

# Практическое применение критерия Манна-Уитни-Уилкоксона в оценочной деятельности

К. А. Мурашев

13 мая 2022 г.

В своей практике оценщики часто сталкиваются с необходимостью учёта различий количественных характеристик объектов. В частности, одной из стандартных задач является установление признаков, влияющих на стоимость (т. н. ценообразующих факторов) и их отделение от признаков, влияние которых на стоимость отсутствует либо не может быть установлено. В практике оценки широкое распространение получил субъективный отбор признаков, учитываемых при определении стоимости. При этом конкретные количественные показатели влияния этих признаков на стоимость зачастую берутся из т. н. «справочников». Не отказывая такому подходу в быстроте и невысокой стоимости его реализации, нельзя не признать, что только данные, непосредственно наблюдаемые на открытом рынке, являются надёжной основой суждения о стоимости. Приоритет таких данных над прочими, в частности, полученными путём опроса экспертов, закреплён, в том числе в Стандартах оценки RICS [2], Международных стандартах оценки 2022 [3], а также МСФО 13 «Оценка справедливой стоимости» [1]. Поэтому можно говорить о том, что математические методы анализа данных, полученных на открытом рынке, являются наиболее надёжным средством интерпретации рыночной информации, применяемой при исследованиях рынка и предсказании стоимости конкретных объектов. В данном материале будут рассмотрены основные теоретические вопросы, касающиеся теста Манна-Уитни-Уилкоксона (далее U-тест), а также проведён пошаговый разбор применения данного теста к конкретным данным. Материал содержит строки кода, необходимые для проведения U-теста с использованием языков программирования Python и R, а также приложение в виде электронной таблицы, содержащей формулы для проведения данного теста и полностью готовой для её применения на любых иных данных. Данный материал и все приложения к нему распространяются на условиях лицензии cc-by-sa-4.0 [5].

## 1. Технические данные

Данный материал, а также приложения к нему доступны по постоянной ссылке [4]. Исходный код данной работы был создан с использованием языка  $\text{\TeX}$  [10] с набором макрорасширений  $\text{\LaTeX}$  [11], дистрибутива TeXLive [12] и редактора TeXstudio [14]. Расчёт в форме электронной таблицы был выполнен с помощью LibreOffice Calc [7] (Version: 6.4.7.2; build ID: 1:6.4.7-0ubuntu0.20.04.4). Расчёт на языке R [13] (version 4.2.0 (2022-04-22) – "Vigorous Calisthenics") был выполнен с использованием IDE RStudio (RStudio 2022.02.2+485 "Prairie Trillium" Release (8acbd38b0d4ca3c86c570cf4112a8180c48cc6fb, 2022-04-19) for Ubuntu Bionic Mozilla/5.0 (X11; Linux x86\_64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) QtWebEngine/5.12.8 Chrome/69.0.3497.128 Safari/537.36) [9]. Расчёт на языке Python [6] был выполнен с использованием среды разработки Jupyter Lab [8].

## 2. Предмет исследования

В случае работы с рыночными данными перед оценщиком часто встаёт задача проверки гипотезы о существенности влияния того или иного признака, измеренного в количественной или порядковой шкале, на стоимость. Аналогичная задача возникает у аналитиков рынка недвижимости, специалистов компаний-застройщиков, риелторов. При этом зачастую отсутствует возможность сбора больших массивов данных, позволяющих применить широкий спектр методов машинного обучения. В ряде случаев оценщики осознанно сужают область сбора данных до узкого сегмента рынка, в результате чего в их распоряжении оказываются лишь сверхмалые выборки объёмом менее тридцати наблюдений. При этом, ценовые данные чаще всего имеют распределение отличное от нормального. В данном случае рациональным решением является применение U-теста. Сформулируем задачу:

- предположим, что у нас существуют две выборки удельных цен коммерческих помещений, часть из которых имеет отдельный вход, часть — нет;
- необходимо установить: оказывает ли наличие отдельного входа существенное влияние на удельную стоимость недвижимости данного типа.

На первый взгляд, согласно сложившейся практике, оценщик Данные, используемые в настоящей работе, являются вымышленными и служат для учебных целей. В качестве учебных да

### 3. Основные сведения о тесте

### 4. Практическая реализация

### 5. Выводы

### Источники информации

- [1] Министерство финансов России. *Международный стандарт финансовой отчётности (IFRS) 13 «Оценка справедливой стоимости»*. с изменениями на 11 июля 2016 г. Russian. Russia, Moscow: Минфин России, 2015-12-28. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=326168#10> (дата обр. 10.06.2020).
- [2] Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS). *RICS Valuation — Global Standards*. English. UK, London: RICS, 2021-11-30. URL: <https://www.rics.org/uk/upholding-professional-standards/sector-standards/valuation/red-book/red-book-global/> (дата обр. 11.05.2022).
- [3] International Valuation Standards Council. *International Valuation Standards*. 2022-01-31. URL: <https://www.rics.org/uk/upholding-professional-standards/sector-standards/valuation/red-book/international-valuation-standards/>.
- [4] Kirill A. Murashev. «Practical application of the Mann-Whitney-Wilcoxon test (U-test) in valuation». English, Spanish, Russian, Interslavic. B: (2022-05-15). URL: [https://github.com/Kirill-Murashev/AI\\_for\\_valuers\\_book/tree/main/Parts&Chapters/Mann-Whitney-Wilcoxon](https://github.com/Kirill-Murashev/AI_for_valuers_book/tree/main/Parts&Chapters/Mann-Whitney-Wilcoxon) (дата обр. 15.05.2022).
- [5] Creative Commons. *cc-by-sa-4.0*. URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> (дата обр. 27.01.2021).
- [6] Python Software Foundation. *Python site*. Английский. Python Software Foundation. URL: <https://www.python.org/> (дата обр. 17.08.2021).
- [7] The Document Foundation. *LibreOffice Calc*. Английский. URL: <https://www.libreoffice.org/discover/calc/> (дата обр. 20.08.2021).
- [8] *Jupyter site*. URL: <https://jupyter.org> (дата обр. 13.05.2022).
- [9] RStudio. *RStudio official site*. Английский. URL: <https://www.rstudio.com/> (дата обр. 19.08.2021).
- [10] CTAN team. *TeX official site*. English. CTAN Team. URL: <https://www.ctan.org/> (дата обр. 15.11.2020).
- [11] LaTeX team. *LaTeX official site*. English. URL: <https://www.latex-project.org/> (дата обр. 15.11.2020).
- [12] *TeXLive official site*. URL: <https://www.tug.org/texlive/> (дата обр. 15.11.2020).

- [13] The R Foundation. *The R Project for Statistical Computing*. Английский. The R Foundation. URL: <https://www.r-project.org/> (дата обр. 17.08.2021).
- [14] Benito van der Zander. *TeXstudio official site*. URL: <https://www.texstudio.org/> (дата обр. 15.11.2020).