

Отчет

Рынок: Бразилия

Период наблюдения: 2017 год

1. Собрать данные по дневным ценам активов (акций) и дневным объемам продаж на заданном фондовом рынке за указанный период. Добавить (если нет) данные по индексу рынка. Можно использовать `yahoo finance`.

Активы были скачены со сайта `investing.com`, была проведенная очистка данных, после которой у нас осталось порядка 300 активов.

Для работы с активами был написан класс `Stock`, который описывает каждую акцию из 300 активов.

Код реализованных функций представлен в файлах `/scr/data.py` и `/scr/stock.py`.

2. Преобразовать данные по ценам в данные по доходностям (используйте логарифмическую доходность). Вычислите оценки ожидаемых доходностей и стандартных отклонений и постройте «карту» активов в системе координат(σ , E).

Привели данные по ценам в данные по доходности(использовали логарифмическую доходность). Вычислили оценки доходностей и стандартных отклонений. В результате получился следующий график:

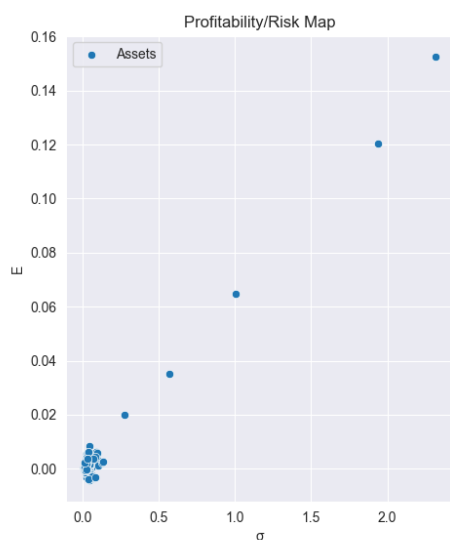


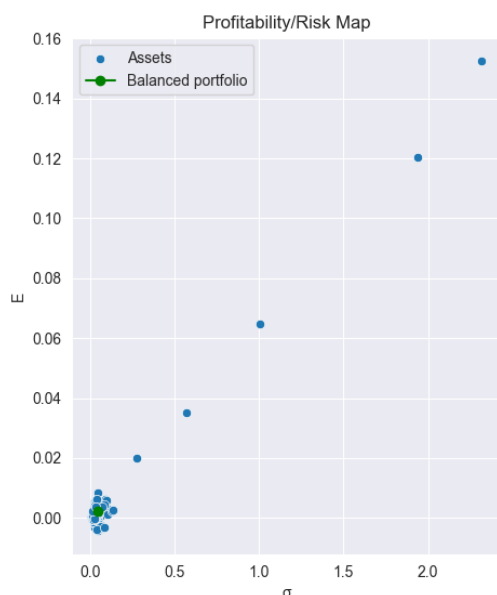
График слева отображает все рассматриваемые активы. Однако стоит отметить, что большинство акций сконцентрировано в левом нижнем углу. Правый график, как раз является увеличением данной области.

Реализация данного пункта расположена в следующих файлах: `scr/data.py` и `src/functions.py`.

3. Рассмотрите портфель с равными долями капитала и отметьте его на карте активов в системе координат (σ , E). Дайте характеристику этому портфелю.

Сбалансированный портфель представляет собой среднеарифметическое по доходностям всех собранных активов. Можно отметить, что посчитанный сбалансированный портфель имеет положительную среднюю доходность(0.002), что говорит о росте цен активов на бразильском рынке в период 2017 года. Риск данного портфеля равен 0.047.

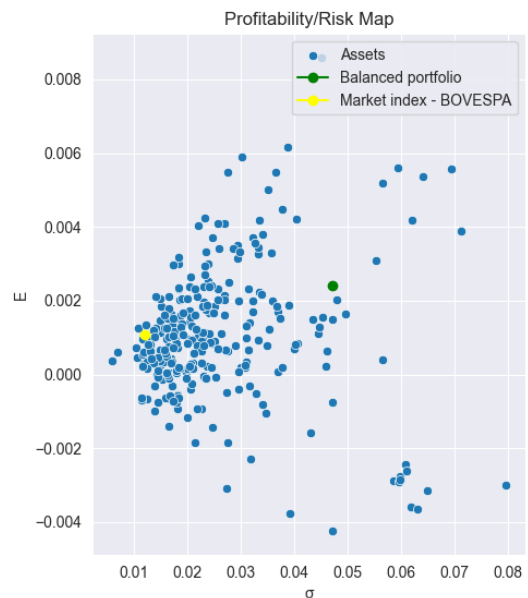
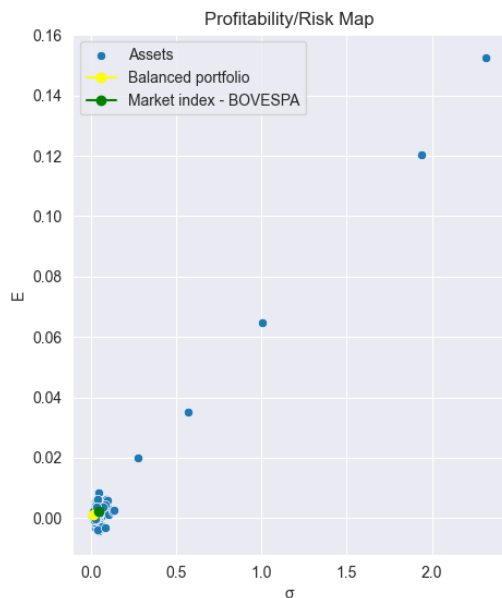
У портфеля большой риск, но это может быть связано с тем, что в рассматриваемых нами активах присутствуют акции с очень высоким риском.



Реализация данного пункта расположена в следующих файлах: *scr/main.py* и *src/functions.py*.

4. Рассмотрите индекс рынка и отметьте его на карте активов в системе координат (σ , E). Дайте характеристику индексу рынка.

Рассмотрели Индекс Bovespa. Он является базовым индексом 84 акций, торгуемых на B3 (Brasil Bolsa Balcão), на долю которого приходится большая часть торговли и рыночной капитализации на бразильском фондовом рынке. Индекс измерения взвешенный. Отметим, что индекс Bovespa обладает гораздо меньшим риском и меньшим доходом по отношению к сбалансированному портфелю.

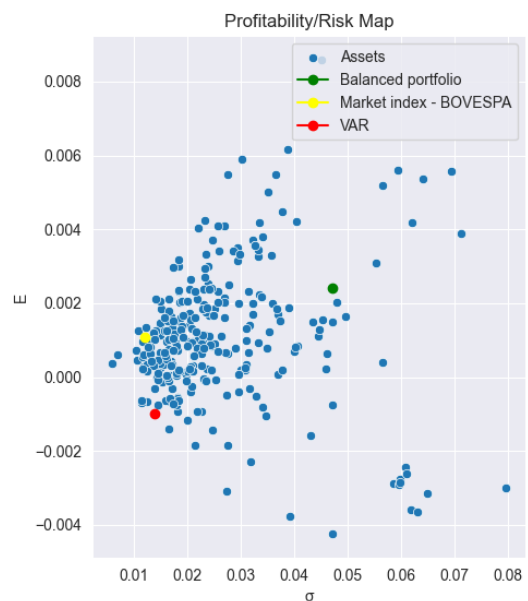
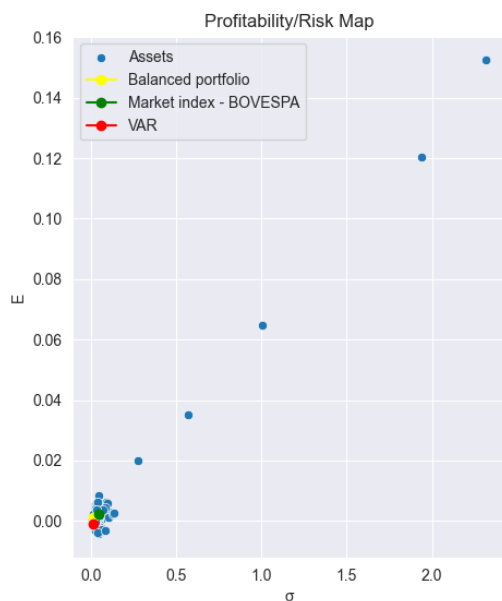


Реализация данного пункта расположена в следующих файлах: *scr/main.py* и *src/functions.py*.

5. **Задайте уровень риска и оцените VaR (Value at Risk = Сумма под Риском для случайных величин Потери = - Доходности) для активов вашего рынка. Какой из активов наиболее предпочтителен по этой характеристике? Где он расположен на карте активов? Дайте характеристику VaR портфеля с равными долями и индекса рынка.**

Взяли уровень риска = 0.95

Алгоритм: умножили на (-1) логарифмические доходности и отсортировали, затем рассматривали квантиль. Выбрали актив с наименьшим VaR.



Относительно VaR наилучшей компанией является - CPFL Energia SA.

Оценки:

- $E = -0.001$
- $\sigma = 0.014$
- $VaR = 0.004$

VaR сбалансированного портфеля = 0.016.

Реализация данного пункта расположена в следующих файлах: *scr/main.py* , *scr/data.py* и *src/functions.py* .

6. Выберите несколько интересных (значимых) активов рынка. Можно ли считать наблюдаемые доходности (объемы продаж) конкретного актива повторной выборкой из некоторого распределения (белый шум)? Поищите научные подходы к ответу на этот вопрос (проверка гипотезы о случайности, Ивченко Г.И. Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику)

Выбрали акции следующих компаний:

- Vale SA (Бразильская горнодобывающая компания)
- Itau Unibanco Holding SA ON(Бразильская банковская компания)
- Gol Linhas Aereas Inteligentes SA Pref(Бюджетная авиакомпания Бразилии)
- Banco Bradesco SA (Бразильская банковская компания)
- Telefonica Brasil SA(Компания в области мобильных коммуникаций)
- Cia Energetica de Minas Gerais(Компания по энергообеспечению)

Проверка гипотезы о случайности:

- Критерий инверсии
- Критерий автокорреляции

Критерий инверсии

Название компании	доходность\ объем продаж	не отвергается \ отвергается	Значение статистики\вероятность
Vale SA	доходность	не отвергается	0.877
	объем продаж	отвергается	0.0
Itau Unibanco Holding SA ON	доходность	не отвергается	0.364
	объем продаж	отвергается	0.015
Gol Linhas Aereas Inteligentes SA Pref	доходность	не отвергается	0.146
	объем продаж	отвергается	0.0
Telefonica Brasil SA	доходность	не отвергается	0.615
	объем продаж	отвергается	0.03
Cia Energetica de Minas Gerais	доходность	не отвергается	0.252
	объем продаж	отвергается	0.0

Данные по доходности активов являются случайными. Данный по объему продаж не являются случайными.

Критерий автокорреляции

Название компании	доходность\ объем продаж	не отвергается \ отвергается	Значение статистики\вероятность
Vale SA	доходность	не отвергается	0.68
	объем продаж	отвергается	0.0
Itau Unibanco Holding SA ON	доходность	отвергается	0.03
	объем продаж	не отвергается	0.41
Gol Linhas Aereas Inteligentes SA Pref	доходность	не отвергается	0.59
	объем продаж	отвергается	0.0
Telefonica Brasil SA	доходность	отвергается	0.0
	объем продаж	отвергается	0.01
Cia Energetica de Minas Gerais	доходность	не отвергается	0.21
	объем продаж	не отвергается	0.43

Нельзя сказать однозначно, что распределение доходностей всех активов является случайным или не случайным. Все зависит от самого актива.

Общий вывод:

Рассмотрели два критерия: критерий инверсии и критерий автокорреляции.

Из [2] можно сказать, что мощность критерия инверсий больше, чем мощность критерия автокорреляции.

Исходя из этого, мы можем сделать вывод, что данные по доходностям для всех активов в выборке являются случайными, так как по критерию инверсий гипотеза применяется ко всем активам, по критерию автокорреляции в двух случаях гипотеза отвергается.

Аналогичные рассуждения применимы при проверке данных активов по объему продаж, так как здесь прослеживается схожая тенденция: по критерию инверсий гипотеза отвергается у всех выбранных активов, по критерию автокорреляции в двух случаях гипотеза принимается. Поэтому данные по объему продаж нельзя считать случайными.

Реализация данного пункта расположена в следующих файлах: *scr/main.py* и *src/functions.py*.

7. Выберите несколько интересных (значимых) активов рынка из разных производственных секторов. В предположении, что наблюдаемые доходности (объемы продаж) являются повторной выборкой из некоторого распределения исследовать (выборочно) распределения доходностей и объемов продаж выбранных активов. Сделать выводы.

Выбрали акции следующих компаний:

- Vale SA (Бразильская горнодобывающая компания)
- Itau Unibanco Holding SA ON (Бразильская банковская компания)
- Gol Linhas Aereas Inteligentes SA Pref (Бюджетная авиакомпания Бразилии)
- Banco Bradesco SA (Бразильская банковская компания)

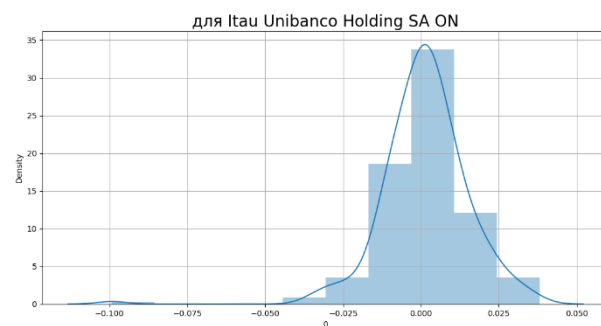
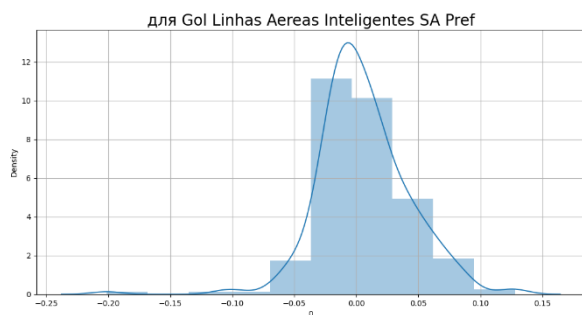
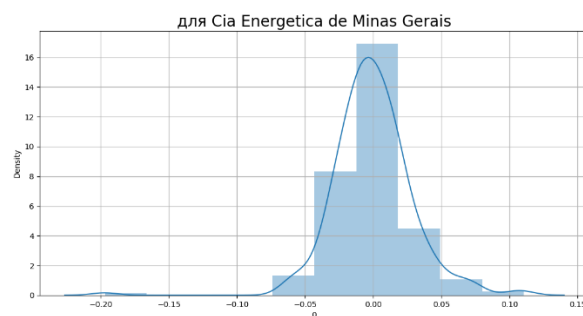
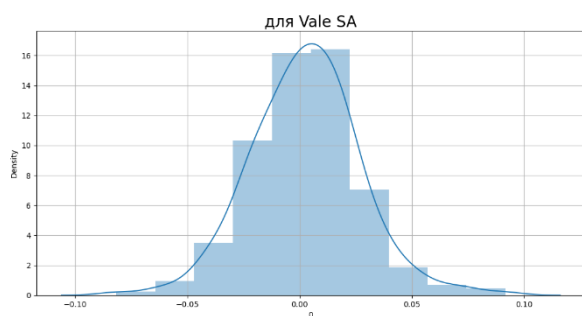
- Telefonica Brasil SA(Компания в области мобильных коммуникаций)
- Cia Energetica de Minas Gerais(Компания по энергообеспечению)

Проверка на нормальное распределение:

- Геометрический подход
- Тест Андерсона
- Тест Д'Агостино

Рассматриваем распределение доходностей

Геометрический подход



Относительно геометрического подхода мы не можем однозначно утверждать, является ли распределение доходностей активов нормальным распределением.

Андерсона и тест Д'Агостино (рассматриваем распределение доходностей активов)

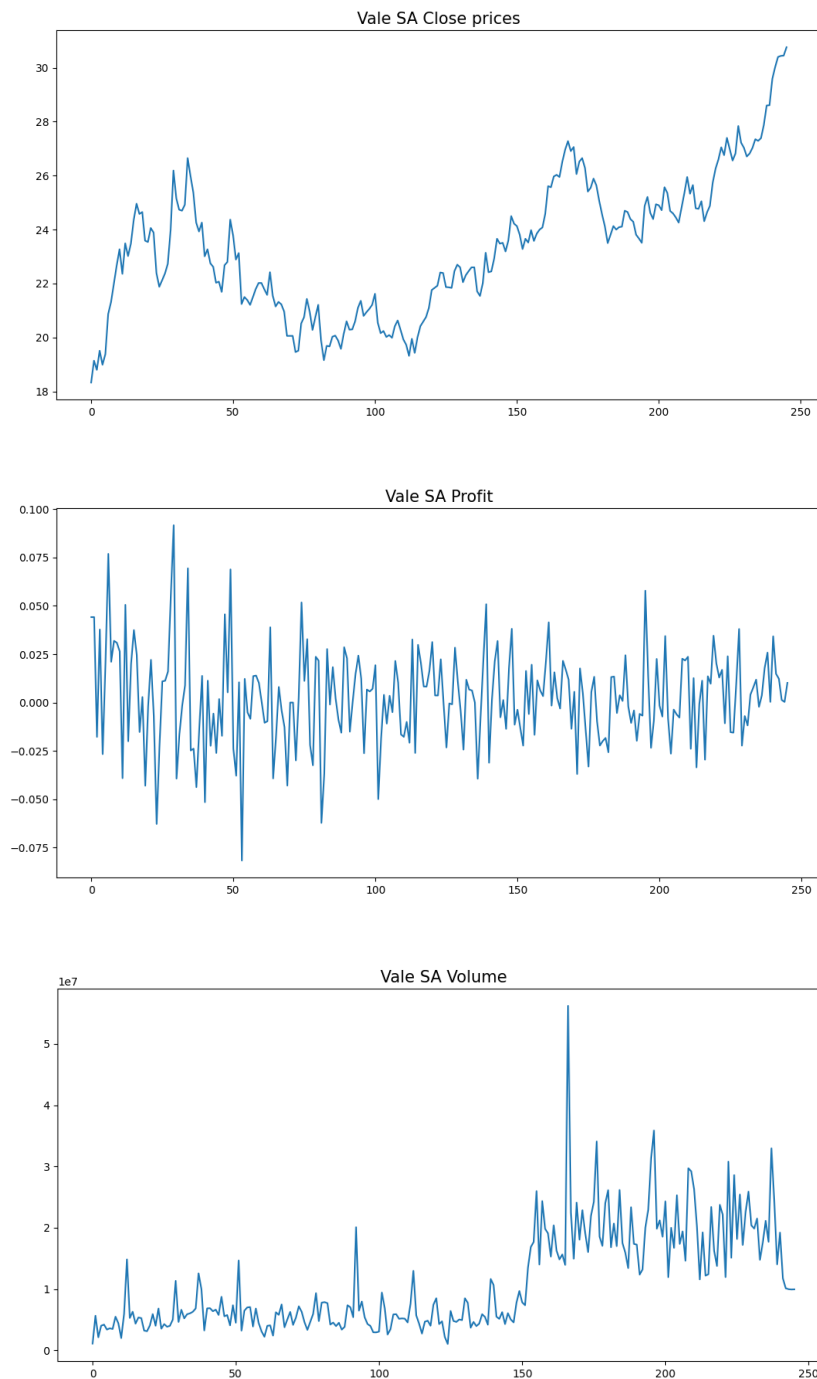
Название компании	Тест Андерсона\ Тест Д'Агостино	не отвергается \ отвергается	Значение статистики/вероятность
Vale SA	Тест Андерсона	не отвергается	0.55
	Тест Д'Агостино	отвергается	0.02
Itau Unibanco Holding SA ON	Тест Андерсона	отвергается	2.36
	Тест Д'Агостино	отвергается	0.0
Gol Linhas Aereas Inteligentes SA Pref	Тест Андерсона	отвергается	2.65
	Тест Д'Агостино	отвергается	0.0
Telefonica Brasil SA	Тест Андерсона	отвергается	1.24
	Тест Д'Агостино	отвергается	0.000122

Cia Energetica de Minas Gerais	Тест Андерсона	отвергается	2.81
	Тест Д'Агостино	отвергается	0.0

Распределение доходностей активов не является нормальным распределением, так как проведенные тесты опровергли данную гипотезу.

Одна, стоит отметить, что по тесту Андерсона доходность Vale SA имеет нормальное распределение. Рассмотрим данный актив подробнее.

Vale SA



Резкий рост объемов продаж и увеличение цены во втором полугодии(3 квартал), связан с тем, что компания предоставила отчет, в котором их прибыль по сравнению с предыдущим годом(2016) выросла на 47%, такой результат был получен благодаря рекордной добычи никеля.(объем добычи достиг 365.5 млрд. тон).Кроме этого, компания снизила производство никеля

на 7.3% и пересмотрела планы добычи данного ископаемого на ближайшее 5 лет для увеличения доходности от добычи

Общий вывод:

Рассмотрели три теста: геометрический подход, тест Андерсона, тест Д'Агостино. Геометрический подход не дал однозначного результата по поводу распределения доходностей. Напротив, тест Д'Агостино отверг гипотезу о том, что распределение доходностей активов имеет нормальное распределение. Если сослаться на тест Андерсона, то можно сказать, что доходность актива VALE3 имеет нормальное распределение.

Реализация данного пункта расположена в следующих файлах: *scr/main.py* и *src/functions.py*.

8. Исследовать зависимости (выборочно) между доходностями различных активов с помощью техники анализа зависимостей. Сделайте анализ зависимостей между парами активов для активов из одного производственного сектора и для активов из разных производственных секторов. Сделайте анализ зависимости (выборочно) между доходностями и объемами продаж одного актива. Рассмотрите активы из разных производственных секторов.

Выбрали акции следующих компаний:

- Vale SA (Бразильская горнодобывающая компания)
- Itau Unibanco Holding SA ON (Бразильская банковская компания)
- Gol Linhas Aereas Inteligentes SA Pref (Бюджетная авиакомпания Бразилии)
- Banco Bradesco SA (Бразильская банковская компания)
- Telefonica Brasil SA (Компания в области мобильных коммуникаций)
- Cia Energetica de Minas Gerais (Компания по энергообеспечению)

Рассматриваемые зависимости активов:

- Активы из одной сферы:
 - финансовая сфера (Itau Unibanco Holding SA ON и Banco Bradesco)
 - телекоммуникационная сфера (Telefonica Brasil SA и Telecomunicacoes Brasileiras SA Telebras Pref)
- Активы из разных сфер:
 - телекоммуникация и энергетика (Telefonica Brasil SA и Cia Energetica de Minas Gerais)
 - горнодобывающая и финансовая (Vale SA и Itau Unibanco Holding SA ON)

Анализ зависимости между доходностью и объемом продаж актива:

- Vale SA
- Cia Energetica de Minas Gerais

Один из способов количественной оценки взаимосвязи между двумя активами — использовать Коэффициент корреляции Пирсона, измеряющий линейную связь между двумя переменными.

Всегда принимает значение от -1 до 1, где:

- -1 указывает на совершенно отрицательную линейную корреляцию
- 0 указывает на отсутствие линейной корреляции

- 1 указывает на совершенно положительную линейную корреляцию

Чтобы определить, корреляция является статистически значимым, можно рассчитать соответствующий t-показатель и значение p.

Формула для расчета t-оценки коэффициента корреляции (r):

$$t = r * \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2}$$

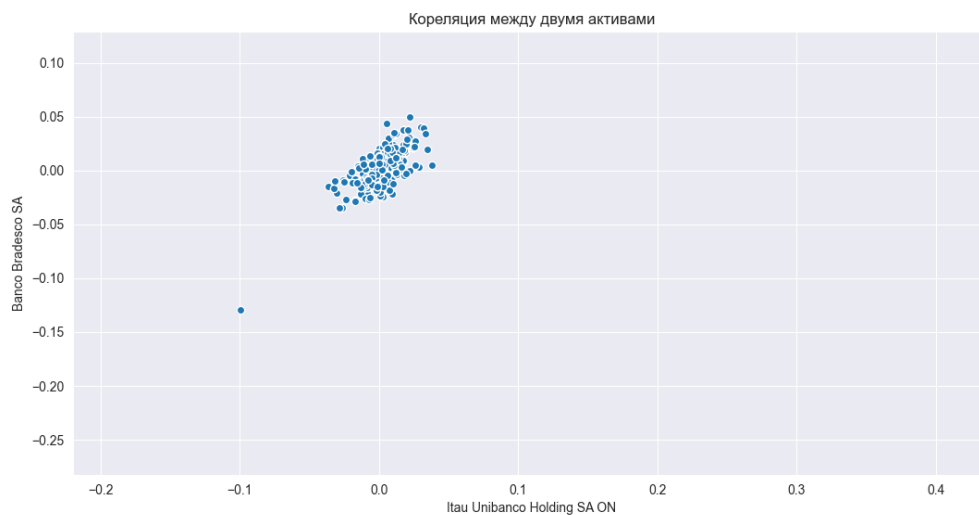
Затем p-значение рассчитывается как соответствующее два-стороннее значение p для t-распределения с n-2 степенями свободы.

Для реализации вышеописанной идеи используется встроенный метод *pearsonr(x, y)*.

Рассматриваемые зависимости активов
(активы из одной сферы)

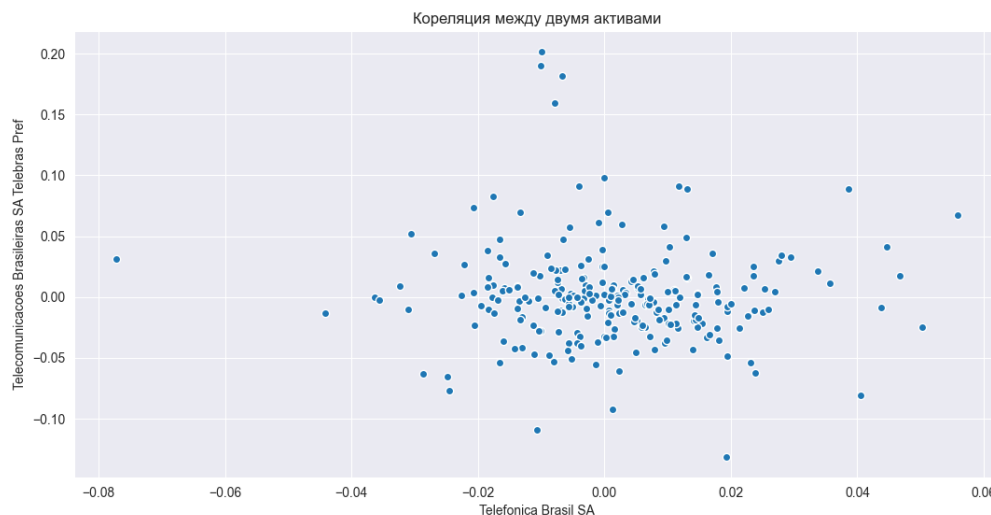
- Корреляция между *Itau Unibanco Holding SA ON* и *Banco Bradesco SA* = 0.73, p-value = 0.0

Поскольку коэффициент корреляции близок к 1, это говорит нам о сильной положительной связи между двумя активами. И поскольку соответствующее значение p меньше 0,05, мы заключаем, что существует статистически значимая связь между двумя акциями.



- Корреляция между *Telefonica Brasil SA* и *Telecomunicacoes Brasileiras SA Telebras Pref* = -0.05, p-value = 0.47

Поскольку коэффициент корреляции отрицательный, это говорит нам о независимости между двумя активами. И поскольку соответствующее значение p больше 0,05, мы заключаем, что существует статистически не значимая связь между двумя акциями. Это можно объяснить, что деятельность компаний различна, несмотря на то, что определена в одной сфере.



Рассматриваемые зависимости активов (активы из разных сфер)

- Корреляция между Telefonica Brasil SA и Cia Energetica de Minas Gerais = 0.27, p-value = 0.0

Поскольку коэффициент корреляции больше 0, это говорит нам о положительной связи между двумя активами. И поскольку соответствующее значение p меньше 0,05, мы заключаем, что существует статистически значимая связь между двумя акциями.



- Корреляция между Vale SA и Itau Unibanco Holding SA ON = 0.22, p-value = 0.0001

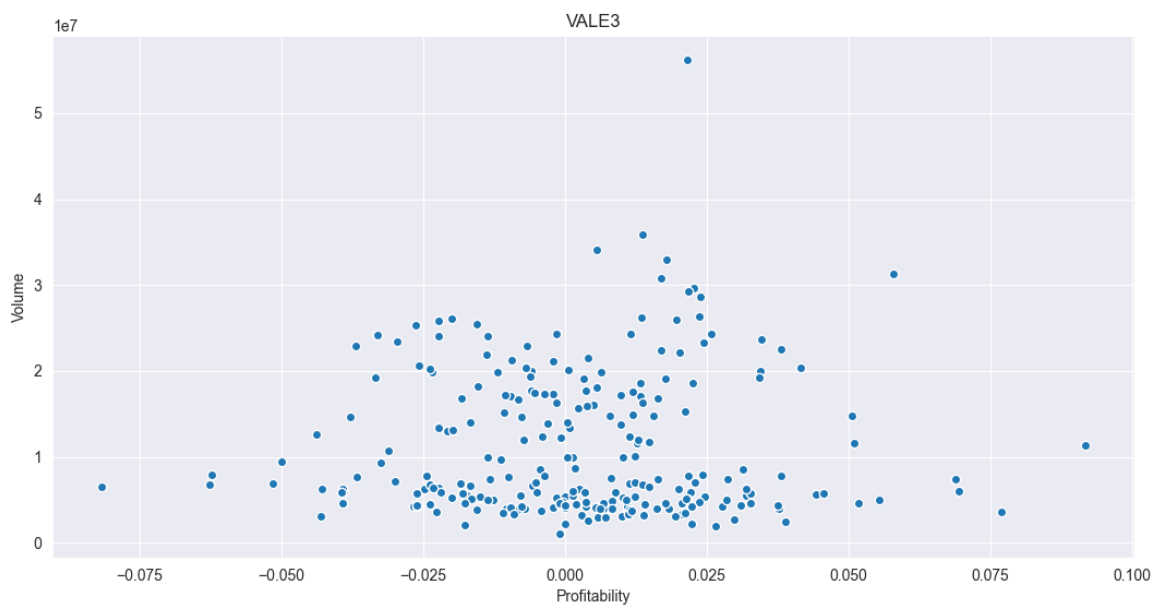
Поскольку коэффициент корреляции больше 0, это говорит нам о положительной связи между двумя активами. И поскольку соответствующее значение p меньше 0,05, мы заключаем, что существует статистически значимая связь между двумя акциями.



Анализ зависимости между доходностью и объемом продаж актива **Vale SA**

Корреляция = 0.03 , p-value = 0.6.

Поскольку коэффициент корреляции положительный, это говорит нам о зависимости между доходностью и объемом продаж. И поскольку соответствующее значение p больше 0,05, мы заключаем, что существует статистически не значимая связь между доходностью и объемом продаж актива.

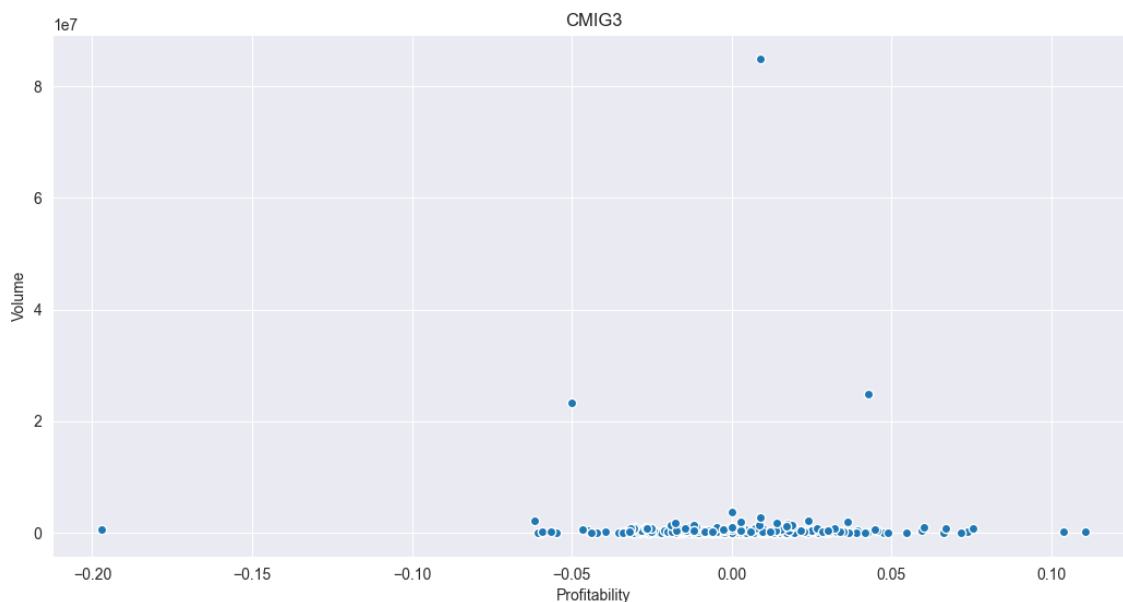


Анализ зависимости между доходностью и объемом продаж актива **Cia Energetica de Minas Gerais**

Корреляция = 0.02, p-value = 0.8

Поскольку коэффициент корреляции положительный, это говорит нам о зависимости между доходностью и объемом продаж. И поскольку соответствующее значение p больше 0,05, мы

закключаем, что существует статистически не значимая связь между доходность и объемом продаж актива.



Общий вывод:

При рассмотрении зависимостей в рамках одной сферы, мы можем проследить как сильную зависимость между активами(финансовая сфера), так и ее отсутствие(телекоммуникации). Это можно объяснить, тем, что представленные компании в сфере телекоммуникаций имеют разный вектор развития бизнеса, то есть их фокус внутри сферы направлен на разные услуги.

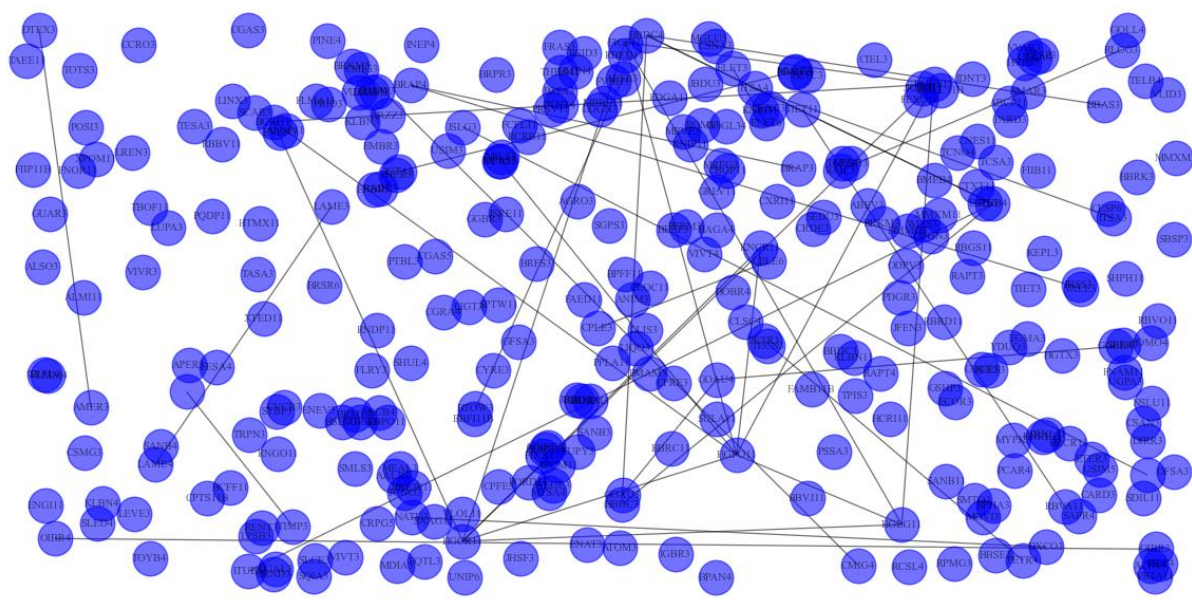
При рассмотрении зависимостей активов из разных сфер, мы можем проследить схожую тенденцию – небольшая линейная зависимость присутствует между активами.

При рассмотрении зависимости объема продаж и доходности одного актива, так же заметна схожее поведение - небольшая линейная зависимость.

Реализация данного пункта расположена в следующих файлах: *scr/main.py* и *src/functions.py*.

Бонус.

С помощью алгоритма поиска максимальной клики на графе, где рёбра соответствуют коэффициенту корреляций между активами, и варьированием уровня значимой корреляции можно находить сильно зависимые активы, независимые активы и обратно зависимые. Однако требуется дополнительное исследование устойчивости полученных сетевых структур.



Графическое представление работы «поиска максимальной клики».

Группа активов сильно зависимых друг от друга	Группа активов не зависимых друг от друга	Группа активов обратно зависимых друг от друга
FII GEN SHOP FII CSHG CRI FII CSHG LOG CSHG Brasil Shopping CSHG JHSF Prime Offices	Recrusul SA Pref Tec Toy SA Pref Via Varejo SA Brasil Pharma SACSHG Brasil Shopping FII Anhanguera Educacional Paranapanema SA FII HIGIENOP	Karsten SA Pref Cia Energetica do Ceara CTEEP Cia de Transmissao de Energia

Реализация данного пункта расположена в следующих файлах: *scr/main.py* и *src/functions.py* .

Источники

- [1] «Введение в математическую статистику», Ивченко Г.И. Медведев Ю.И.(2010 г.)
- [2] «О критериях отсутствия тренда в математическом ожидании», И. В. Веретельникова, Б. Ю. Лемешко (2016 г.)
- [3] «Критерии проверки гипотез о случайности и отсутствии тренда(руководство по применению)», Б.Ю. Лемешко И.В. Веретельникова (2021 г.)
- [4] «Критерии проверки отклонения распределения от нормального закона(руководство по применению), Б.Ю. Лемешко (2014 г.)