

2 Искусственный интеллект в оценочной  
3 деятельности

4 Практическое руководство по разработке систем поддержки принятия  
5 решений оценщиками с использованием языков программирования  
6 **R и Python**

7 К. А. Мурашев

8 19 августа 2021 г.

УДК 519(2+8+682)+004.891.2+330.4+338.5

ББК 16.6+22(16+17)+65.25

ГРНТИ 27.43.51+28.23.35+28.23.29+28.23.37+83.03.51

М91

Искусственный интеллект в оценочной деятельности: практическое руководство по разработке систем поддержки принятия решений оценщиками с использованием языков программирования R и Python / К. А. Мурашев — Inkeri, Санкт-Петербург, 12 августа 2021 г. – 19 августа 2021 г., 20 с.

Данное произведение является результатом интеллектуальной деятельности и объектом авторского права. Распространяется на условиях лицензии [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International \(CC BY-SA 4.0\)](#), оригинальный текст которой доступен по [ссылке](#) [4], перевод которого на русский язык доступен по [ссылке](#) [5]. Разрешается копировать, распространять, воспроизводить, исполнять, перерабатывать, исправлять и развивать произведение либо любую его часть в том числе и в коммерческих целях при условии указания авторства и лицензирования производных работ на аналогичных условиях. Все новые произведения, основанные на произведении, распространяемом на условиях данной лицензии, должны распространяться на условиях аналогичной лицензии, следовательно все производные произведения также будет разрешено распространять, изменять, а также использовать любым образом, в т. ч. и в коммерческих целях.

Программный код, разработанный автором и использованный для решения задач, описанных в данном произведении, распространяется на условиях лицензии [Apache License Version 2.0](#) [3], оригинальный текст которой доступен по [ссылке](#) [8], перевод текста которой на русский язык доступен по [ссылке](#) [3]. Программный код на языке R [31], разработанный автором, а также иные рабочие материалы к нему доступны по [ссылке](#) на портале Github [19], а также по [запасной ссылке](#) [20]. Программный код на языке Python [9], разработанный автором, а также иные рабочие материалы к нему доступны по [ссылке](#) на портале Github [21], а также по [запасной ссылке](#) [22].

В процессе разработки данного материала равно как и программного кода автор использовал операционную систему [Kubuntu](#) [6]. Для подготовки данного материала использовался язык  $\text{\TeX}$  [28] с набором макрорасширений  $\text{\LaTeX}$  2 $\epsilon$  [29]. Конкретная техническая реализация заключается в использовании дистрибутива [TexLive](#) [30], редактора [L \$\text{\AA}\$ X](#) [16], компилятора PdfLaTeX и системы цитирования BibLaTeX/Biber. Исходный код и дополнительные файлы, необходимые для его компиляции, доступны по [ссылке](#) на портале Github [24], а также по [запасной ссылке](#) [25].

Материал подготовлен в форме гипертекста: ссылки на ресурсы, размещённые в [информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»](#) [51], выделены [синим \(blue\) цветом](#), внутренние перекрёстные ссылки выделены [красным \(red\) цветом](#), библиографические ссылки выделены [зелёным \(green\) цветом](#). При подготовке данного материала использовался шаблон [KOMAScript Book](#) [15]. В целях облегчения понимания согласования слов в сложноподчинённых предложениях либо их последовательности в тексте реализована графическая разметка, позволяющая понять структуру предложения: слова, согласованные между собой внутри предложения, подчёркнуты одинаковыми

линиями, данное решение применяется только в тех предложениях, в которых, по мнению автора, возможно неоднозначное толкование в части согласования слов внутри него.

Данный материал выпускается в соответствии с философией *Rolling Release* [39], что означает что он будет непрерывно дорабатываться по мере обнаружения ошибок и неточностей, а также в целях улучшения внешнего вида. Идентификатором, предназначенным для определения версии материала, служат её номер и дата релиза, указанные на титульном листе, а также в колонтитулах. История версий приводится в таблице 0.1 на следующей странице—4. Актуальная версия перевода в формате PDF доступна по ссылке [24], а также по запасной ссылке [25].

В целях соответствия принципам устойчивого развития [12, 40], установленным в частности Стратегией The European Green Deal [26] и являющимся приоритетными для Единой Европы [11, 7, 36], а также содействия достижению углеродной нейтральности [32] рекомендуется использовать материал исключительно в электронной форме без распечатывания на бумаге.

Для связи с автором данного перевода можно использовать

- любой клиент, совместимый с протоколом Tox [27, 41], Tox ID = 2E71 CA29 AF96 DEF6 ABC0 55BA 4314 BCB4 072A 60EC C2B1 0299 04F8 5B26 6673 C31D 8C90 7E19 3B35;
- адрес электронной почты: kirill.murashev@tutanota.de;
- <https://www.facebook.com/murashev.kirill/> [1];

Реквизиты для оказания помощи проекту.

Тинькоф: +79219597644

BTC: bc1qjzwtk3hc7ft9cf2a3u77cxflgnw93jkyjfsf?time=1627474534&exp=86400

ETH:

Monero: 45ho 6Na3 dzoW DwYp 4ebD BXBr 6CuC F9L5 NGCD cspa w2W4 W15a fiMM dGmf dhnp e6hP JSXk 9Mwm o9Up kh3a ek96 LFEa BZYX zGQ

USDT: 0x885e0b0E0bDCFE48750Be534f284EFfbEf6d247C

EURT: 0x885e0b0E0bDCFE48750Be534f284EFfbEf6d247C

CNHT: 0x885e0b0E0bDCFE48750Be534f284EFfbEf6d247C

## 83 История версий

Таблица 0.0.1: История версий материала

№	Номер версии	Дата	Автор	Описание
0	1	2	3	4
1	0.0001.0001	2021-08-14	KAM	Initial

84 **Оглавление**

85 **0. Предисловие** 13

Рабочая версия

## <sup>86</sup> List of Algorithms

Рабочая версия

## Список иллюстраций

Рабочая версия

## 88 Список таблиц

89	0.0.1 История версий материала . . . . .	4
----	--	---

Рабочая версия



## Список литературы

- [1] URL: <https://www.facebook.com/murashev.kirill/> (дата обр. 28.07.2021).
- [2] Royal Institution Surveyors of Chartered (RICS). *RICS Valuation — Global Standards*. English. UK, London: RICS, 28 нояб. 2019. URL: <https://www.rics.org/eu/upholding-professional-standards/sector-standards/valuation/red-book/red-book-global/> (дата обр. 10.06.2020).
- [3] *Apache 2.0*. URL: [http://licenseit.ru/wiki/index.php/Apache\\_License\\_version\\_2.0#.D0.A2.D0.B5.D0.BA.D1.81.D1.82\\_.D0.BB.D0.B8.D1.86.D0.B5.D0.BD.D0.B7.D0.B8.D0.B8](http://licenseit.ru/wiki/index.php/Apache_License_version_2.0#.D0.A2.D0.B5.D0.BA.D1.81.D1.82_.D0.BB.D0.B8.D1.86.D0.B5.D0.BD.D0.B7.D0.B8.D0.B8) (дата обр. 17.08.2021).
- [4] Creative Commons. *Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International*. Ноябрь. 2013. URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>.
- [5] Creative Commons. *Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International RUS*. Ноябрь. 2013. URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.ru>.
- [6] Kubuntu devs. *Kubuntu official site*. Kubuntu devs. URL: <https://kubuntu.org/> (дата обр. 17.08.2021).
- [7] Institute Greater for a Europe. *Institute for a Greater Europe official site*. URL: <https://www.institutegreatereurope.com/> (дата обр. 15.04.2021).
- [8] Apache Software Foundation. *Apache License Version 2.0*. Английский. URL: <https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0> (дата обр. 17.08.2021).
- [9] Python Software Foundation. Английский. Python Software Foundation. URL: <https://www.python.org/> (дата обр. 17.08.2021).
- [10] The IFRS Foundation. *IFRS 13 Fair Value Measurement*. UK, London: The IFRS Foundation, 31 янв. 2016. URL: <http://eifrs.ifrs.org/eifrs/bnstandards/en/IFRS13.pdf> (дата обр. 10.06.2020).
- [11] Lisbon-Vladivostok Work group. *Initiative Lisbon-Vladivostok*. URL: <https://lisbon-vladivostok.pro/> (дата обр. 15.04.2021).
- [12] Investopedia. *Sustainability*. URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/sustainability.asp> (дата обр. 15.04.2021).

- [13] ISO/IEC. *ISO/IEC 10746-2:2009. Information technology "— Open distributed processing "— Reference model: Foundations — Part 2*. English. Под ред. ISO/IEC. Standard. ISO/IEC, 15 дек. 2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/431871894> (дата обр. 01.03.2021).
- [14] ISO/IEC. *ISO/IEC 2382:2015. Information technology — Vocabulary*. English. Под ред. ISO/IEC. ISO/EIC, 2015. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:2382:ed-1:v1:en> (дата обр. 01.03.2021).
- [15] Markus Kohm. *koma-script — A bundle of versatile classes and packages*. 1994–2020. URL: <https://ctan.org/pkg/koma-script> (дата обр. 28.01.2021).
- [16] *LyX official site*. URL: <https://www.lyx.org/> (дата обр. 28.01.2021).
- [17] Machinelearning.ru. *Нормальное распределение*. URL: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) (дата обр. 02.03.2021).
- [18] Machinelearning.ru. *Параметрические статистические тесты*. URL: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F:%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5\\_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5\\_%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%8B](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F:%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%8B) (дата обр. 02.03.2021).
- [19] Kirill A. Murashev. R. URL: [https://github.com/Kirill-Murashev/AI\\_for\\_valuers\\_R\\_source](https://github.com/Kirill-Murashev/AI_for_valuers_R_source).
- [20] Kirill A. Murashev. R. URL: <https://web.tresorit.com/l/1Zgvt#kBA5FiY0Qtverp8Rjz6gyg>.
- [21] Kirill A. Murashev. R. URL: [https://github.com/Kirill-Murashev/AI\\_for\\_valuers\\_Python\\_source](https://github.com/Kirill-Murashev/AI_for_valuers_Python_source).
- [22] Kirill A. Murashev. R. URL: <https://web.tresorit.com/l/VGZE5#XqySAkmjY0DAIcOp1ZWPMg>.
- [23] Kirill A. Murashev. *RICS Valuation — Global Standards 2020. Russian translation*. TeX. 28 июля 2021. URL: <https://web.tresorit.com/l/oFpJF#xr3UGoxLvzs4vAaHtjqw>.
- [24] Kirill A. Murashev. *Искусственный интеллект в оценочной деятельности: практическое руководство по разработке систем поддержки принятия решений оценщиками с использованием языков программирования R и Python*. Inkeri. URL: [https://github.com/Kirill-Murashev/AI\\_for\\_valuers\\_book](https://github.com/Kirill-Murashev/AI_for_valuers_book).
- [25] Kirill A. Murashev. *Искусственный интеллект в оценочной деятельности: практическое руководство по разработке систем поддержки принятия решений оценщиками с использованием языков программирования R и Python*. Inkeri. URL: [https://web.tresorit.com/l/3xiTP#1p8pFnG\\_9No9izLFd09xaA](https://web.tresorit.com/l/3xiTP#1p8pFnG_9No9izLFd09xaA).

- [26] European Parliament. *The European Green Deal*. 15 янв. 2020. URL: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0005\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0005_EN.html) (дата обр. 15.04.2021).
- [27] Tox Project. *Tox project official site*. URL: <https://tox.chat/> (дата обр. 09.03.2021).
- [28] CTAN team. *TeX official site*. English. CTAN Team. URL: <https://www.ctan.org/> (дата обр. 15.11.2020).
- [29] LaTeX team. *LaTeX official site*. English. URL: <https://www.latex-project.org/> (дата обр. 15.11.2020).
- [30] *TeXLive official site*. URL: <https://www.tug.org/texlive/> (дата обр. 15.11.2020).
- [31] The R Foundation. *The R Project for Statistical Computing*. Английский. The R Foundation. URL: <https://www.r-project.org/> (дата обр. 17.08.2021).
- [32] Wikipedia. *Carbon neutrality*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_neutrality](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_neutrality) (дата обр. 15.04.2021).
- [33] Wikipedia. *COVID-19 pandemic*. Английский. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19\\_pandemic](https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemic) (дата обр. 18.08.2021).
- [34] Wikipedia. *Efficient-market hypothesis*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Efficient-market\\_hypothesis](https://en.wikipedia.org/wiki/Efficient-market_hypothesis) (дата обр. 29.10.2020).
- [35] Wikipedia. *Euclidean distance*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean\\_distance](https://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_distance) (дата обр. 18.08.2021).
- [36] Wikipedia. *Greater Europe*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Greater\\_Europe](https://en.wikipedia.org/wiki/Greater_Europe) (дата обр. 15.04.2021).
- [37] Wikipedia. *Kelly Johnson (engineer)*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Kelly%5C\\_Johnson\\_\(engineer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kelly%5C_Johnson_(engineer)) (дата обр. 06.11.2020).
- [38] Wikipedia. *KISS principle*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/KISS\\_principle](https://en.wikipedia.org/wiki/KISS_principle) (дата обр. 06.11.2020).
- [39] Wikipedia. *Rolling Release*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Rolling\\_release](https://ru.wikipedia.org/wiki/Rolling_release) (дата обр. 28.01.2021).
- [40] Wikipedia. *Sustainability*. English. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainability> (дата обр. 15.04.2021).
- [41] Wikipedia. *Wikipedia: Tox protocol*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tox\\_\(protocol\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tox_(protocol)) (дата обр. 09.03.2021).
- [42] Wikipedia. *Архитектура компьютера*. Russian. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0) (дата обр. 06.08.2021).
- [43] Wikipedia. *Расстояние городских кварталов*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Taxicab\\_geometry](https://en.wikipedia.org/wiki/Taxicab_geometry) (дата обр. 18.08.2021).

- [44] Wikipedia. *Свободное программное обеспечение*. Русский. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) (дата обр. 18.08.2021).
- [45] Wikipedia. *Сильная форма Гипотезы эффективного рынка*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0\\_%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0#%D0%A2%D1%80%D0%B8\\_%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B\\_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B9\\_%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0_%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0#%D0%A2%D1%80%D0%B8_%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) (дата обр. 18.08.2021).
- [46] связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Министерство цифрового развития. *Свободное программное обеспечение в госорганах*. Русский. URL: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.ru.html> (дата обр. 18.08.2021).
- [47] Фонд свободного программного обеспечения. *Что такое свободная программа?* Русский. Фонд свободного программного обеспечения. URL: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.ru.html> (дата обр. 18.08.2021).
- [48] Министерство финансов России. *Международный стандарт финансовой отчётности (IFRS) «Оценка справедливой стоимости»*, с изменениями на 11 июля 2016 г. Russian. Russia, Moscow: Минфин России, 28 дек. 2015. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=326168#10> (дата обр. 10.06.2020).
- [49] Министерство цифрового развития Российской Федерации. *Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»*. 29 окт. 2020. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обр. 29.10.2020).
- [50] Министерство экономического развития РФ. *Федеральные стандарты оценки*. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_126896/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_126896/).
- [51] Российская Федерация. *Федеральный Закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»*. 149-ФЗ. Russian. Russia, Moscow, 14 июля 2006. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=376603&cwi=22898> (дата обр. 07.07.2020).
- [52] Российская Федерация. *Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации»*. 29 июля 1998. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=396506&cwi=7508> (дата обр. 18.08.2021).

# Глава 0.

## Предисловие

«Лучший способ в чём-то  
разобраться до конца — это  
попробовать научить этому  
компьютер».  
Дональд Э. Кнут

---

Целью данной работы является попытка объединения наработок в областях оценочной деятельности и искусственного интеллекта. Автор предпринимает попытку доказать возможность применения современных технологий искусственного интеллекта в сфере оценки имущества, его эффективность и наличие ряда преимуществ относительно иных методов определения стоимости и анализа данных открытых рынков. В условиях заданного руководством России [курса на цифровизацию экономики и, в особенности, на развитие технологий искусственного интеллекта](#) [49] внедрение методов машинного обучения в повседневную практику оценщиков представляется логичным и необходимым.

Данная работа писалась в условиях распространения [новой коронавирусной инфекции](#) [33], внесшей дополнительный вклад в процессы цифровизации во всём мире. Можно по-разному относиться к проблематике данного явления, однако нельзя отрицать его влияние на общество и технологический уклад ближайшего будущего. Повсеместный переход на технологии искусственного интеллекта, замена человеческого труда машинным, беспрецедентный рост капитализации компаний, сделавших ставку на развитие интеллектуальной собственности, делают невозможным игнорирование необходимости цифровой трансформации оценочной деятельности в России.

Актуальность предложенного автором исследования заключается во-первых в том, что оно даёт практический инструментарий, позволяющий делать обоснованные, поддающиеся верификации выводы на основе использования исключительно объективных информации и данных,<sup>1</sup> непосредственно наблюдаемых на открытых рынках, без использования

---

<sup>1</sup>По мнению автора, отличие между информацией и данными заключается в том, что под информацией понимаются:

- знания о предметах, фактах, идеях и т. д., которыми могут обмениваться люди в рамках

каких-либо иных их источников, подверженных субъективному влиянию со стороны их авторов. Во-вторых, предложенные и рассмотренные в данной работе методы обладают весьма широким функционалом, позволяющим использовать их при решении широкого круга задач, выходящих за рамки работы над конкретной оценкой. Важность обеих причин автор видит в том, что на 2021 год в России в сфере оценочной деятельности сложилась ситуация, которую можно охарактеризовать тремя состояниями:

- состояние неопределённости будущего отрасли;
- состояние интеллектуального тупика;
- состояние технологической отсталости.

Первая проблема заключается в неопределённости как правового регулирования отрасли, так и её экономики. Введённая около четырёх лет назад система квалификационных аттестатов оценщиков, на которую регулятор, заказчики и, возможно, часть самих оценщиков возлагали надежду как на фильтр, позволяющий оставить в отрасли только квалифицированных специалистов, сократить предложение оценочных услуг и, следовательно, способствовать росту вознаграждений за проведение оценки, не оправдала ожиданий. Несмотря на существенное сокращение числа оценщиков, имеющих право подписывать отчёты об оценке, не произошло никаких значимых изменений ни в части объёма предложения услуг, ни в части уровня цен на них. Фактически произошло лишь дальнейшее развитие уже существовавшего ранее института подписантов отчётов —

конкретного контекста [13];

- знания относительно фактов, событий, вещей, идей и понятий, которые в определённом контексте имеют конкретный смысл [14],

таким образом, в контексте данного материала под информацией следует понимать совокупность сведений, образующих логическую схему: теоремы, научные законы, формулы, эмпирические принципы, алгоритмы, методы, законодательные и подзаконные акты и т. п.

Данные же представляют собой:

- формы представления информации, с которыми имеют дело информационные системы и их пользователи [13];
- поддающееся многократной интерпретации представление информации в формализованном виде, пригодном для передачи, связи или обработки [14],

таким образом, в контексте данного материала под данными следует понимать собой совокупность результатов наблюдений о свойствах тех или иных объектов и явлений, выраженных в объективной форме, предполагающей их многократные передачу и обработку.

Например: информацией является знание о том, что для обработки переменных выборки аналогов, имеющих распределение отличное от **нормального** [17], в общем случае, некорректно использовать **параметрические методы** [18] статистического анализа; данные в этом случае — это непосредственно сама выборка.

Иными словами, оперируя терминологией **архитектуры ЭВМ** [42], данные — набор значений переменных, информация — набор инструкций.

Во избежание двусмысленности в тексте данного материала эти термины приводятся именно в тех смыслах, которые описаны выше. В случае необходимости также используется более общий термин «сведения», обобщающий оба вышеуказанных понятия. В ряде случаев, термины используются в соответствии с принятым значением в контексте устоявшихся словосочетаний.



оценщиков, имеющих необходимые квалификационные документы и выпускающих от своего имени отчёты, в т. ч. и те, в подготовке которых они не принимали участия. В ряде случаев подписант мог и вовсе не читать отчёт либо даже не видеть его в силу своего присутствия в другом регионе, отличном от региона деятельности компании, выпустившей отчёт. При этом, как ни странно, доход таких «специалистов» не вырос существенным образом. Всё это очевидным образом приводит к недовольству регуляторов в адрес оценочного сообщества. В таких условиях следует ожидать неизбежного дальнейшего ужесточения регулирования и усугубления положения добросовестных оценщиков и оценочных компаний. Вместе с тем было бы ошибочным считать, что виной всему являются исключительно сами оценщики и их работодатели. В существенной степени проблемы квалификации и качества работы оценщиков вызваны не их нежеланием добросовестно выполнять свою работу, а отсутствием у заказчиков интереса к серьёзной качественной оценке. Не секрет, что в большинстве случаев оценка является услугой, навязанной требованиями закона либо кредитора, не нужной самому заказчику, которого очевидно волнует не качество отчёта об оценке, а соответствие определённой в нём стоимости ожиданиям и потребностям заказчика, его договорённостям с контрагентами. В таких условиях, с одной стороны, экономика не создаёт спрос на качественную оценку, с другой — сами оценщики не предлагают экономике интересные решения и новые ценности, которые могли бы принести в отрасль дополнительные финансовые потоки.

Вторая проблема тесно связана с первой и выражается в том числе в наблюдаемом на протяжении последних примерно 10 лет падении качества отчётов об оценке и общей примитивизации работы оценщика. Суть данной проблемы можно кратко сформулировать в одной фразе: «раньше молодые оценщики спрашивали „как проанализировать данные рынка и построить модель для оценки“, сейчас они задают вопрос „где взять корректировку на ”Х“»». Установление метода корректировок в качестве доминирующего во всех случаях даже без анализа применимости других методов стало логичным итогом процесса деградации качества отчётов об оценке. При этом источником подобных корректировок чаще всего являются отнюдь не данные открытого рынка. Как и в первом случае винить в этом только самих оценщиков было бы неправильным. В условиях работы в зачастую весьма жёстких временных рамках и за небольшое вознаграждение, оценщик часто лишён возможности провести самостоятельный анализ тех или иных свойств открытого рынка, вследствие и по причине чего вынужден использовать внешние нерыночные данные в том числе и непроверенного качества. Со временем это становится привычкой, убивающей творчество и стремление к поиску истины.

Третья проблема также неразрывно связана с двумя первыми. Отсутствие конкуренции, основанной на стремлении оказывать как можно более качественные услуги, недостаточная капитализация отрасли, выражающаяся в том числе в относительно невысоких зарплатах оценщиков, не вполне последовательное регулирование отрасли со стороны государства — всё это создаёт условия, при которых у оценщиков отсутствует стимул, а зачастую и возможность внедрять инновации.

Данная работа служит следующей основной цели: дать в руки оценщика инструменты, позволяющие ему просто и быстро извлекать полезные сведения из сырых данных

открытых рынков, интерпретировать их, выдвигать гипотезы, выбирать среди них наиболее перспективные и в итоге получать готовые модели предсказания различных свойств объекта оценки, в том числе его стоимости. Есть некоторая надежда, что применение технологий искусственного интеллекта позволит, не увеличивая трудоёмкость, а скорее напротив, снижая её, повысить качество работы оценщика, усилить доказательную силу отчётов об оценке и в итоге позволит создать новые ценности, предлагаемые оценщиками экономике, государству, потребителям, а главное всему обществу.

Особенностью данной работы является её практическая направленность: в тексте содержатся все необходимые инструкции, формулы, описания и фрагменты программного кода либо ссылки на них, необходимые и достаточные для воспроизведения всех рассмотренных методов и их описания в отчётах об оценке.

Данная работа состоит из двух частей. Первая посвящена в большей степени теории, описанию методов, а также применению языка R [31]. Вторая имеет большую практическую направленность и содержит руководства по применению языка Python [9]. Объяснение данного факта содержится далее в разделе ССЫЛКА. В работе будут рассмотрены следующие вопросы:

- a) автоматизированный сбор данных с веб-ресурсов;
- b) семантический анализ текстов объявлений;
- c) работа с геоданными;
- d) первичная интерпретация и визуализация данных открытых рынков;
- e) проверка статистических гипотез;
- f) задачи классификации;
- g) корреляционный анализ;
- h) регрессионный анализ;
- i) анализ временных рядов;
- j) задачи многомерного шкалирования;
- k) байесовская статистика;
- l) деревья классификации;
- m) случайные леса;
- n) нейронные сети;
- o) глубокое обучение;
- p) обучение с подкреплением;



q) нечёткая логика.

Вышеприведённый перечень не является исчерпывающим и будет дорабатываться по мере развития проекта.

Данная работа основана на четырёх основополагающих принципах и предпосылках.

- a) *Принцип «вся информация об активе учтена в его цене»*. Данный принцип говорит о том, что существует функциональная зависимость между ценой актива (обязательства) и его свойствами. Он тесно связан с [Гипотезой эффективного рынка \[34\]](#), лежащей в основе технического биржевого анализа. При этом для целей настоящей работы данная гипотеза принимается в её [сильной форме эффективности \[45\]](#). С точки зрения оценщика это означает, что нет необходимости искать какие-либо данные кроме тех, которые непосредственно и объективно наблюдаются на рынке.
- b) *Принцип «максимального использования релевантных наблюдаемых исходных данных и минимального использования ненаблюдаемых исходных данных»*. Данный принцип согласуется с требованиями п. 3 [Международного стандарта финансовой отчётности 13 «Оценка справедливой стоимости» \[48\] \(IFRS 13 \[10\]\)](#), а также, например, принципами [RICS \[23\] \(RICS valuation "— Global Standards \[2\]\)](#) и основывается на них. С точки зрения оценщика данный принцип означает, что лучшая практика оценки заключается в работе непосредственно с данными открытых рынков, а не чьей-либо их интерпретацией, существующей, например, в виде готовых наборов корректировок, порой весьма далёких от реальности.
- c) *Принцип KISS [38] (keep it simple stupid, вариации: keep it short and simple, keep it simple and straightforward и т. п.)*, предложенный американским авиаинженером [Келли Джонсоном \[37\]](#), ставший официальным принципом проектирования и конструирования ВМС США с 1960 г. Данный принцип заключается в том, что при разработке той или иной системы следует использовать самое простое решение из возможных. Применительно к тематике данной работы это означает, что в тех случаях, когда автор сталкивался с проблемой выбора способа решения задачи в условиях неопределённости преимуществ и недостатков возможных вариантов, он всегда выбирал самый простой способ. Например в задаче кластеризации, выбирая между видами расстояний, автор делает выбор в пользу [евклидова](#) либо [манхэттенского](#) расстояний [\[35, 43\]](#).
- d) *Принцип «не дай алгоритму уничтожить здравый смысл»*. Данный принцип означает необходимость самостоятельного осмысления всех результатов выполнения процедур, в т. ч. и промежуточных. Возможны ситуации, когда полученные результаты могут противоречить здравому смыслу и априорным знаниям о предметной области, которыми обладает оценщик либо пользователи его работы. Следует избегать безоговорочного доверия к результатам, выдаваемым алгоритмами. Если построенная модель противоречит априорным знаниям об окружающей реальности, то следует помнить, что другой реальности у нас нет, тогда как модель может быть скорректирована либо заменена на другую.

Все описанные этапы действий описаны таким образом, что позволяют сразу же без каких-либо дополнительных исследований воспроизвести всё, что было реализовано в данной работе. От пользователей потребуется только установить необходимые программные средства, создать свой набор данных для анализа и загрузить его в пакет. Все действия по установке и настройке описаны внутри данного руководства. Важным аспектом является то обстоятельство, что при подготовке данного исследования использовалось исключительно [свободное программное обеспечение](#) [47, 44, 46]. Таким образом, любой читатель сможет воспроизвести все описанные действия без каких-либо затрат на приобретение тех или иных программных продуктов.

От пользователей данного руководства не требуется наличие специальных познаний в области разработки программного обеспечения, software engineering и иных аспектов computer science. Некоторые понятия вроде «класс», «метод», «функция», «оператор», «регулярные выражения» и т. п. термины из сферы программирования могут встречаться в тексте руководства, однако их понимание либо непонимание пользователем не оказывает существенного влияния на восприятие материала в целом. В отдельных случаях, когда понимание термина является существенным, как например в случае с термином «переменная», в тексте руководства приводится подробное объяснение смысла такого термина, доступное для понимания неспециалиста.

Также от пользователей руководства не требуется (хотя и является желательным) глубокое понимание математической статистики, дифференциальных вычислений, линейной алгебры, комбинаторики, методов исследования операций, методов оптимизации и иных разделов математики и математической статистики, хотя и предполагается наличие таких познаний на уровне материала, включённого в школьную программу и программу технических и экономических специальностей вузов России. В тексте руководства приводится описание смысла и техники всех применённых статистических методов, математических операций и вычислений в объёме, достаточном, по мнению автора, для обеспечения доказательности при использовании методов, рассмотренных в данной работе. Автор всегда приводит ссылки на материалы, подтверждающие приведённые им описания за исключением случаев общеизвестных либо очевидных сведений. Особое внимание автор уделяет соблюдению требований к информации и данным, имеющим существенное значение для определения стоимости объекта оценки, установленных Федеральным законом «[Об оценочной деятельности в Российской Федерации](#)» [52], а также [Федеральными стандартами оценки](#) [50].

Сведения, приведённые в настоящем руководстве, являются, по мнению автора, достаточными для обеспечения выполнения вышеуказанных требований к информации, содержащейся в отчёте об оценке. Таким образом, использование описаний процедур, приведённых в настоящем руководстве, скорее всего должно быть достаточным при использовании изложенных в нём методик в целях осуществления оценочной деятельности и составлении отчёта об оценке. Однако, автор рекомендует уточнять требования, предъявляемые к отчёту об оценке со стороны саморегулируемой организации, в которой состоит оценщик, а также со стороны заказчиков и регуляторов.

В силу свободного характера лицензии, на условиях которой распространяется данная работа, она, равно как и любая её часть, может быть скопирована, воспроизведена, переработана либо использована любым другим способом любым лицом в т. ч. и в коммерческих

целях при условии распространения производных материалов на условиях такой же лицензии. Таким образом, автор рекомендует использовать тексты, приведённые в настоящем руководстве для описания выполненных оценщиком процедур.

По мнению автора, данное руководство и описанные в нём методы могут быть особенно полезны в следующих предметных областях:

- оценка и переоценка залогов и их портфелей;
- контроль за портфелями залогов со стороны регулятора банковской сферы;
- оценка объектов, подлежащих страхованию, и их портфелей со стороны страховщиков;
- оценка объектов со стороны лизинговых компаний;
- оценка больших групп активов внутри холдинговых компаний и предприятий крупного бизнеса;
- оценка в целях автоматизированного налогового контроля;
- государственная кадастровая оценка;
- экспертиза отчётов об оценке, контроль за деятельностью оценщиков со стороны СРО.

Иными словами, особая ценность применения методов искусственного интеллекта в оценке возникает там, где имеет место необходимость максимальной беспристрастности и незаинтересованности в конкретном значении стоимости.

В данном руководстве не содержатся общие выводы касательно параметров открытых рынков как таковых, не выводятся общие формулы, применимые всегда и для всех объектов оценки. Вместо этого в распоряжение пользователей предоставляется набор мощных инструментов, достаточный для моделирования ценообразования на любом открытом рынке, определения стоимости любого объекта оценки на основе его актуальных данных. В случае необходимости пользователь, применяя рассмотренные методы, может самостоятельно разработать предсказательную модель для любых рынков и объектов. Забегая вперёд, можно сказать, что при решении конкретной практической задачи применение всех описанных методов не является обязательным, а если быть точным — явно избыточным. В тексте руководства содержатся рекомендации по выбору методов на основе имеющихся свойств данных, рассматриваются сильные и слабые стороны каждого из них.

Несмотря на изначально кажущуюся сложность и громоздкость методов, при более детальном знакомстве и погружении в проблематику становится ясно, что применение предложенных реализаций методов существенно сокращает время, необходимое для выполнения расчёта относительно других методов сопоставимого качества, а сама процедура сводится к написанию и сохранению нескольких строк кода при первом применении и их вторичному многократному использованию для новых наборов данных при будущих исследованиях.

470 Автор выражает надежду, что данное руководство станет для кого-то первым  
471 шагом на пути изучения языков R [31] и Python [9], а также погружения в мир  
472 анализа данных, искусственного интеллекта и машинного обучения.

473 Технологическая основа

474 The End

Рабочая версия