

Санкт-Петербургский государственный университет

Васина Анна Михайловна

Выпускная квалификационная работа

Оценка рентабельности арт-инвестирования

Уровень образования: бакалавриат

Направление *02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем»*

Основная образовательная программа *СВ.5006.2018 «Математическое обеспечение и
администрирование информационных систем»*

Научный руководитель:
доцент кафедры информатики, к.ф.-м.н., Д.А. Григорьев

Рецензент:
PhD in Computer Science, Research Assistant Professor, The University of Florida A.B.
Семенов

Санкт-Петербург
2022

Saint Petersburg State University

Anna Vasina

Bachelor's Thesis

Estimating the profitability of art investment

Education level: bachelor

Speciality *02.03.03 "Software and Administration of Information Systems"*

Programme *CB.5006.2018 "Software and Administration of Information Systems"*

Scientific supervisor:
Ph.D., associate professor Department of Computer Science D.A. Grigoriev

Reviewer:
PhD in Computer Science, Research Assistant Professor, The University of Florida, A. V. Semenov

Saint Petersburg
2022

Оглавление

1. Введение	4
2. Постановка задачи	5
3. Обзор	6
4. Данные	7
4.1. Этапы подготовки	7
4.2. Описание данных	10
5. Эксперимент	14
5.1. Степень влияния признаков	14
5.2. Модель	19
6. Результаты исследования	23
6.1. Гипотеза снижения систематических ошибок	23
6.2. Эффект шедевра	23
6.3. Индекс относительного изменения стоимости	23
7. Выводы	26
8. Заключение	28
9. Благодарности	29
10. Список литературы	30

1. Введение

Рынок произведений искусства традиционно существовал благодаря интересу коллекционеров, заинтересованных в приобретении картин, однако в последние несколько десятилетий он привлекает внимание всё большего числа инвесторов, рассматривающих его как способ диверсификации портфеля и получения реальной прибыли. Арт-биржа стремительно развивается и совершенствуется, так, крупнейшие в мире аукционные дома Sotheby's, Christie's и Phillips открывают всё больше филиалов по всему миру. На сайтах этих аукционных домов хранится информация о всех продажах картин, начиная с 2000 (у Sotheby's), 1998 (у Christie's) и 2001 (у Phillips) годов, что стало причиной большого количества исследований, проведённых учёными-экономистами разных стран. Однако несмотря на выявление общей доходности рынка, сложно сказать, что именно влияет на стоимость того или иного уникального произведения искусства и её изменения при повторных продажах. Классические неизменяемые метрики, такие как время написания картины, автор, направление и стиль, размер и прочие давно изучены и описаны во многих исследованиях. Но существуют факторы, которые меняются со временем и могут отличаться при повторных продажах: время и место продажи, аукционный дом, осуществляющий продажу, оценочная стоимость лота и другие. В зарубежной научной школе первая часть слова арт обозначает то, что дальнейшая проблема связана с произведениями искусства. Поэтому за рубежом присутствует много названий таких как арт-страхование, арт-инвестирование, арт-рынок. Мы будем следовать сложившейся в зарубежной школе традицией, поскольку они пионеры в изучении данной темы. Под арт-инвестированием мы понимаем вложения в произведения искусства, а именно в картины.

В данной работе предлагается изучить оценку возможности инвестировать в рынок искусства на примере картин, участвующих в перепродажах.

2. Постановка задачи

Целью данной работы является сбор и визуализация данных по продажам картин, а также оценка возможности инвестирования. Необходимо собрать данные по картинам, которые продавались больше одного раза на различных аукционах. В этой работе мы будем анализировать спекулятивные инвестиции в период с 2003 по 2021 год с применением модифицированного метода повторных продаж

Для решения поставленной задачи необходимо:

1. Реализовать систему для сбора данных по повторным продажам картин:
 - Парсинг html
 - Очистка
 - Выявление перепродаж
 - Нормализация цены
2. Визуализация собранных данных для сторонних экспертов
3. Анализ инвестиционной доходности инвестирования в картины
4. Определение степени влияния признаков на доходность перепродажи
5. Сравнительный анализ доходности в произведения искусства и других активов.
6. Результаты

3. Обзор

Тема анализа арт-рынка достаточно популярна в настоящее время. Некоторые авторы проводят анализ изменения цен картин местных художников внутри конкретной страны, сравнивая их со стоимостью картин зарубежных художников, выбрав для исследования какой-то период времени[2]. В 1963 году выходит статья[6] с подходом к изучению ценообразования через повторные продажи. Первые исследования[4] перепродаж утверждали о доходности произведений искусства менее 1%, но рассматривался очень небольшой промежуток времени. Спустя небольшой промежуток времени исследование было уточнено[8], набор данных был увеличен и результаты показали уже 2% доходности. Одним из главных событий в анализе арт-рынка стала статья[1], в которой Мэй и Моисей проанализировали цены более чем за 100 лет и выявили, что инвестиции в искусство могут иметь доходность, сопоставимую с ценными бумагами. После этого исследование[5] показало, что доходность арт-рынка всё таки меньше акций, но однозначно больше облигаций с фиксированной стоимостью. С 90-х годов прошлого века на арт-рынок обратили внимание инвесторы, искавшие способы инвестиций. Это стало причиной многочисленных исследований зависимости цены перепродажи от различных факторов, таких как место и время происхождения картины[4], аукцион, на котором проводилась продажа[9], новости и события, происходившие между двумя продажами[2] и других. Но во всех предыдущих исследованиях наборы данных, на которых они производились, являются закрытыми, поэтому нам необходимо собрать свой датасет и проанализировать влияние атрибутов на стоимость картин.

4. Данные

4.1. Этапы подготовки

1. Для формирования набора данных были написаны программы-парсеры, читающие данные о продажах лотов на аукционах Sotheby's, Christie's и Phillips, а также программа-фильтр, которая удалит из списка лотов мебель, посуду и другие предметы искусства, оставив только картины, и программа, выявляющую повторные продажи картин и составляющую итоговый датасет. В прошлом году одним из студентов[26] уже был собран датасет по перепродажам с крупнейшего аукционного дома в мире - Sotheby's, мы его дополнили новыми перепродажами с этого аукционного дома, а также собрали данные с аукционных домов Christie's и Phillips. Сбор данных с Sotheby's и двух новых аукционных домов различается, сначала расскажем про Sotheby's: изначально на сайте arcsclopedia.com были выведены топ 5000 авторов произведения искусства. По этим фамилиям были выбраны страницы только нужных нам авторов и с помощью библиотеки Puppeteer для Node.js, предназначенной для автоматизации работы с гугл хром, собраны данные в общий csv файл.

Стоит отметить, что поиск по фамилиям по сайту работает хорошо, что очень сильно упростило сбор данных.

А вот на сайтах домов Phillips и Christie's поиск по авторам работает плохо и была принята другая схема сбора данных. Большую часть работы выполняет программа-парсер, написанная на языке Python с использованием библиотеки selenium, позволяющей работать с браузером Google Chrome. Сайт Christie's устроен таким образом, что лоты там хранятся по годам-месяцам-аукционам, и для того, что автоматизировать сбор данных, было реализовано несколько функций парсера Первая из них парсит страницу каждого месяца. Страницы месяцев перебираются в цикле. Со страницы месяца мы читаем информацию об аукционах, которые про-

водились в этом месяце. Все эти ссылки пишутся в отдельные текстовые файлы. Далее второй модуль программы парсер начинает процесс парсинга страниц аукционов. Со страницы каждого аукциона собирается информация о локации этого аукциона, а также список ссылок на страницы лотов, выставленных на нём на продажу. Этот список также записывается в отдельный текстовый файл. На третьем этапе работы парсера создается несколько потоков и парсятся страницы каждого лота, собирая с них необходимую информацию, которая записывается в .csv файл, представляющий собой список собранных лотов. После этого необходимо привести структуры .csv файлов к одному виду и объединить.

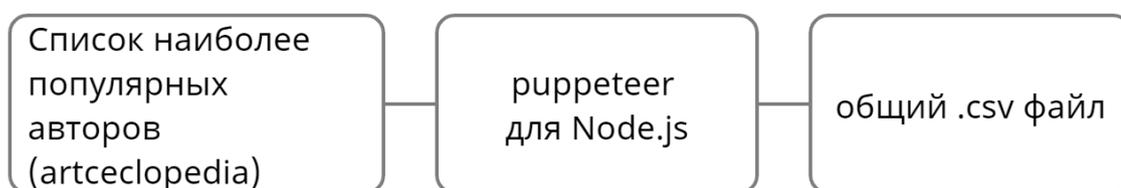


Рис. 1: Для аукционного дома Sotheby's



Рис. 2: Для аукционного дома Christies и Phillips

- Прежде чем начать анализировать данные, необходимо подготовить корпус, с которым мы будем работать. Очистить наши данные и оставить только то, что может понадобиться при анализе. С

помощью регулярных выражений выделяем только авторов картин, убирая из общего файла авторов других произведений искусства таких как скульптуры, например.

3. Все наименования авторов и картин привели к одному регистру и перевели на один язык - английский.
4. Следующим этапом происходит выявление перепродаж и пересобирание файла: теперь одна строка в файле содержит информацию о картине, которая была перепродана на аукционе и всю информацию о ней при первой продаже и при второй.
5. Так же были посчитаны и добавлены новые столбцы в нормализованный датасет, чтобы производить анализ осуществленных перепродаж.
6. Одним из главных этапов предобработки датасеты является нормализация всех цен. Все цены были приведены к единой валюте USD (доллары США) с учетом инфляции.
7. Данные о курсе валют брались с сайта центробанка России [13], данные об ежемесячном уровне инфляции доллара США были взяты с [15], английской кроны [14], инфляции австралийского доллара с [17], инфляция сингапурского доллара с [18] и о ежемесячной инфляции евро с [16] соответственно. Составлена таблица инфляции по странам, валюты которых встречаются в нашем наборе данных. Таким образом все цены были нормализованы и приведены к одному виду для возможности дальнейшего анализа. Все цены выведены в долларах США, по этой причине наш анализ необходимо интерпретировать с точки зрения реальной доходности американских инвесторов или, по крайней мере, в долларах США.
8. В итоговом датасете оставили только картины, которые были перепроданы хотя бы один раз. Если картина перепродавалась дважды, то записываются последовательные случаи ее перепродажи.

	HKD	GBP	USD	EUR	CHF	AUD	SGD
year							
2000	-3.7	0.75	3.39	2.22	NaN	NaN	NaN
2001	-1.6	1.07	1.55	1.89	NaN	NaN	NaN
2002	-3.0	1.69	2.38	2.20	NaN	NaN	NaN
2003	-2.6	1.25	1.88	1.86	NaN	NaN	NaN
2004	-0.4	1.64	3.26	2.21	NaN	NaN	NaN
2005	0.9	1.92	3.42	2.16	0.99	NaN	NaN
2006	2.0	2.97	2.54	2.13	0.49	3.53	1.02
2007	2.0	2.12	4.08	3.17	2.11	2.33	2.09
2008	4.3	3.11	0.09	2.16	0.38	4.35	6.51
2009	0.6	2.83	2.72	1.53	0.19	1.82	0.60
2010	2.3	3.73	1.50	2.67	0.39	2.84	2.80
2011	5.3	4.20	2.96	3.04	-0.41	3.30	5.25
2012	4.1	2.71	1.74	2.35	-0.31	1.76	4.52
2013	4.3	2.00	1.50	0.98	0.29	2.44	2.37
2014	4.4	0.55	0.76	-0.08	-0.11	2.48	1.01
2015	3.0	0.23	0.73	0.18	-1.40	1.50	-0.50
2016	2.4	1.60	2.07	1.14	-0.20	1.27	-0.50
2017	1.5	2.94	2.12	1.64	1.00	2.00	2.00
2018	2.4	2.08	1.93	1.63	0.68	1.90	1.90
2019	2.9	1.61	2.32	1.57	2.58	1.60	1.60
2020	0.3	0.60	1.30	0.25	-8.46	0.90	0.90
2021	1.6	-0.20	0.30	4.70	-0.50	2.80	2.80

Рис. 3: Таблица инфляции по странам

4.2. Описание данных

По итогам сбора и очистки данных получили датасет, в котором про каждую картину, которая была перепродана хотя бы один раз есть следующая информация:

- Author - имя художника;
- Art - название картины;
- Image - ссылка на изображение;
- Description1, Description2 - описание картины на каждом из аукционов, приведенное на сайте. Обычно включает в себя название

картины, автора, годы жизни автора, материал, размер и другие характеристики;

- Auction_date1, Auction_date2 - дата проведения каждого из аукционов;
- Auction_location1, Auction_location2 - город проведения каждого из аукционов;
- Estimate_from1, Estimate_from2 - минимальная оценка картины на каждом из аукционов;
- Estimate_to1, Estimate_to2 - максимальная оценка картины на каждом из аукционов;
- Price1, Price2 - цена продажи картины на каждом из аукционов;
- Currency1, Currency2 - валюта, в которой осуществлялась продажа на каждом из аукционов;
- Provenance1, Provenance2 - история владений картиной, список её появлений на других аукционах;
- Link1, Link2 - ссылка на страницу лота, соответствующего каждой из продаж картины;
- Norm_price1, Norm_price2 - цена продажи картины на каждом из аукционов в USD с учетом инфляции;
- Norm_estimate_from1, Norm_estimate_from2 - минимальная оценка картины на каждом из аукционов в USD с учетом инфляции;
- Norm_estimate_to1, Norm_estimate_to2 - максимальная оценка картины на каждом из аукционов в USD с учетом инфляции.
- Resale_income - разница цен картины в USD с учётом инфляции;
- Estimate_from_income - разница минимальной оценки картины в USD с учётом инфляции;

- Estimate_to_income - разница максимальной оценки картины в USD с учётом инфляции;
- Days_distance - количество дней между продажами.

```

Author|adolf schreyer
Art|GERMANARAB HORSEMEN
Image|https://www.sothebys.com/content/dam/stb/lots/L11/L11101/L11101-75-lr-1.jpg
Auction_date1|2007-10-23
Auction_date2|2011-05-18
Auction_location1|New York
Auction_location2|London
Estimate_from1|80000
Estimate_from2|50000
Estimate_to1|120000
Estimate_to2|70000
Price1|91000.0
Price2|51650.0
Currency1|USD
Currency2|GBP
Provenance1|galene zlotowski paris
Provenance2|sale: sotheby's new york 23 october 2007 lot 19purchased by the present owner at the above sale
link1|https://www.sothebys.com/en/auctions/ecatalogue/2007/19th-century-european-art-n08355/lot_19.html
link2|https://www.sothebys.com/en/auctions/ecatalogue/2011/19th-century-european-paintings-111101/lot_75.html
Norm_price1|117455,85
Norm_price2|38180,70
Norm_estimate_from1|103257,89
Norm_estimate_from2|36960,99
Norm_estimate_to1|154886,83
Norm_estimate_to2|51745,39
Resale_income|-79275,15
Estimate_from_income|-66296,90
Estimate_to_income|-103141,45
Days_distance|1303

```

Рис. 4: Пример одного лота

В итоговый набор данных для анализа попали 612 разных художников. Случаев перепродаж было выявлено 1578 в период с 2003 по 2021 года. Больше всего перепродаж пришлось на Нью-Йорк (624). Время продаж между аукционами варьируется от 42 дней до 16 лет, среднее время между перепродажами оценивается в 6 лет. Картина с самым большим промежутком между перепродажей (16 лет) - ROSES ROUGES DANS UN VASE by MoïseKisling.

Number of sales by auction houses	
Christie's	58
Sotheby's	1493
Phillips	36

Auction_location1	Auction_location2	Количество перепродаж
New York	New York	513
London	London	347
London	New York	195
New York	London	182
Olympia	London	59

Все собранные данные были визуализированы в виде дашборда [20], выполненным с помощью сервиса Yandex DataLens, на котором можно посмотреть количество перепродаж, количество художников, самых перспективных и неперспективных художников, а также самые перспективные и неперспективные картины по относительной доходности. На второй странице дашборда можно посмотреть информацию по картинам и стоимости по каждому художнику в отдельности.



Рис. 5: Первая страница дашборда

Например, информация про картины известного испанского художника Пабло Пикассо: всего в перепродажах участвовало 13 картин, выведены даты аукционов по каждой из картин, стоимости, города, в которых проводились аукционы.

Author	Art	Resale_price	Auction_date1	Auction_date2	Days_distance	Norm_price1	Auction_location1	Norm_price2	Auction_location2
patric picasso	TETE DE FEMME	-38 981 919,84	2013-11-05	2015-02-03	819	45 293 812,30	new-york	14 311 034,05	london
patric picasso	Picador et personnage	-307 541,36	2016-11-04	2016-02-02	1 916	486 183,26	New York	250 455,95	London
patric picasso	Nature morte	1 132 668,32	2017-02-06	2016-02-02	3 283	1 305 737,57	London	3 050 405,99	London
patric picasso	WJ FEMMINA ASSIS FROM CABINET NO.67	-80 797,84	2017-09-15	2019-06-30	783	195 193,14	new-york	24 396,10	london
patric picasso	WJ DEBOUT	-4 143,49	2008-02-08	2019-02-04	1 407	17 196,27	london	12 672,99	london
patric picasso	NATURE MORTE ALPICOLO	-1 236 102,53	2017-09-08	2008-06-29	474	1 938 821,58	new-york	304 878,87	london
patric picasso	Les commentants	138 306,11	2011-05-10	2005-05-03	1 406	354 720,57	New York	1 089 026,82	New York
patric picasso	Le Bain, copie "2 from La Suite des Saltimbanques (The Baths from The Acrobat's Suite)	-322,29	2020-09-10	2020-12-04	85	4 789,82	London	8 887,13	China
patric picasso	LE PENTRE ET SON MODÈLE	-36 790,36	2017-11-08	2018-05-30	3 077	187 154,30	new-york	140 364,57	london
patric picasso	Femme assise au charreau	2 867 625,83	2015-11-01	2011-05-04	2 916	3 387 845,52	New York	5 155 773,45	New York
patric picasso	Deux oeuvres	544 473,31	2016-02-05	2016-11-17	286	88 436,38	London	252 911,49	New York
patric picasso	Scène de femme	-483 305,46	2004-11-05	2006-06-30	594	364 371,15	New York	461 287,70	London
patric picasso	Salpêtriers en ballon	734 275,89	2019-11-12	2020-07-10	1 782	3 918 196,15	New York	4 634 475,00	New York

Рис. 6: Вторая страница дашборда

5. Эксперимент

5.1. Степень влияния признаков

Для каждого художника была рассчитана годовая эффективная ставка ка доходности (*Annualized_Effective_Rate_of_Return* [22]):

$$AERR = \left(\left(\frac{Norm_price2}{Norm_price1} \right) \frac{1}{Days_distance} \right)^{365}$$

Результатом вычисления получилось, что общая годовая эффективная ставка доходности равна 6,59%, что сходится с предыдущими исследованиями, стандартное отклонение равняется 8%. Для более детального анализа было принято решение поделить наш набор данных на две группы: рентабельные картины и нерентабельные. Чтобы проанализировать какие признаки влияют на каждую выборку в отдельности. От чего зависит была ли картины прибыльна или, наоборот, принесла убыток инвестору. Рентабельные - картины с положительным значением годовой эффективной ставки, соответственно нерентабельные - картины с отрицательным значением ERR. Распределение получилось следующим: в рентабельные попало 1246 сделок, в нерентабельные - 301. Или, иначе говоря, из нашего набора данных 80,5% - рентабельное вложение, а 19,5% - нерентабельное. То есть подавляющее большинство

Таблица 1: Показатели распределения для признака «Цена первоначальной продажи» (долл. США)

	Цена первоначальной продажи					
	Показатели распределения			Абсолютные показатели		
	Средняя	Мода	Медиана	Среднее откл	Среднее кв откл	Размах вариации
Рент	652 078	82 126	106 764	861 306	3 168 533	68 662 843
Нерент	1 376 090	158 821	139 506	2 024 448	10 258 943	92 369 386

Таблица 2: Показатели распределения для признака «Период владения»

	Период владения в годах					
	Показатели распределения			Абсолютные показатели		
	Средняя	Мода	Медиана	Среднее откл	Среднее кв откл	Размах вариации
Рент	6,23	6	5,66	2,78	3,35	15,52
Нерент	5,77	6	5,01	2,9	3,52	16,03

в нашей выборке приносит прибыль от своей перепродажи. Рассмотрим показатели взаимосвязанных признаков. Будем рассматривать такие признаки как цена первоначальной продажи, период владения в годах, цена повторной продажи и годовая эффективная ставка доходности, показатель который был рассчитан в нашей работе. Результаты можно увидеть в таблицах [1]-[4].

Размах рентабельной выборки составляет 34 миллиона долларов США. Размах же хранения картины между перепродажами составляет 16 лет. Самая прибыльная картина с точки зрения годовой эффектив-

Таблица 3: Показатели распределения для признака «Цена повторной продажи» (долл. США)

	Цена повторной продажи					
	Показатели распределения			Абсолютные показатели		
	Средняя	Мода	Медиана	Среднее откл	Среднее кв откл	Размах вариации
Рент	1 455 891	180 257	231 139	1 930 701	5 956 190	111 268 156
Нерент	516 024	107 890	75 992	695 696	2 066 018	38 875 201

Таблица 4: Показатели распределения для признака «Годовая эффективная ставка доходности», %

	Годовая эффективная ставка					
	Показатели распределения			Абсолютные показатели		
	Средняя	Мода	Медиана	Среднее откл	Среднее кв откл	Размах вариации
Рент	27	3	10	28	62	762
Нерент	-13	-3	-8	11	15	48

ной ставки в нашей выборке является картина “Love” за авторством Robert Indiana (рис.7 (а)), она была куплена 11 февраля 2015 года за практически 262 000 долларов, а продана через 246 дней 15 октября того же года за уже 1 118 416 долларов. Самой дорогой перепроданной картиной среди рентабельных картин стала “Bloodline: Big Family No.3”, написанная Zhang Xiaogang (рис.7 (б)). Она была приобретена в первый раз за 68 662 843 доллара в 2008 году и перепродана практически через 6 лет, в начале 2014 года, чуть больше чем за 111 млн долларов США (ERR 8,39%). Анализируя таблицы, можно заметить, что среднее, медианное и модальное значения сильно меньше размаха вариации во всех рассмотренных метриках. Дальнейшая оценка проводится согласно методике, предложенной в [22]. Для всех распределений средняя оказывается наибольшим показателем (кроме Периода владения картиной, о нем будет сказано отдельно), в рентабельных перепродажах наименьшем всегда выступает мода, а вот в нерентабельных - медиана. Смотря на показатели периода владения, можно заметить, что в обеих выборках одинаковым является мода, то есть самое часто встречающееся значение владения картиной между перепродажами. Также отметим, что характеристики рассеивания в данном признаке практически полностью совпадают. Посмотрев структурные характеристики, увидим, что цены первоначальной продажи сильно ниже, что наталкивает на мысль о том, что существует тактика вложений с риском, когда покупаешь очень дешевую картину и продаешь ее за миллионы. Структурные характеристики представлены в таблицах [5]-[8]. Период владения картинами наиболее близок к равномерному распределению

Таблица 5: Показатели структуры для признака «Цена первоначальной продажи» (долл. США)

	Цена первоначальной продажи			
	Характеристики USD		Форма распределения	
	Нижний квартиль	Верхний квартиль	Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
Рентабельные	418	68 662 843	14,95	39,7
Нерентабельные	1 023	92 369 386	19,43	29,8

Таблица 6: Показатели структуры для признака «Период владения»

	Период владения			
	Характеристики количества лет		Форма распределения	
	Нижний квартиль	Верхний квартиль	Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
Рентабельные	0,38	16	0,44	-0,57
Нерентабельные	0,27	16	0,69	-0,31

из рассматриваемых четырех признаков: наименьшая асимметрия, как в рентабельной, так и в нерентабельной выборке. Максимальным разнообразием отличается признак цена первоначальной продажи.



а) "Love" Robert Indiana



б) Bloodline: Big family no.3 Zhang Xiaogang

Рис. 7: Самая прибыльная и самая дорогая картины

Проведем корреляционный анализ для выяснения от чего может зависеть прибыль в повторных перепродажах. Результаты представлены в таблице 9.

Видим достаточно слабую корреляционную связь между ценой первоначальной продажи и сроком хранения картины, напротив, доста-

Таблица 7: Показатели структуры для признака «Цена повторной продажи» (долл. США)

	Цена повторной продажи			
	Характеристики USD		Форма распределения	
	Нижний квартиль	Верхний квартиль	Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
Рентабельные	679	111 268 156	12,44	25,4
Нерентабельные	631	38 875 201	12,13	19,2

Таблица 8: Показатели структуры для признака годовая эффективная ставка доходности

	Годовая эффективная ставка доходности			
	Характеристики %		Форма распределения	
	Нижний квартиль	Верхний квартиль	Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
Рентабельные	0	762	6,65	56,23
Нерентабельные	-73	0	-1,78	2,92

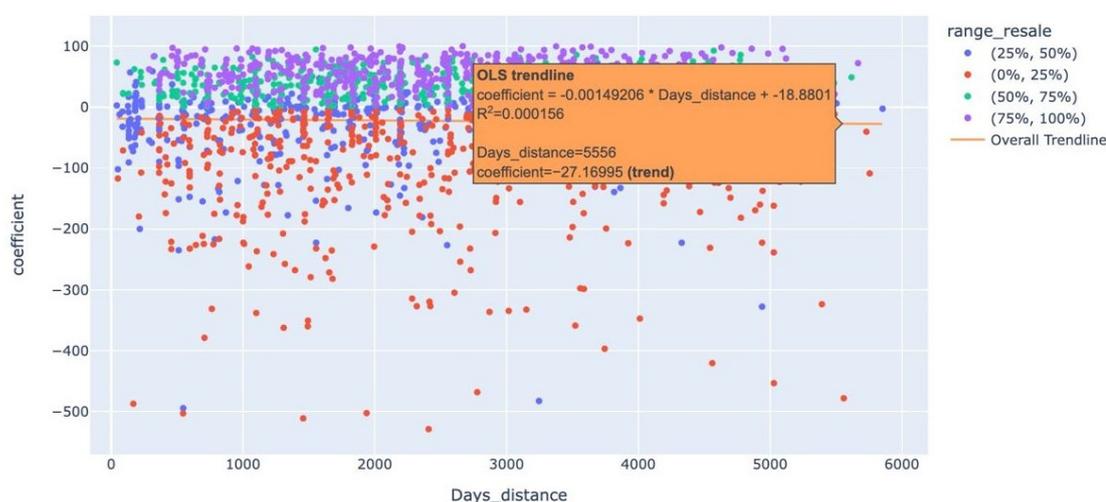
Таблица 9: Сводная таблица коэффициентов корреляции для совокупности повторных продаж произведений искусства

		Коэффициент	
		Рентабельные	Нерентабельные
Цена первой продажи	Период владения	-0,15	-0,35
Цена повторной продажи	Период владения	-0,21	-0,17
Годовая эффективная ставка	Период владения	-0,34	-0,12
Цена первой продажи	Цена повторной продажи	0,56	0,73

точно сильная связь между ценой первоначальной продажи и ценой повторной продажи. Так же мы можем увидеть слабую связь между годовой эффективной ставкой и периодом владения.

5.2. Модель

Нарисовав график зависимости среднегодовой доходности от времени между продажей, можем заметить, что линия тренда практически не отклоняется от 0, поэтому нет простых стратегий получать прибыль от инвестиций и необходимо рассмотреть индекс относительного изменения стоимости инвестирования с помощью линейной регрессии.



В работе Баумоля [7] показано, что реальная отдача от живописи не дает такой высокой отдачи, как от инвестиций в альтернативные финансовые активы, даже если риск инвестирования в другие активы сравним с риском рынка искусства. В работе [3] используя метод наименьших квадратов и метод регрессии повторных продаж, Песандо оценивает индекс цен на предметы искусства путем регрессии изменения в логарифмическом показателе каждой картины на наборе фиктивных переменных. Фиктивная переменная равна -1 на момент первой продажи, +1 при второй продаже. В работе [8] этот метод улучшается путем определения временных и невременных компонентов, таким образом уменьшая погрешность при расчетах. Однако этот метод не применялся к рынку картин, поэтому мы хотим применить его на собранном

наборе данных с целью определить краткосрочный индекс цен на стоимость картин. Мы рассматриваем картины только как финансовые активы и не учитываем их эстетическую составляющую.

Опираясь на Гецмана и Шпигеля [23], картина i в момент времени t стоит: $P_{i,t}$, η - случайная величина. Получаем, что итоговая стоимость равна:

$$\widehat{P}_{i,t} = P_{i,t} \cdot \eta_{i,t} \quad (1)$$

Предположим, что картина i куплена в момент времени b и перепродана через s периодов. Из формулы (1), доходность за период времени s равна:

$$\frac{\widehat{P}_{i,s}}{\widehat{P}_{i,b}} = \frac{\eta_{i,s}}{\eta_{i,b}} \prod_{t=b+1}^{b+s} (1 + r_t)(1 + e_{i,t}), \quad (2)$$

где r_t - компонент рыночной доходности, а $e_{i,t}$ - временная доходность.

Прологарифмировав уравнение (2) получим линейную модель, которую нам и необходимо оценить:

$$P_{i,b+s} - P_{i,b} = \log \frac{\eta_{i,b+s}}{\eta_{i,b}} + \sum_{t=b+1}^{b+s} (\gamma_t + \epsilon_{i,t}) \quad (3)$$

где $\gamma_t = \log(1 + r_t)$, $\epsilon_{i,t} = \log(1 + e_{i,t})$

Матричная форма будет равна:

$$\widehat{\rho} = Z\gamma + \epsilon \quad (4)$$

ρ - вектор, содержащий логарифмическую разность между ценой картины, проданной в момент времени $b + s$ и ценой картины в момент времени b

Z - матрица построенная из двух компонент, которые равны -1 для картины i , проданной, +1 для картины перепроданной, 0 - в ином случае.

γ - вектор логарифмических индексов цен (то, что оцениваем)

ϵ - вектор условия возмущения

В уравнении (3) стандартное предположение состоит в том, что ϵ независимо нормально распределены как $\epsilon \sim (0, \sigma^2)$

Применительно к рынкам изобразительного искусства, кажется разумным предположить, что рыночные силы имеют тенденцию уменьшать часть систематической ошибки с течением времени, что согласу-

Таблица 10: Описательная статистика

	Среднее	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
P(b)	865 714	3 303 923	1000	47 367 500
Z ₂₀₀₃	0,083	0,09	-1	1
Z ₂₀₀₄	-0,096	0,091	0	1
Z ₂₀₀₅	-0,059	0,298	-1	1
Z ₂₀₀₆	-0,057	0,412	-1	1
Z ₂₀₀₇	-0,025	0,339	-1	1
Z ₂₀₀₈	-0,031	0,044	-1	1
Z ₂₀₀₉	0,025	0,352	-1	1
Z ₂₀₁₀	0,037	0,341	-1	1
Z ₂₀₁₁	0,089	0,368	-1	1
Z ₂₀₁₂	0,1	0,3	-1	1
Z ₂₀₁₃	0,09	0,368	-1	1
Z ₂₀₁₄	-0,098	0,297	-1	1
Z ₂₀₁₅	-0,037	0,313	-1	1
Z ₂₀₁₆	-0,04	0,423	-1	1
Z ₂₀₁₇	0,03	0,349	-1	1
Z ₂₀₁₈	0,086	0,361	-1	1
Z ₂₀₁₉	0,075	0,28	-1	1
Z ₂₀₂₀	0,096	0,39	-1	1
Z ₂₀₂₁	0,057	0,247	-1	1

ется с обычной автокорреляцией первого порядка. Это предположение рассмотрено в [19]. То есть $\epsilon_{i,t} = \rho\epsilon_{i,t-1} + u_{i,t}, |\rho| < 1$

$$\text{Таким образом получаем: } Var[\epsilon_{i,t}] = \frac{\sigma^2}{1 - \rho^2}; Cov[\epsilon_{i,t}, \epsilon_{i,t-s}] = \frac{\sigma_i^2 \rho^{s_i}}{1 - \rho^2}$$

В итоге логарифмическая функция будет выглядеть так:

$$L = -\frac{N}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \ln \left(\frac{\sigma^2}{1 - \rho^2} \right) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \frac{\epsilon_{i,t}}{\frac{\sigma^2}{1 - \rho^2}}, \text{ где } i = 1, \dots, N$$

Мы будем максимизировать функцию, чтобы получить оценки максимального правдоподобия для параметров. Чтобы получить фиктивную матрицу Z, образованную двумя разными компонентами, необходимо приписать в столбец индикатора картины $i - 1$, в случае продажи её и $+1$ в случае перепродажи.

В таблице 10 приведены наиболее важные статистические выборки.

Таблица 11: Результаты исследования

	OLS		MLE	
	Коэффициент	Стн. Откл	Коэффициент	Стн. Откл
Z_{2004}	-0,013	0,112	0,477	0,026
Z_{2005}	-0,002	0,111	0,07	0,081
Z_{2006}	0,05	0,11	0,657	0,068
Z_{2007}	0,329	0,107	0,805	0,068
Z_{2008}	0,448	0,108	0,993	0,06
Z_{2009}	0,201	0,117	0,884	0,061
Z_{2010}	0,346	0,113	0,447	0,057
Z_{2011}	0,396	0,114	0,091	0,051
Z_{2012}	0,51	0,115	-0,001	0,001
Z_{2013}	0,509	0,108	0,329	0,217
Z_{2014}	0,48	0,111	0,29	0,216
Z_{2015}	0,614	0,11	0,068	0,211
Z_{2016}	0,561	0,114	0,058	0,214
Z_{2017}	0,63	0,108	0,011	0,215
Z_{2018}	0,747	0,112	0,093	0,047
Z_{2019}	0,709	0,118	0,089	0,217
Z_{2020}	0,736	0,115	0,045	0,215
R^2	0,28			
$Ln(P)$	-0,01			
D.W.	1,874			

6. Результаты исследования

6.1. Гипотеза снижения систематических ошибок

В таблице 11 приведены результаты вычислений. Чтобы проверить существование регрессионного возмущения первого порядка, мы используем тест Дарбина-Ватсона. Статистика для уравнения возврата равна 1,87456. Процентные критические значения составляют 1,576 и 1,967. Поскольку значение выборки попадает в неубедительную область, мы применяем итеративную оценку MLE для расчета модели, результаты которой занесены в столбец 3. Гипотеза состоит в том, что рынок искусств частично способен снизить систематические ошибки ценообразования с течением времени, что согласуется с обычной схемой автокорреляции первого порядка. Поскольку значение выборки попадает в неубедительную область, мы не можем сделать какие-либо окончательные заключения и необходим дальнейший анализ.

6.2. Эффект шедевра

В работе [25] было установлено выполнение эффекта шедевра для современного искусства. Эффект шедевра утверждает, что выгоднее купить одну дорогую картину, чем много дешевых, которые в сумме стоят столько же, сколько дорогая. Однако на нашем наборе данных, из таблицы 11 можно сделать вывод, к которому уже приходили Мэй и Моисей [1] в своих исследованиях, что эффект шедевра не выполняется. Коэффициент при $\ln(P)$ слишком маленький, то есть нет существенной разницы купить одну дорогую картину или 10 дешевых.

6.3. Индекс относительного изменения стоимости

Наш набор данных позволяет нам посчитать индекс относительного изменения стоимости. Пусть I_t - индекс изменения стоимости в год t относительно стоимости в 2003 году. Мы будем считать индекс относительно 2003 года, взяв значение в 2003 году за 1. Модель для построения

описывается в статье Марилене Бей и Роберта Дзанола [24]. Они также рассматривали перепродажи за определенный период. Подход который был принят, представляет собой метод наименьших квадратов, регрессии повторных продаж, который был расширен и позволяет ввести наличие риска. Причина этого заключается в том, чтобы оценить факторы влияющие только на стоимость картины после ее продажи, путем изоляции от потрясений, которые могут привести к отклонению реализованной прибыли от ожидаемой.

$$I_{t+1} = I_t(1 + e^{(\gamma_{t+1}-\gamma_t)-1}); t = 1, 2, \dots, n; I_{2003} = 1,$$

где $e^{(\gamma_{t+1}-\gamma_t)-1}$ - процентное изменение стоимости за период s ,

γ - вектор логарифмических цен из матричной формы модели.

Также мы рассмотрели изменение индексов стоимости Гособлигаций США за этот период и стоимости золота (таблица [12]). Выведя это на график можно заметить, что до 2021 года индекс цен перепродаж картин медленно возрастал, за исключением 2008-2009 годов, когда случился общемировой кризис, стоимость гособлигаций и золота тогда тоже потерпели крах. Также можно заметить, что с 2016 по 2018 год инвестиции в картины приносили достаточно стабильную прибыль относительно золота и гособлигаций США, напротив в 2011-2012 годах выгоднее было вкладываться в ценные бумаги.

Таблица 12: Индексы

Год	Индекс I	Гос облигаци	Золото
2003	1	-2,06	4,76
2004	2	3,8	-3,06
2005	2,3	0,65	4,55
2006	2,45	-0,28	-1,81
2007	3,89	3,52	6,74
2008	8	21,76	8,26
2009	3,25	4,01	-7,27
2010	1,89	2,46	2,61
2011	2,12	10,8	-10,3
2012	3,15	6,32	-2,11
2013	3,46	-14,76	-3,89
2014	4,67	7,31	13,63
2015	4,56	9,56	-0,26
2016	5,03	-3,19	-0,31
2017	5	-5,82	2,55
2018	5,12	-4,03	4,21
2019	4,89	12,63	3,77
2020	4,75	7,52	6,5
2021	0,12	-6,84	2,93

Индекс I, Гос облигации и Золото

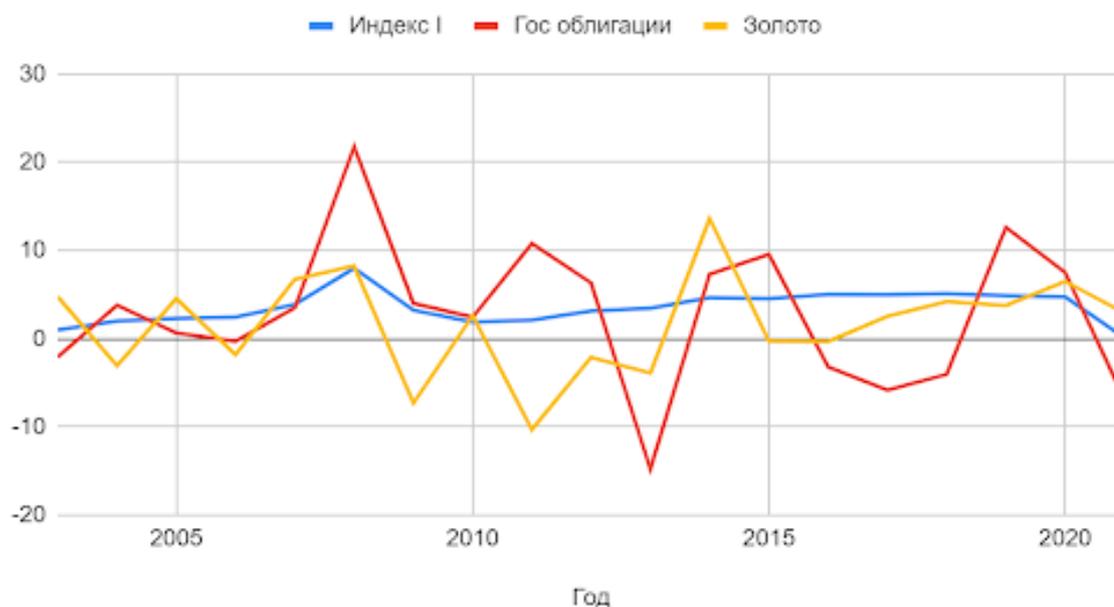


Рис. 8: Сравнение различных индексов цен

7. Выводы

В этой работе рассматривается эффективность инвестиций в картины в период 2003-2021 гг. Для этого был собран датасет с трех крупнейших аукционных домов, который был подготовлен к анализу. После всех манипуляций по обработке датасета, осталась выборка из 1578 картин, которые были перепроданы на аукционе хотя бы один раз. Проведен анализ степени влияния различных признаков на изменения стоимости, показателей распределения для этих признаков и показателей структуры этих признаков. Выявлена слабая связь между ценой первоначальной продажи и сроком хранения картины, ценой повторной продажи и сроком хранения картины, годовой эффективной ставкой и сроком хранения картины, и, наоборот, сильную связь между ценой первоначально продажи и повторной продажей. После этого было доказано отсутствие эффекта шедевра и построена модель для краткосрочного изменения индекса цен, в которой был применен модифицированный метод повторных продаж. Он заключается в регрессии изменения логарифма цены картин, проданных дважды, на наборе фиктив-

ных переменных, по одной фиктивной переменной для каждого периода в выборке, за исключением первого значения, которое устанавливается равным нулю для нормализации. Фиктивная переменная равна -1 во время первой продажи картины; +1 при второй продаже картины; и ноль в противном случае. Предполагается, что существует систематическая погрешность в регрессии повторных продаж из-за рыночного шока во время продажи, что приводит к немедленному убытку для владельцев. В этом отношении мы сосредоточились только на спекулятивных инвестициях в картины, т.е. картины перепроданы в течение относительно короткого периода времени. Результаты показывают, что с 2003 по 2008 год инвестиции приносили хорошие результаты, однако в 2008 году виден заметный спад, что можно связать с мировым кризисом в 2008 году, после этого индекс стабильно растет и продолжает расти вплоть до 2021 года. Ряд вопросов остается для дальнейшего исследования. В частности, метод повторных продаж фокусируется только на доходах от картин как на финансовых активах, без какой-либо ссылки на их эстетическую отдачу.

8. Заключение

В рамках данной работы были выполнены все поставленные задачи::

1. Реализована система для сбора данных по повторным продажам картин [24]:
 - Парсинг html
 - Проведена очистка данных
 - Выявлены перепродажи
 - Нормализованы все цены
2. Визуализированы собранные данные для сторонних экспертов
3. Проведен анализ инвестиционной доходности инвестирования в картины
4. Рассмотрены степени влияния признаков на доходность перепродажи
5. Проведен сравнительный анализ доходности в произведения искусства и других активов.

На основе полученных результатов планируется публикация статьи.

9. Благодарности

Выражаю благодарность консультанту данной работы кандидату экономических наук, доценту кафедры статистики учета и аудита Санкт-Петербургского Государственного Университета Колычевой Валерии Андреевне за консультации в ходе исследования и предоставления материалов для проведения данного исследования.

10. Список литературы

[1] Mei J., Moses M. Art as an investment and the underperformance of masterpieces. — *The American Economic Review*, 2002.

[2] Etro F., Stepanova E. Art collections and taste in the spanish siglo deoro. — *Journal of Cultural Economics*, 2017.

[3] Pesando J. E. Art as an investment: The market for modern prints. — *The American Economic Review*, 1993.

[4] Водопьянова А. И., Леонова Л. А., Новак А. Е. Арт-рынок: особенности инвестирования в произведения изобразительного искусства. — *Вестник Санкт-Петербургского университета*, 2018.

[5] Yakovleva N. V. Mei Moses fine art price index as a tool of the American art market future returns' prognoses. — *Вестник РУДН*, 2009.

[6] Bailey M. J. Muth R. F. Nourse H. O. A regression method for realstate price index construction. — *American Statistical Association Journal*, 1963.

[7] Baumol W. J. Unnatural value: or art investment as floating crap game. — *The American Economic Review*, 1986.

[8] Goetzmann W. N. How Costly is the Fall from Fashion? Survivorship bias in the painting market. — *Contributions to Economic Analysis*, 1996.

[9] Ashenfelter O., Graddy K. Auctions and the price of art. — *Journal of Economic Literature*, 2003.

[10] <http://sothebys.com>. — 2021. — URL: <http://sothebys.com>.

[11] <https://www.christies.com>. — 2021. — URL: <https://www.christies.com>.

[12] <http://artcyclopedia.com>. — 2021. — URL: <http://artcyclopedia.com>.

[13] https://www.cbr.ru/currency_base/daily/?UniDbQuery.Posted=TrueUni

[14] https://fin-plus.ru/info/inflation_index/uk/

[15] https://fin-plus.ru/info/inflation_index/usa/

[16] <https://www.statbureau.org/ru/european-union/inflation-tables>

[17] https://trendeconomy.ru/data/wdi/AUS/FP_CPI_TOTL_ZG

[18] https://trendeconomy.ru/data/wdi/SGP/FP_CPI_TOTL_ZG

[19] *Principles of econometrics* / R. Carter Hill, William E. Griffiths, Guay C. Lim.

- [20] <https://datalens.yandex.com/q6b5bq111d6ki-resale>
- [21] Candela, G. and Scorcu, E. (1995) *Il Prezzo dei Dipinti*. Clueb, Bologn
- [22] Колычева В. А. Прибыльные и убыточные арт-инвестиции: статистический анализ рентабельности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2017. – №. 4.
- [23] Portfolio performance manipulation and manipulation-proof performance measures, W Goetzmann, J Ingersoll, M Spiegel, I Welch, *The Review of Financial Studies* 20 (5), 1503-1546
- [24] Locatelli Biey, M., Zanola, R. (1999). *Journal of Cultural Economics*, 23(3), 209–219. doi:10.1023/A:1007551907213
- [25] <https://colab.research.google.com/drive/1Qegk2hrFcdS84XYp-XEyCkRN>
- [25] Ashenfelter O., Graddy K. *Art Auctions*. CEPS Working Paper. No. 203. 2010. 16 p. URL: <http://www.princeton.edu/ceps/workingpapers/203ashenfel>
- [26] https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/32359/1/Diplom_Polin.pdf