопоставимые аналоги для того, чтобы вносить меньше корректировок ...

По этой причине априори не могут рассматриваться в качестве достоверных результаты оценок, полученных с использованием большого количества корректировок, количество которых по опыту автора в некоторых оценках может достигать десяти.

Принципиально, что в доказательственной оценке корректировки цен предложения объектов – аналогов, как демонстрация неаналогичности аналогов, имеют вынужденный характер. Однако, в ряде случаев (например, когда оценивается объект производственной недвижимости в хорошем рабочем, эксплуатируемом состоянии, а на рынке присутствуют только неэксплуатируемые объекты, требующие затрат для приведения в рабочее состояние) корректировка цен объектов – аналогов является неизбежной.

12. Статистические методы определения корректировок

На основании представленных выше соображений можно выделить два метода доказательственной рыночной экстракции корректировок, применяемые автором на практике ⁷⁷:

1. метод пары групп данных, который в американской методологии оценки именуется статистическим (включая графический) методом определения корректировок;
2. метод группы пар данных, который имеет общие черты с методом сгруппированных данных в американской методологии оценки.

Помимо самостоятельного использования указанных методов, возможно их совместное последовательное применение.

⁷⁷ Слущкий А.А. (2020), Методы рыночной экстракции корректировок в методе количественных корректировок: определения, требования, методы и комментарии, Теория, методология и практика оценки, 20.12.2020, <http://tmpo.ru/sluckij-a-a-metody-rynochnoj-ekstrakcii-korrektirovok-v-metode-kolichestvennyx-korrektirovok-opredeleniya-trebovaniya-metody-i-kommentarii/>

Оба метода основаны на методе (единственного) различия – одном из принципов научной индукции Д. С. Милля ⁷⁸ - если случай, в котором явление наступает, и случай, в котором явление не наступает, имеют ряд общих предшествовавших обстоятельств за исключением одного, которое предшествовало первому случаю, то это обстоятельство и следует считать наиболее вероятной причиной явления.

Для реализации метода пары групп данных по принципу «чем больше, тем лучше» необходимо сформировать две выборки объектов

- первая из которых обладает признаком, на различие в котором ищется корректировка, например, наличием отопления в складском помещении;
- вторая из которых не обладает признаком, на который ищется корректировка, например, отоплением в складском помещении.

Для корректной реализации метода объекты должны располагаться в одной локации.

Далее строятся диаграммы рассеяния (предпочтительно – в координатах «цена – площадь» или «годовая чистая арендная плата – площадь») и осуществляются процедуры, аналогичные описанным выше для корреляционно – кластерного анализа и определяются уравнения линейных аппроксимирующих трендов без свободного члена (пересекающие начало координат), по соотношению коэффициентов которых, представляющих наиболее вероятные удельные цены объектов, определяется искомая корректировка.

Для доказательственного характера корректировки обе выборки должны быть однородными и достаточными (по критериям ошибок и Спирмена соответственно), т.е. для каждой из двух выборок должны быть произведены соответствующие расчёты, которые показывают достоверный характер каждого из двух значений соответствующей величины (удельных цен, ставок аренды, удельных затрат), участвующих в расчёте корректировки. Это обеспечит достоверное значение корректировки (абсолютной или относительной) ⁷⁹.

Пример использования метода пары групп для определения корректировок на состояние и наличие отопления в производственно – складских помещениях описан в ⁸⁰.

На Рис. 9 показаны диаграммы рассеяния запрашиваемых чистых годовых арендных плат за производственно – складские объекты в гор. Калуга трёх типов – новые или почти новые (в хорошем состоянии) отапливаемые, не новые (в удовлетворительном состоянии) отапливаемые и не новые (в удовлетворительном состоянии) не отапливаемые.

⁷⁸ Слуцкий А.А. (2021), Достоверность в логике — высокая правдоподобность, высокая вероятность, Теория, методология и практика оценки, 04.10.2021, <http://tppo.su/sluckij-a-a-dostovernost-v-logike-vysokaya-pravdopodobnost-vysokaya-veroyatnost/>

⁷⁹ Это же распространяется на определение методом пары групп ставки капитализации делением ставки аренды на удельную цену.

⁸⁰ Слуцкий А.А. (2022), Анализ рынка и корректировки на наличие отопления производственно – складских помещений (на примере рынка гор. Калуга), Теория, методология и практика оценки, 15.08.2022, <http://tppo.su/sluckij-a-a-analiz-rynka-i-korrektirovki-na-nalichie-otopleniya-i-fizicheskoe-sostoyanie-proizvodstvenno-skladskix-pomeshhenij-na-primere-rynka-gor-kaluga/>

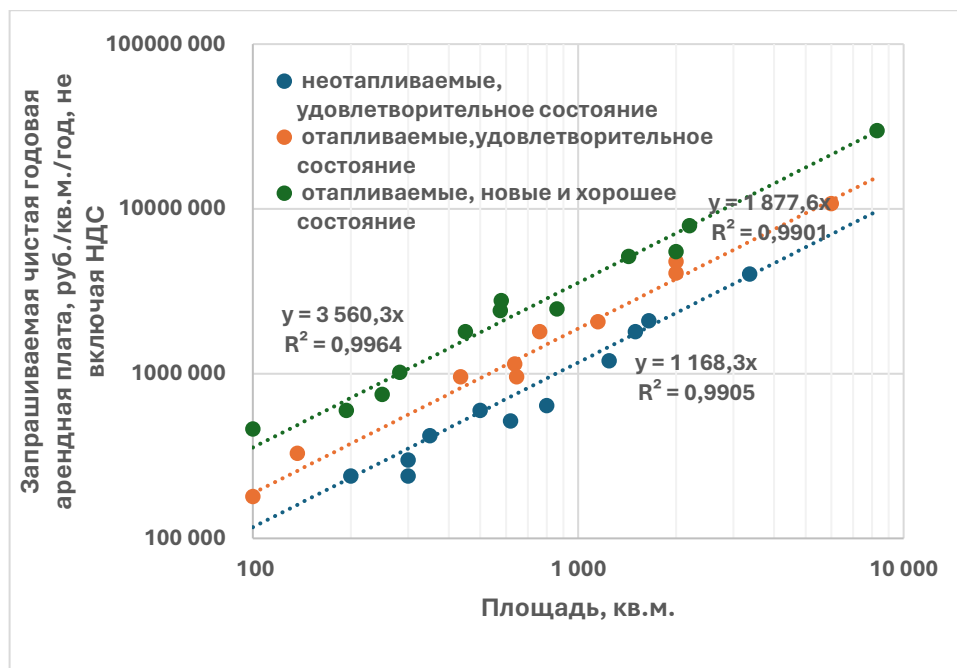


Рисунок 9. Диаграммы рассеяния запрашиваемых чистых годовых арендных плат за производственно – складские объекты в гор. Калуга трёх типов

Как следует из соотношения наиболее вероятных значений запрашиваемых ставок аренды – коэффициентов линейных аппроксимирующих трендов на Рис. 9

- корректировка на наличие отопления, определяемая как соотношение ставок аренды отапливаемых и не отапливаемых помещений в одинаковом (удовлетворительном) состоянии составит: $1\,878 \text{ руб./кв.м./год} : 1\,168 \text{ руб./кв.м./год} = 1,61 \text{ отн. ед.}$
- корректировка на физическое состояние, определяемая как соотношение ставок аренды отапливаемых помещений в новом и хорошем состоянии и в удовлетворительном состоянии составит: $3\,560 \text{ руб./кв.м./год} : 1\,878 \text{ руб./кв.м./год} = 1,90 \text{ отн. ед.}$

Соответственно, если, например, имеется необходимость определить запрашиваемую чистую ставку аренды для неотапливаемого нового помещения, то она определится

1. корректировкой на физическое состояние ставки аренды неотапливаемых помещений в удовлетворительном состоянии, а именно $1\,168 \text{ руб./кв.м./год} \times 1,90 \text{ отн. ед.} = 2\,219 \text{ руб./кв.м./год.}$

или

2. корректировкой на отсутствие отопления ставки аренды новых отапливаемых помещений, а именно $3\,560 : 1,61 = 2\,211 \text{ руб./кв.м./год.}$

Оба варианта корректировок дают приблизительно одно значение, различие (менее 1%) объясняется округлениями при определении корректировок.

Отметим, что полученные значения корректировок достоверны только для оценки в конкретном месте на конкретную дату. Применение их в иных местах и датах уже требует введения предположения о соответствии рыночных условий, которые имели место при определении корректировок, рыночным условиям в другом месте и на другую дату. Насколько вероятно такое предположение, сказать сложно.

Для реализации метода группы пар по принципу «чем больше, тем лучше» необходимо сформировать выборку из пар объектов по следующему принципу:

1. один из объектов в паре не обладает признаком, на различие в котором ищется корректировка, например, расположением в здании выше подвала;
2. второй из объектов в паре обладает признаком, на который ищется корректировка, например, расположен в подвале.

Реализация метода не требует нахождения пар в одной локации. Пары могут располагаться в разных местах одного города или области.

Используемые пары могут быть сформированы

- объективно, например
 - помещения в подвале и на этаже, выше подвала, в одном здании;
 - один и тот же объект в разных состояниях – до и после воздействия некоторого внешнего (ЛЭП) или внутреннего (отделка, степень строительной готовности) фактора;
- один и тот же объект в виде цены предложения на продажу и цены сделки.
- путём подбора с применением субъективного фактора оценщика (аналитика), например:
 - земельные участки с подведёнными коммуникациями и без них в некоторой ограниченной локации;
 - помещения в домах на первой и второй линиях в некоторой ограниченной локации;
 - помещения в зданиях, обладающих и не обладающих охранным статусом, в некоторой ограниченной локации.

Далее

- строится точечная диаграмма рассеяния абсолютных цен предложения объектов, обладающих признаком, на который ищется корректировка по абсолютным ценам предложения объектов, не обладающих признаком, на который ищется корректировка;
- строится линейный тренд, аппроксимирующий диаграмму рассеяния, без свободного члена (пересекающий начало координат), коэффициент в уравнении которого будет искомой корректировкой.

Для доказательственного характера корректировки количество пар должно быть достаточным, а полученная группа соотношений - однородной (по критериям Спирмена и ошибок соответственно).

Пример определения корректировки на расположение помещения в подвале / цоколе здания приведён в ⁸¹.

Таким образом, необходимость в корректировке для получения достоверного результата оценки приводит к необходимости проведения специального исследования оценщиком. При этом использование разного рода «справочников», «сборников» и пр. в доказательственной оценке неприемлемо, поскольку приведённые в них значения корректировок достоверными считать нельзя, зато имеется целый ряд публикаций, в которых показана их недостоверность и даже ложность ⁸². Об этом же свидетельствует показанное выше отсутствие влияния удалённости от МКАД на удельные цены земельных участков.

⁸¹ Слуцкий А.А., Слуцкая И.А. (2020), Корректировка на расположение помещения в цоколе / подвале, Теория, методология и практика оценки, 15.09.2020, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-sluckaya-i-a-korrektirovka-na-raspolozhenie-pomesheniya-v-cokole-podvale/>

⁸² Неисчерпывающий перечень таких публикаций приведён в статье Табакова С.А., Нейман Е.И., Слуцкий А.А. (2021), Методологические проблемы оценки стоимости недвижимого имущества в

13. Существенность в оценке с позиций аппарата статистики.

Отметим, что определение интервала, в котором может находиться рыночная стоимость в виде конкретного числа, позволяет обоснованно определить термин «существенность» в оценке.

В настоящее время этот термин нельзя считать формализованным. В частности, в соответствии с п. 16. Федерального стандарта оценки «Структура федеральных стандартов оценки и основные понятия, используемые в федеральных стандартах оценки (ФСО I)»:

Существенность представляет собой степень влияния информации, допущений, ограничений оценки и проведенных расчетов на результат оценки. Существенность может не иметь количественного измерения. Для определения уровня существенности требуется профессиональное суждение в области оценочной деятельности.

Между тем, существенным обоснованно можно считать всё относящееся к процессу оценки, включая информацию и данные, используемую методологию, формальный расчётный процесс, изменение которого в процессе проверки, экспертизы или претензий способно привести к выходу результата оценки за рамки интервала, в котором он находился до такого изменения.

Иными словами, если в процессе экспертизы, проверки и т.п. уполномоченным на то лицом или органом установлена необходимость изменения чего-то в процессе оценки, приведённом в отчёте об оценке или заключении эксперта, и это привело к тому, что результат оценки изменился так, что он «выпал» за рамки исходного интервала, т.е. изменился существенно, то то, что было изменено, является существенным.

В случае же если после указанного изменения результат оценки не изменился вообще, или изменился, но не «выпал» за рамки исходного интервала, т.е. изменился не существенно, то то, что было изменено, существенным не является. Очевидно, что такой подход является объективным, никак не predetermined и не требует никакого результирующего «суждения».

При этом установление уполномоченным лицом или органом необходимости несущественно изменить результат оценки, не должен отменять ответственности оценщика целиком, но должен сводить её к строго дисциплинарной, устраняя материальную составляющую, которая должна иметь место только при необходимости существенно изменить исходный результат оценки.

Особо отметим, что говорить о существенности или несущественности можно только применительно к отчёту об оценке и его результату, обладающим признаками достоверности, которые необходимо проверить. Если отчёт об оценке и его результат такими признаками не обладают – недостоверный отчёт и результат, дальнейшие рассуждения о существенности или несущественности чего бы то ни было являются бессмысленными.

То же самое относится и к сопоставлению результатов двух оценок, если хотя бы одна из них признаками достоверности не обладает.

В этой связи, в силу своей ориентации на максимальные объём исследования рынка и количество объектов – аналогов, при условии корректного определения ценового кластера, к которому относится объект оценки, доказательственная оценка практически устраняет возможность существенного изменения результата оценки даже при том условии, что некоторые объекты – аналоги будут признаны не соответствующими (выход изменённого результата оценки за пределы исходного интервала исключается).

14. Регрессионный анализ.

Необходимо особо указать на то, что в методологии американской оценки регрессионный анализ не является традиционным, ограниченно допустимым методом оценки, применимым строго к решению задач массовой (главным образом – налоговой) оценки, и не являющимся общепринятым в задачах индивидуальной оценки⁸³.

При этом, то, что в американской «Оценке недвижимости» рекомендуется как «построение регрессионных зависимостей» в статистическом (включая графический) методе определения корректировок и в ходе анализа рынка (см. выше), не выходит за рамки корреляционного анализа в более примитивной, нежели представлено здесь, форме.

Причины, по которым этот метод стал общепринятым – упомянутым в Федеральном стандарте оценки «Оценка недвижимости» (ФСО №7) – как нам представляется, разумных объяснений не имеет (скорее, он связан с субъективными предпочтениями отдельных авторов стандарта).

Здесь мы не будем подробно рассматривать метод регрессионного анализа, а только обратим внимание на некоторые ключевые моменты, на которые мы уже обращали внимание в⁸⁴.

При изучении этой темы следует изучить недавнюю работу д.э.н. С.А. Смоляка⁸⁵, в которой изложены допущения и ограничения метода.

Прежде всего необходимо отметить, что регрессионный анализ становится таковым только в случае подтверждения соответствия данных и результата условиям Гаусса – Маркова, которые разобраны в упомянутой статье С.А. Смоляка, и, собственно, и представляют собой регрессионный анализ. «Подводные камни» регрессионного анализа в оценке недвижимости ранее хорошо описаны в статье Ханса Изаксона⁸⁶. Без такой проверки говорить о регрессионном анализе категорически нельзя (хотя именно это в мягкой форме делается в американской «Оценке недвижимости»), но, как показано выше, в этом нет никакой необходимости, поскольку для решения

⁸³ См. Appraisal Institute (2020), The Appraisal of Real Estate, Fifteenth Edition, Appraisal Institute, Chicago, IL, а также Roddewig R.J. (2012), Experimental and Non – Traditional Valuation Methods: Guidelines for Appraisers, Appraisal Institute Annual Meeting, San Diego, California, Aug. 02, <https://www.appraisalinstitute.org/assets/1/7/Advanced-Statistical-Methods-in-Real-Estate-Appraisal2.pdf>

⁸⁴ Слуцкий, А.А. (2022), «На пороге» регрессионного анализа в оценке, Вопросы оценки, №1, <http://tmpo.su/sluckij-a-a-na-poroge-regressionnogo-analiza-2/>

⁸⁵ Смоляк С.А. (2022), Допущения при использовании статистических моделей в стоимостной оценке, Имущественные отношения в РФ, №7(250), <https://cyberleninka.ru/article/n/dopuscheniya-pri-ispolzovanii-statisticheskikh-modeley-v-stoimostnoy-otsenke>

⁸⁶ Isakson H.R. (2001), Using Multiple Regression Analysis in Real Estate Appraisal, Appraisal Journal, October 1, <https://www.thefreelibrary.com/Using+Multiple+Regression+Analysis+in+Real+Estate+Appraisal.-a080195045>

задач оценки достаточно иных, более простых и понятных терминов – корреляция и аппроксимация – в одномерных вариантах применения, позволяющих, что очень важно, визуализировать процесс и результаты анализа. Регрессионный анализ в силу своей многомерности принципиально не может быть визуализирован с приемлемой понятностью для пользователя.

Ещё одним принципиальным моментом регрессионного анализа применительно к решению задач оценки по аналогии является требование, не входящее в перечень условий Гаусса – Маркова, а именно – требование нормальности остатков, как на уровне регрессионной модели целиком, так и на уровне каждого коэффициента модели.

Относительно второго, ссылаясь на математическое определение, данное в ⁸⁷, Изаксон в упомянутой статье именует это «многомерным нормальным распределением»:

Фундаментальное предположение, лежащее в основе всех многомерных регрессионных анализов, состоит в том, что данные, используемые для построения регрессионной модели, образуют многомерное нормальное распределение. Когда результаты многомерного регрессионного анализа нечувствительны к незначительным отклонениям от предположения о многомерной нормальности, результаты считаются надежными.

Проверка ошибок на нормальность распределения предписывается (или, как минимум, настоятельно рекомендуется) американским оценщикам в качестве обязательной при использовании регрессионного анализа ⁸⁸.

При этом, ссылки на то, что нормальность остатков не входит в перечень условий Гаусса – Маркова, и, соответственно, не является необходимой, применительно к оценке не состоятельны.

Объясняется это тем, что в логическом методе аналогии умозаключение должно формироваться путём сопоставления объектов строго по существенным признакам, на основании чего строится научная (а не популярная) модель аналогии. Включение в модель аналогии несущественных признаков, а особенно – построение модели аналогии на основе несущественных признаков, не даёт обоснованного результата, но способно привести к ложной аналогии (типичные учебные примеры ложных аналогий, основанных на несущественных признаках – «анalogии» козла, щуки и петуха ⁸⁹).

В статистике существенность / несущественность влияния того или иного фактора означает его статистическую значимость, о чём мы говорили выше. В регрессионном анализе подтверждение статистической значимости модели в целом осуществляется с помощью F – критерия Фишера, а подтверждение статистической значимости каждого отдельного коэффициента модели – с помощью t – критерия

⁸⁷ Theli H. (1971), Principles of Econometrics, New York: John Wiley & Sons, Inc.

⁸⁸ Appraisal Institute (2020), The Appraisal of Real Estate, 15th Edition, Appendix B. Regression Analysis and Statistical Applications, https://www.appraisalinstitute.org/assets/1/7/ARE_15_Appendix_B.pdf

⁸⁹ « ... Посмотрите на козла и на щуку. У козла столько же глаз, сколько и у щуки. Обратите внимание также на наличие хвоста у обоих. А посмотрите на их морды? У щуки морда вытянутая, и во рту имеются зубы. Аналогично, у козла морда вытянутая, и рот зубаст. Щука, как известно, рыба. Аналогично и козел - тоже рыба. ... Давайте сравним козла с петухом. Посмотрите на них. У козла два глаза. Аналогично, и у петуха два глаза. У петуха есть хвост. Аналогично, и у козла есть хвост. А борода? Посмотрите, у них у обоих есть борода. Петух, как известно, птица. Аналогично и козел - тоже птица, а вовсе не рыба!». Аналогии лгут, <https://psi-logic.narod.ru/psi/mini7.htm>

Стьюдента. Оба критерия основаны на нормальных распределениях (Фишера и Стьюдента соответственно).

Поэтому, если условия решаемой задачи требуют статистической значимости как самого результата в целом, так и значимости всех используемых коэффициентов модели, а в оценке это именно так и есть, то требование «многомерной нормальности», как нормальности распределения всех коэффициентов (измерений) модели, о котором пишет Изаксон, становится очевидной. И это не является чем то новым в регрессионном анализе – см., например, ⁹⁰. Как указано в ⁹¹,

Нормальность остатков требуется только для проверки правильности гипотезы о том, что р-значения для t-тестов и F-тестов будут действительными.

Здесь надо уточнить, что проверки на нормальность не требует не регрессионный анализ, а именно метод наименьших квадратов, лежащий в его основе, но метод наименьших квадратов полностью работоспособен и при отсутствии гомоскедастичности данных (одно из условий Гаусса – Маркова), при которой регрессионный анализ считается, как минимум, не качественным, а как максимум - недействительным.

Отметим ещё раз, что требования к использованию нормального распределения определены в ГОСТ Р 8.736 – 2011, в соответствии с которым говорить о нормальности распределения можно только начиная с 16 наблюдений. Но на практике это значение вряд ли будет являться минимально необходимым, поскольку обеспечение обязательной статистической значимости отдельных коэффициентов модели может требовать использования большего и намного большего числа наблюдений (десятки, сотни и тысячи), что – массовая оценка – и является нормальной общепринятой областью применения регрессионного анализа в оценке. Необходимо также упомянуть недопустимость использования в оценке регрессионных моделей со свободным членом, который не имеет очевидного экономического смысла (в принципе, в абстрактном регрессионном анализе это нормально), поскольку отсутствие экономического смысла у свободного члена модели в оценке означает то, что он является просто постоянной частью ошибки модели (систематической ошибкой).

В результате бездумное применение регрессионного анализа при априори не критичном его понимании, как это в основном имеет место в российской оценке, может только создать ненужные проблемы в части оспоримости, недоказанности результата оценки.

При этом мы не видим никакой объективной необходимости и даже никаких объективных предпосылок для применения этого метода в оценке. Многолетняя практика доказательственной оценки показывает достаточность корреляционно – кластерного анализа при анализе рынка с последующими описанными действиями

⁹⁰ Sarstedt M., Mooi, E. (2014), Regression Analysis, In: A Concise Guide to Market Research, Springer Texts in Business and Economics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, https://www.researchgate.net/publication/300403700_Regression_Analysis

⁹¹ Institute for Digital Research & Education (UCLA), Regression with STATA. Chapter 2 – Regression Diagnostics, <https://stats.idre.ucla.edu/stata/webbooks/reg/chapter2/stata-webbooksregressionwith-statachapter-2-regression-diagnostics/?fbclid=IwAR0HZNQR5W9y9ixNrXEZ3FI-sURvLnOaVj9uie-6tzM3IB9zygDRFIVHR5I#:~:text=In%20this%20section%2C%20we%20will,stands%20for%20variance%20inflation%20factor.&text=Tolerance%2C%20defined%20as%201%2FVIF,on%20the%20degree%20of%20collinearity>

непосредственно по оценке для решения типовых профессиональных задач. Не стоит также забывать про иные общепринятые методы и предпосылки оценки.

Заключение.

В представленном выше материале мы достаточно подробно рассмотрели основополагающие термины, правильное понимание которых позволяет осуществить соответствие процесса доказательственной оценки логическим основам получения правдоподобных достоверных умозаключений методами научной аналогии и научной индукции, избегая их популярных форм, априори не дающих достоверное умозаключение.

Далее мы описали необходимый набор инструментов статистического анализа, которые позволяют формально и наглядно (в виде графиков и таблиц) представлять все этапы процесса оценки – от анализа рынка до определения величины рыночной стоимости и интервала, в котором она может находиться – сопровождая процесс оценки контрольными критериями, формально с высокой (намного больше минимально требуемой) степенью вероятности показывающие соответствие (а в некоторых случаях и несоответствие) процесса оценки требованиям к получению достоверного результата – единство ценообразования объектов – аналогов, однородность набора данных, используемых в расчёте, а также достаточность количества объектов – аналогов.

Мы также сформировали статистический подход к пониманию термина «существенность», которое позволяет полностью объективно и формально определять степень, в которой некоторый факт, обстоятельство и т.п. влияют на результат оценки, не прибегая при этом к неопределённому «суждению», которое в принципе не может не обладать существенной долей субъективности.

Особо отметим, что статистический аппарат доказательственной оценки позволяет полностью или практически полностью устранить из процесса оценки волюнтаристскую субъективную составляющую процесса оценки, связанную с заказчиком оценки и исполняющим его волю оценщиком, и тем самым устранить априори негативное отношение потребителей к процессу и результату оценки, что служит объективным источником оспаривания результатов оценки.

Помимо этого, нам представляется очевидным, что использование статистического аппарата способно кардинально дисциплинировать процесс оценки, предотвращая возможные стремления к искажению результата, что способно оказать позитивное влияние на утраченную репутацию профессии оценки и возродить доверие к ней со стороны потребителей. Это является разумной альтернативой политике ужесточения ответственности оценщиков и оценочных компаний, которую проводит государственный регулятор профессии.