|  |
| --- |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования **«МИРЭА − Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

**Институт информационных технологий (ИИТ)**

**Кафедра прикладной математики (ПМ)**

**ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ**

по дисциплине «Методы анализа данных»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Студент группы ИНБО-01-17 | *ИНБО-05-19, Грузилова В.Д.* | (подпись) | |
| Преподаватель | *Кузьмин В.И.* | (подпись) | |
| Отчет представлен | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г. | |  | |

Москва 2021 г.

Оглавление

[Постановка задачи 2](#_Toc91461017)

[Выполнение работы 2](#_Toc91461018)

[Исходные данные 2](#_Toc91461019)

[Модели интенсивного роста 4](#_Toc91461020)

[Модели ограниченного роста 14](#_Toc91461021)

[Исключение тренда 19](#_Toc91461022)

# Постановка задачи

Необходимо выбрать для анализа одну из существующих компаний, в качестве данных будет выступать временной ряд стоимости акций (Close).

Требования к данным: размах дат не менее 30 лет, ежедневные измерения, начальная стоимость акций превосходит конечную не менее, чем в 10 раз.

Необходимо построить анаморфозы для моделей интенсивного и ограниченного роста, а также сдвиговые функции, исключение тренда и ячейки развития.

# Выполнение работы

## Исходные данные

В качестве исследуемой компании взята «The Walt Disney Company», один из крупнейших медиаконгломератов индустрии развлечений в мире.

Данные начинают отсчёт с 1 января 1985 года.

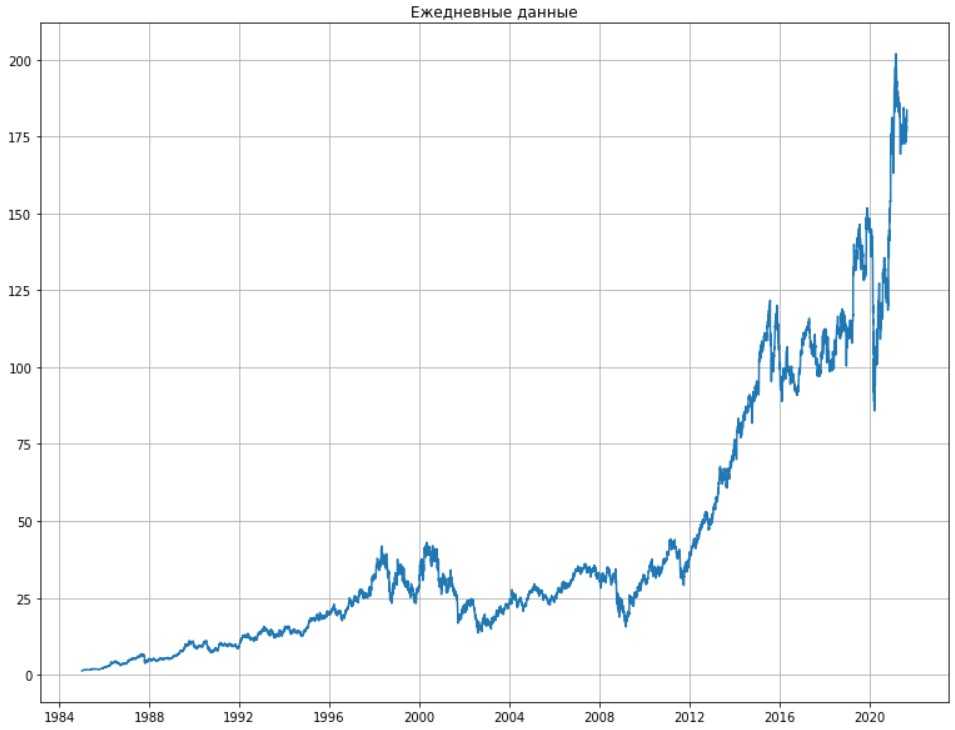


Рисунок . График исходных данных

Построим график в полулогарифмическом масштабе. Отметим уровни, расстояние между которыми равно единице, что в обычном масштабе соответствует отношению e = 2.718 между уровнями.

Вместо дат для удобства вычислений возьмем количество торговых дней с начала измерений.

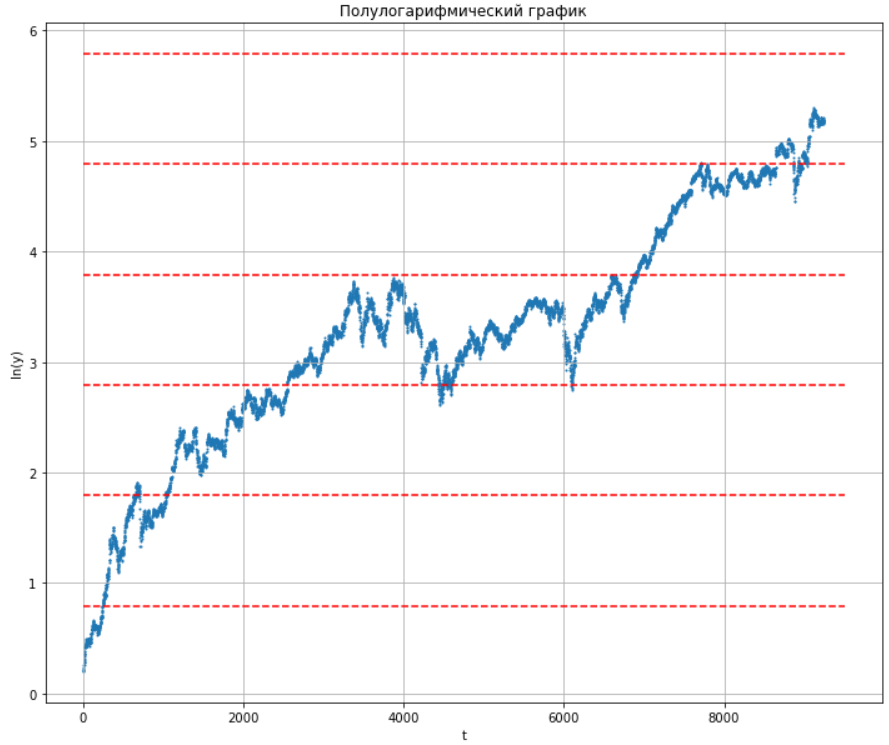


Рисунок . График исходных данных в полулогарифмическом масштабе

## Модели интенсивного роста

**Темп роста пропорционален размеру системы**

Модель, пропорциональная размеру системы, характеризуется уравнением:

,

где – размер системы. Тогда

Анаморфозой для данного вида модели является:

Спрямление достигается в координатах:

Эта модель является гиперболой и определяет положение вертикальной асимптоты, при которой значения функции достигает бесконечного значения, что для реальных систем невозможно. Поэтому по положению вертикальной асимптоты можно сделать оценку сверху для определения времени завершения процесса интенсивного роста. Для этого линеаризованные данные в координатах нужно продлить до пересечения с осью абсцисс.

Построим график и сравним с полулогарифмическим на соответствующих периодах времени.

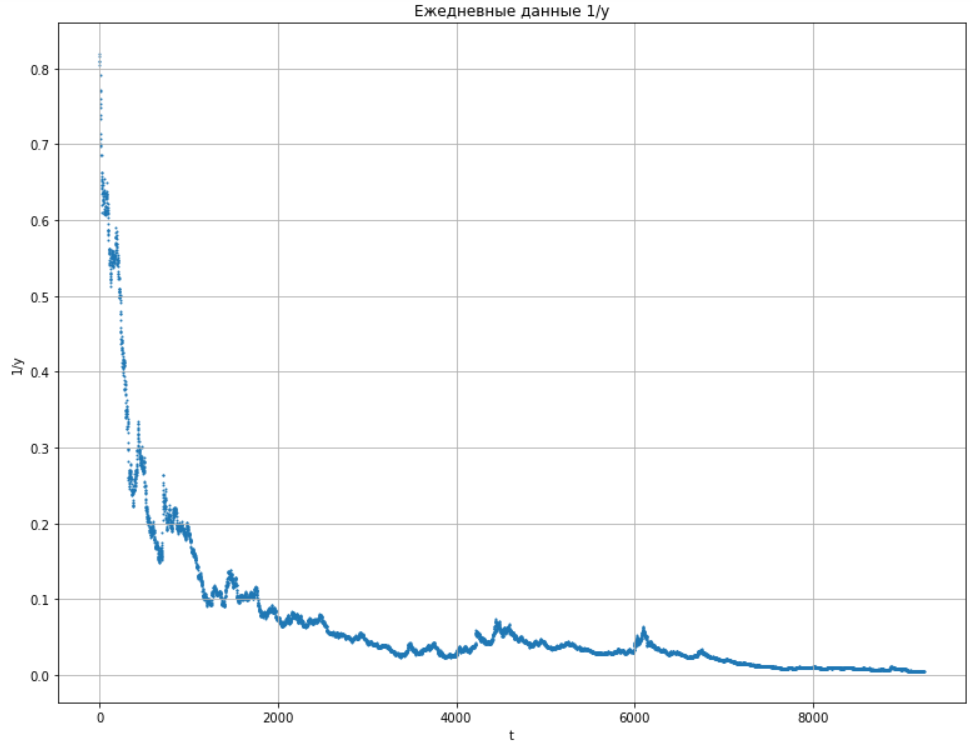


Рисунок . График 1/y

Обозначим участки. Необходимо выделить тренд участков, наклоненных примерно под 45 градусов.

Пересечение с осью абсцисс (t\*) – это время завершения процесса интенсивного роста.

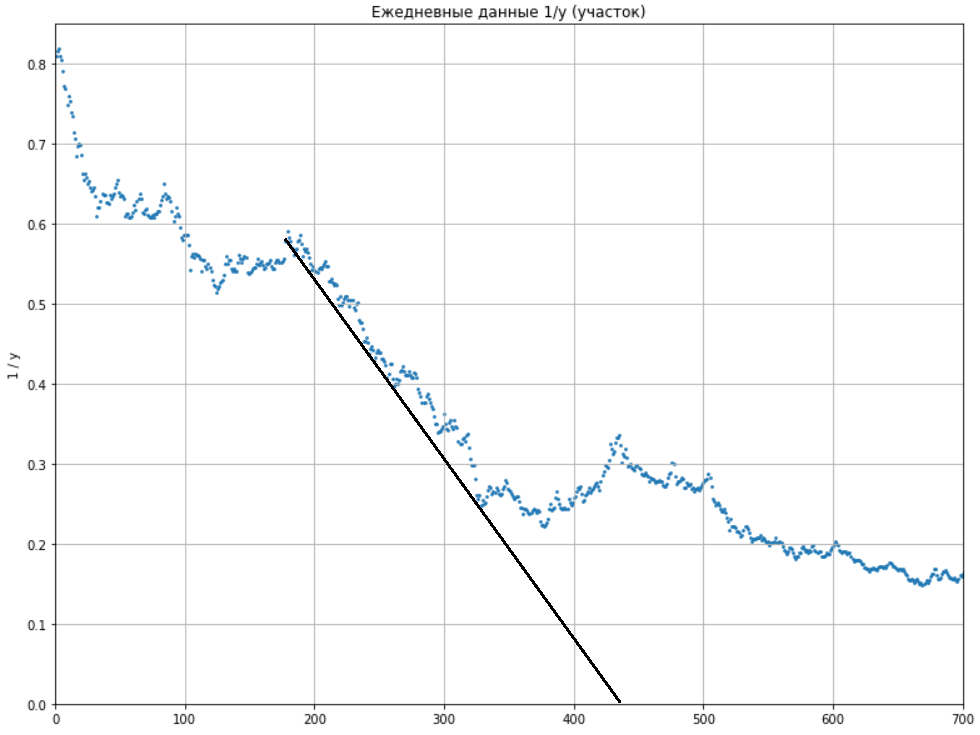


Рисунок . Завершение тренда участка интенсивного роста *(t\* =415)*

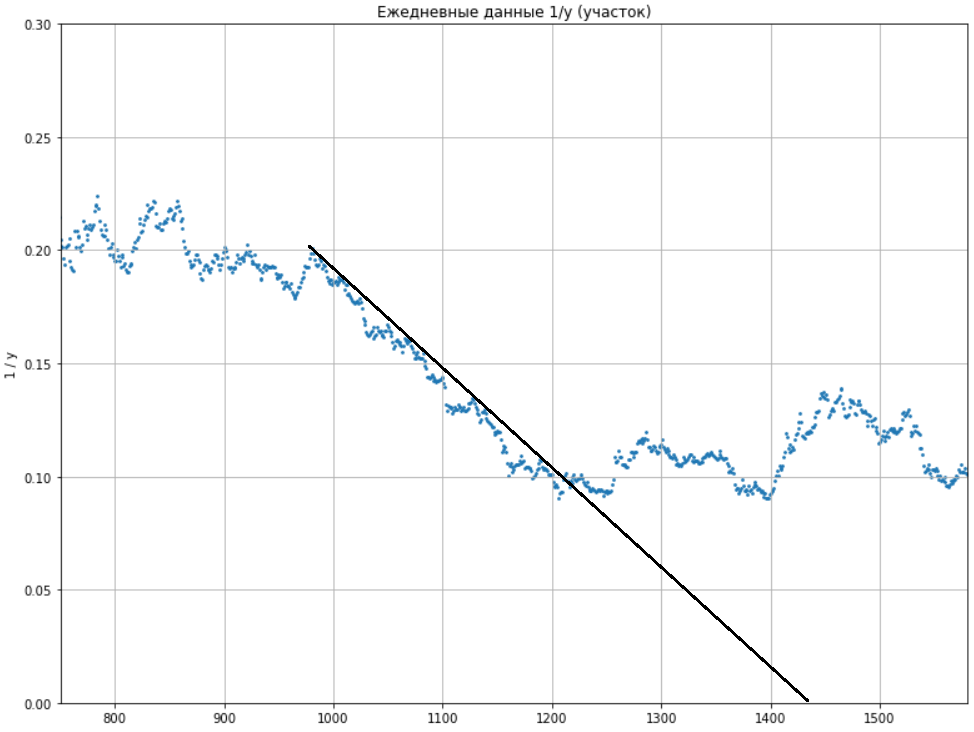


Рисунок . Завершение тренда участка интенсивного роста *(t\* =1430)*

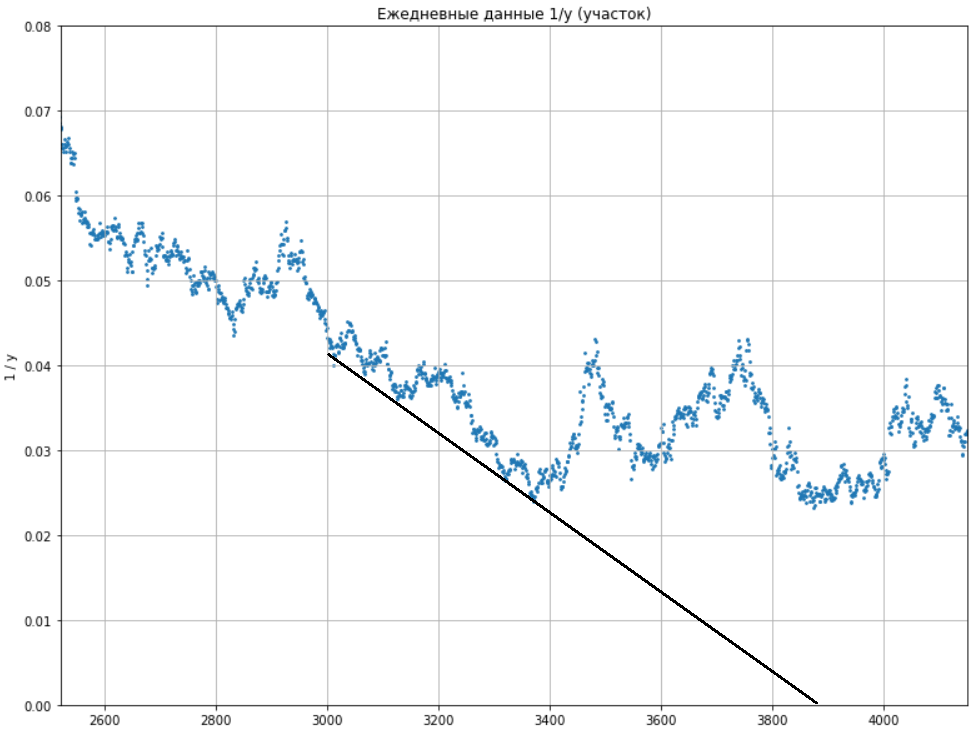


Рисунок . Завершение тренда участка интенсивного роста *(t\* = 3870)*

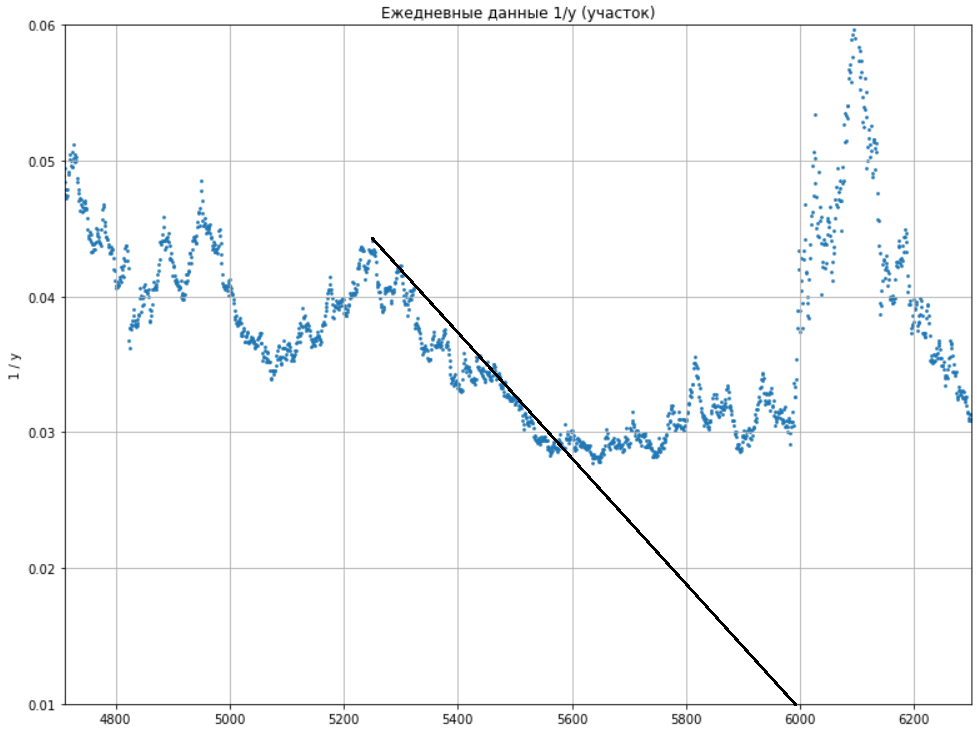


Рисунок . Завершение тренда участка интенсивного роста *(t\* = 5950)*

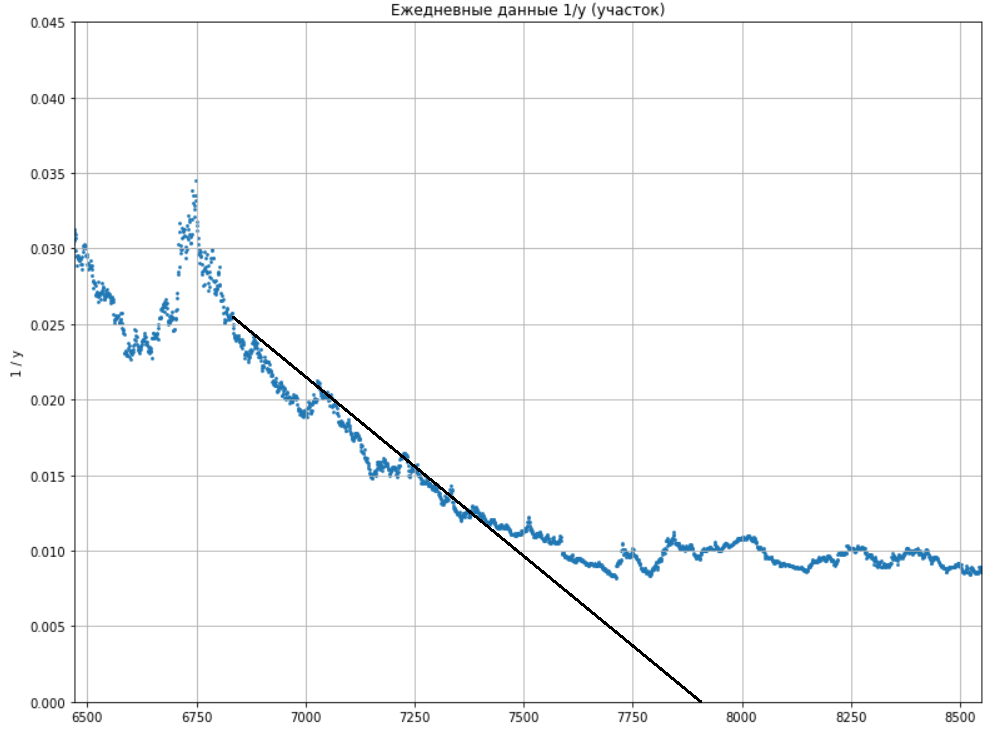


Рисунок . Завершение тренда участка интенсивного роста *(t\* = 7800)*

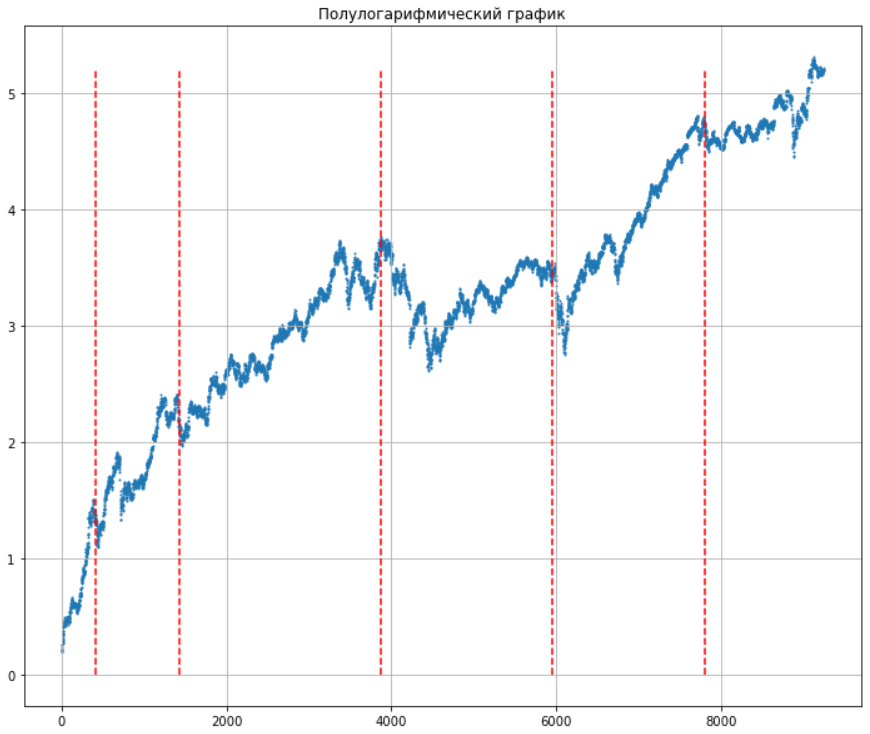


Рисунок . Даты окончания участков интенсивного роста на исходном полулогарифмическом графике

Отметив найденные t\* на исходном полулогарифмическом графике, мы видим, что действительно стоимость акций на них достигала своего пика в данный период.

Эту анаморфозу можно использовать и для прогнозирования. Возможно, в 9378 торговый день снова будет пик интенсивного роста стоимости акций.

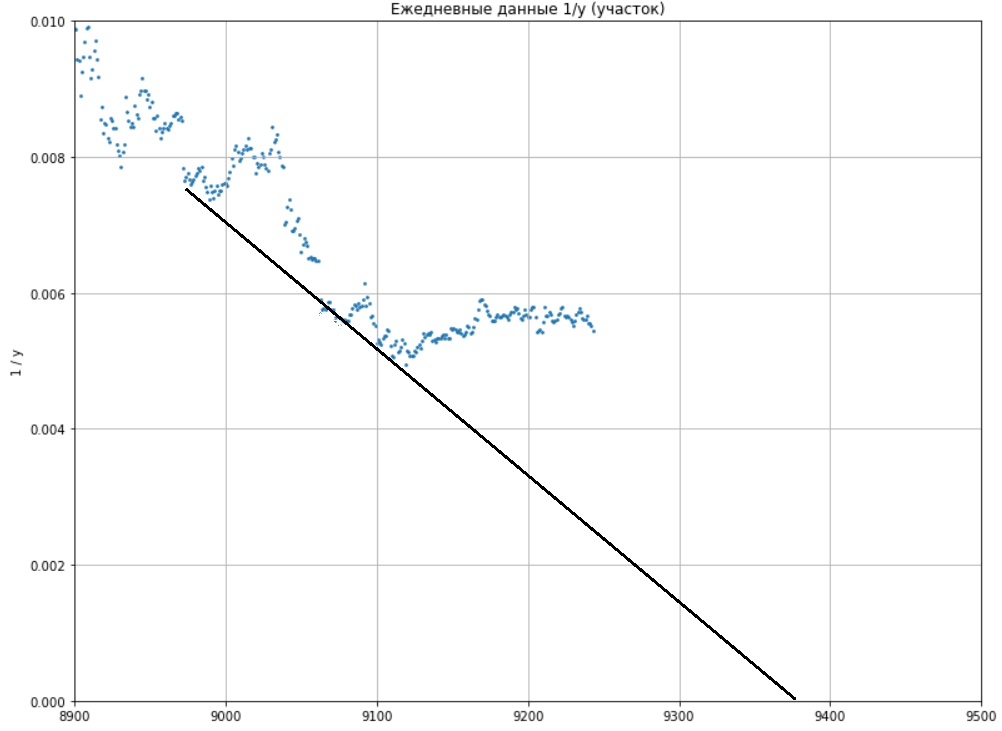


Рисунок . Прогнозная оценка завершения интенсивного роста

Выходит, используя анаморфозу 1/y ~ t, можно найти время завершения процесса интенсивного роста.

**Темп роста пропорционален возрасту системы**

Модель пропорциональная возрасту системы характеризуется уравнением

,

где – возраст системы. Тогда,

Анаморфозой для данного вида модели является:

Спрямление достигается в координатах:

По определенным датам t\* и t0 из предыдущих графиков построим следующую анаморфозу:

По ним находим значения стоимости акции, на которых заканчивается рост тренда.

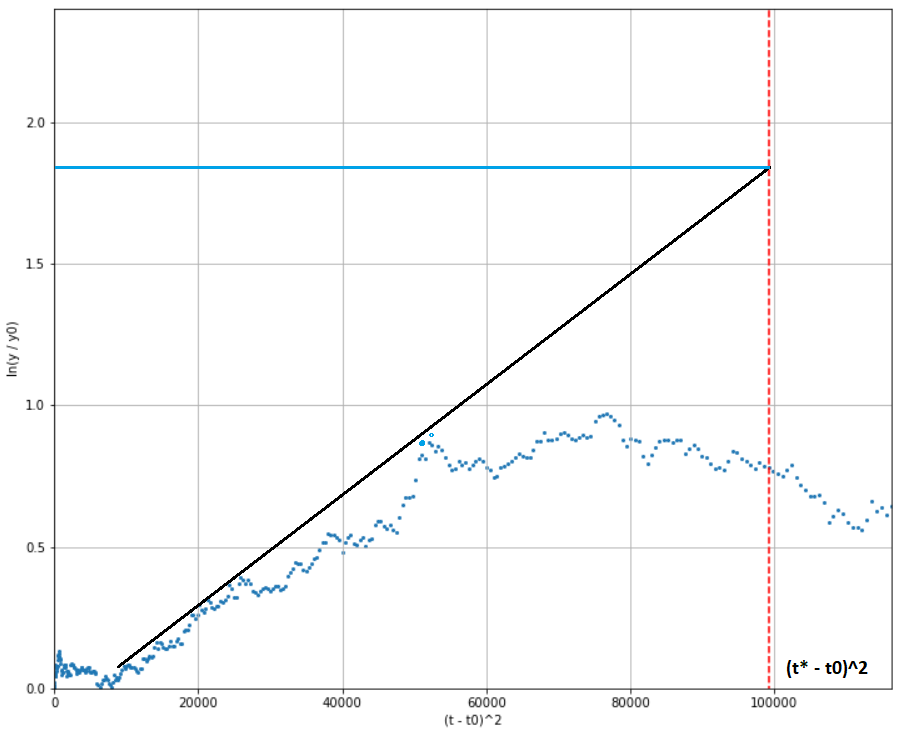


Рисунок . Модель интенсивного роста на участке *(t\* = 415)*

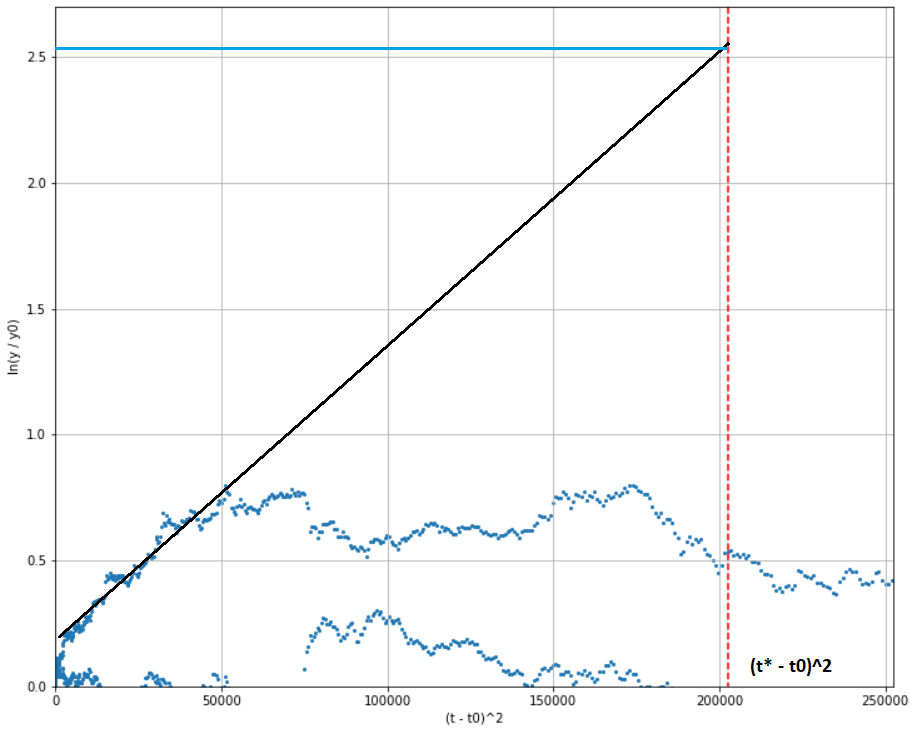


Рисунок . Модель интенсивного роста на участке *(t\* = 1430)*

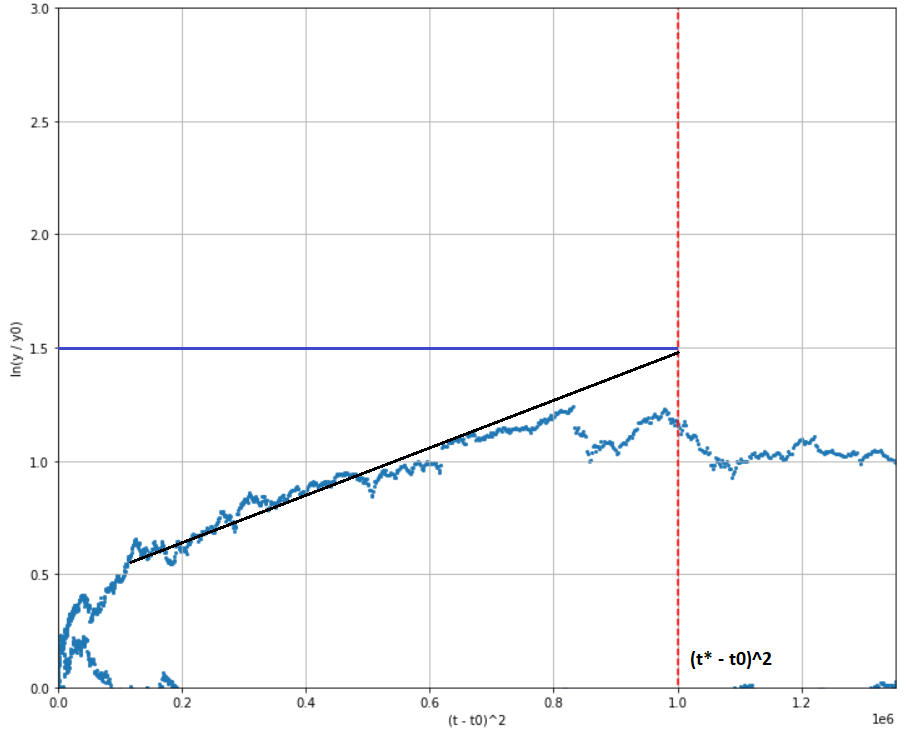


Рисунок . Модель интенсивного роста на участке *(t\* = 7800)*

*Таблица 1. Найденные значения для модели интенсивного роста*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **y0** | **t0** | **t\*** | **ln(y/y0)** | **ln(y)** |
| 1.7 | 100 | 415 | 1.85 | **2.38** |
| 4.98 | 980 | 1430 | 2.55 | **4.15** |
| 35.18 | 6800 | 7800 | 1.5 | **5.055** |

Отразим получившиеся значения стоимости акций, когда должен закончиться интенсивный рост, на исходном полулогарифмическом графике.

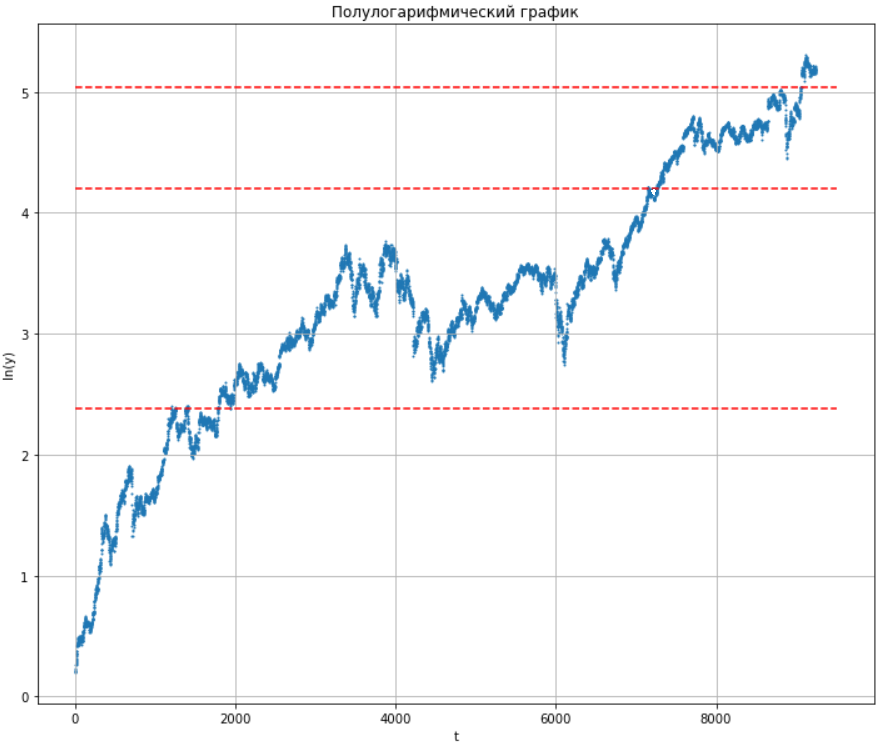


Рисунок . Стоимость акций в окончания участков интенсивного роста на исходном полулогарифмическом графике

Эта анаморфоза ( позволяет сделать прогноз предела роста значения стоимости акций.

**Темп роста растет по экспоненциальной зависимости от возраста системы**

Модель пропорциональная размеру системы характеризуется уравнением

,

где – возраст системы. Тогда

*,*

Анаморфозой для данного вида модели является:

Спрямление достигается в координатах:

Варьированием константы С достигается наилучшее спрямление исходных данных. В данном случае была выбрана С = 10.

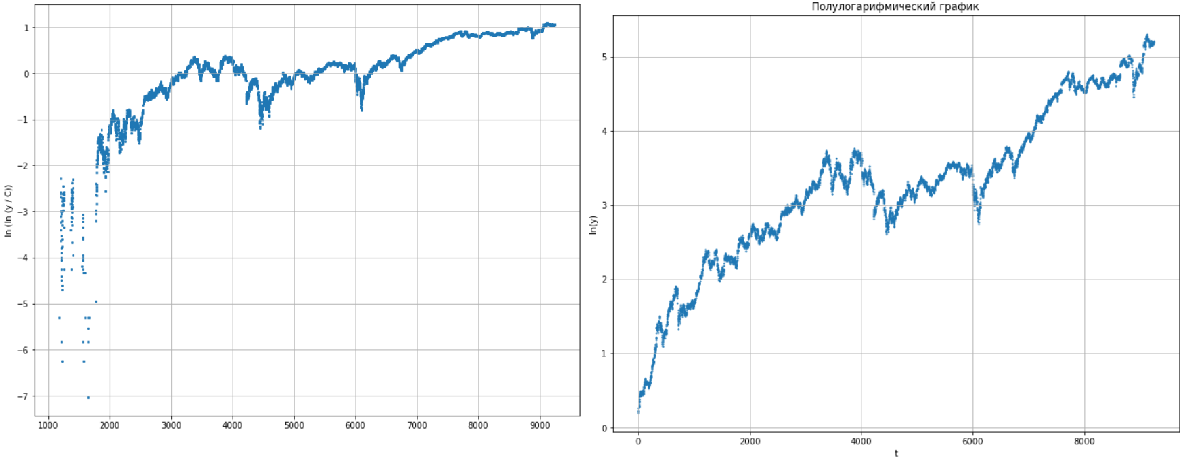


Рисунок . Сравнение графика в координатах ln(ln(y/C)) с исходным полулогарифмическим

## Модели ограниченного роста

Наибольшее распространение среди моделей ограниченного роста получили модель Гомперца и логистическая модель. Первая модель определяет асимметричную кривую, а вторая – симметричную. На основе этих моделей можно эффективно прогнозировать предел роста системы.

**Модель Гомперца**

Для модели Гомперца

её интеграл дает

При постоянная интегрирования . Тогда

или .

После подстановки последнего соотношения в уравнение (3.1), получим:

Из исходного уравнения модели Гомперца получается следующая анаморфоза:

Спрямление достигается в координатах:

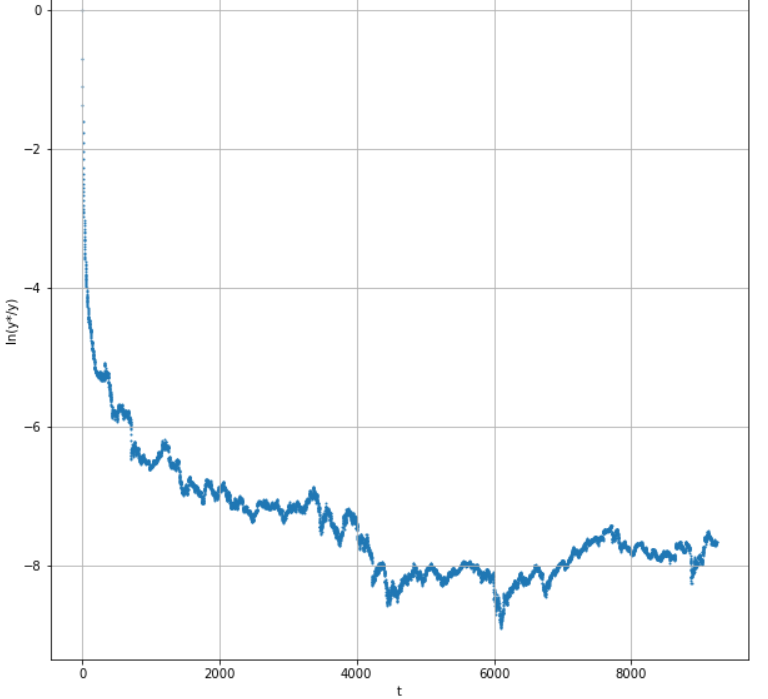


Рисунок . Модель Гомперца

На пересечении продолжения спрямления и прямой находится момент точки перегиба.



Рисунок . Модель Гомперца (участок)

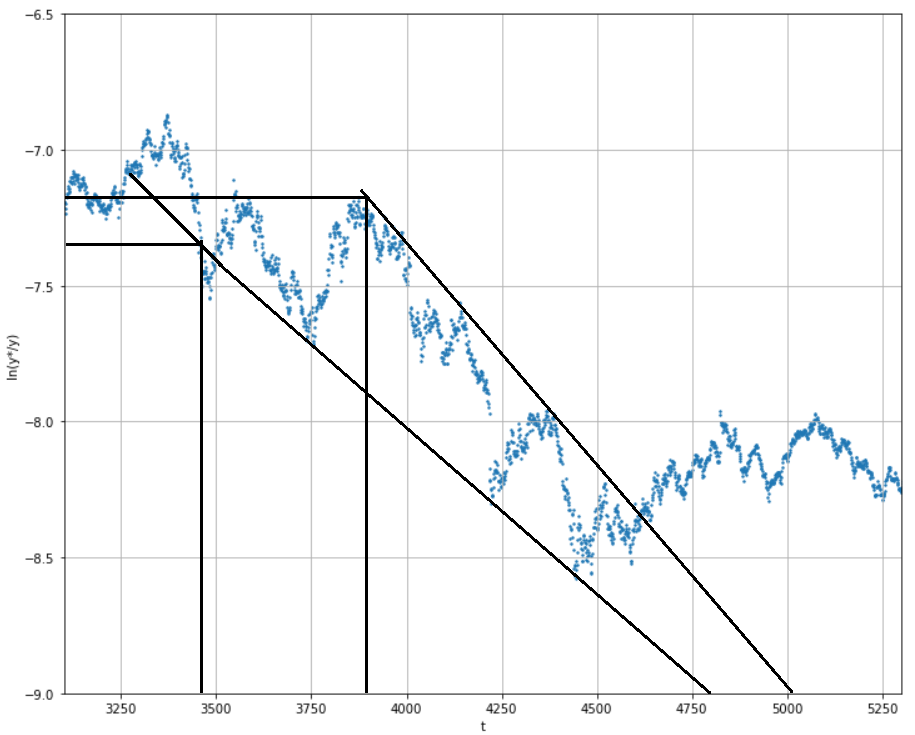


Рисунок . Модель Гомперца (участок)

Найденные точки перегиба нужно отметить на исходном полулогарифмическом графике, чтобы понять, когда заканчивается ограниченный рост, и рост стоимости акций начинает замедляться на конкретных участках.

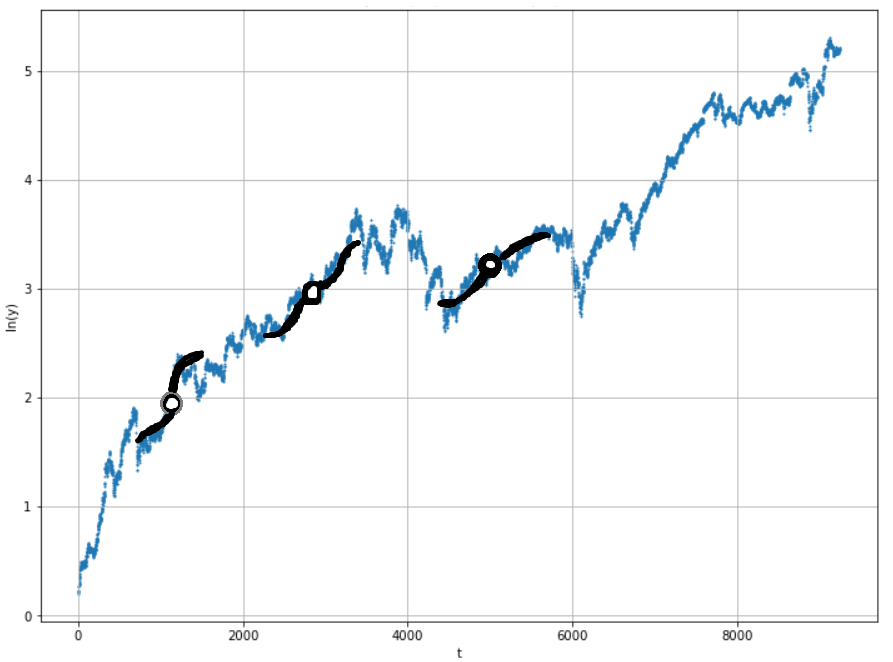


Рисунок . Точки перегиба на полулогарифмическом графике

Следующая анаморфоза:

Таким образом, анаморфозой, соответствующей линейной зависимости между характеристиками системы, являются координаты:

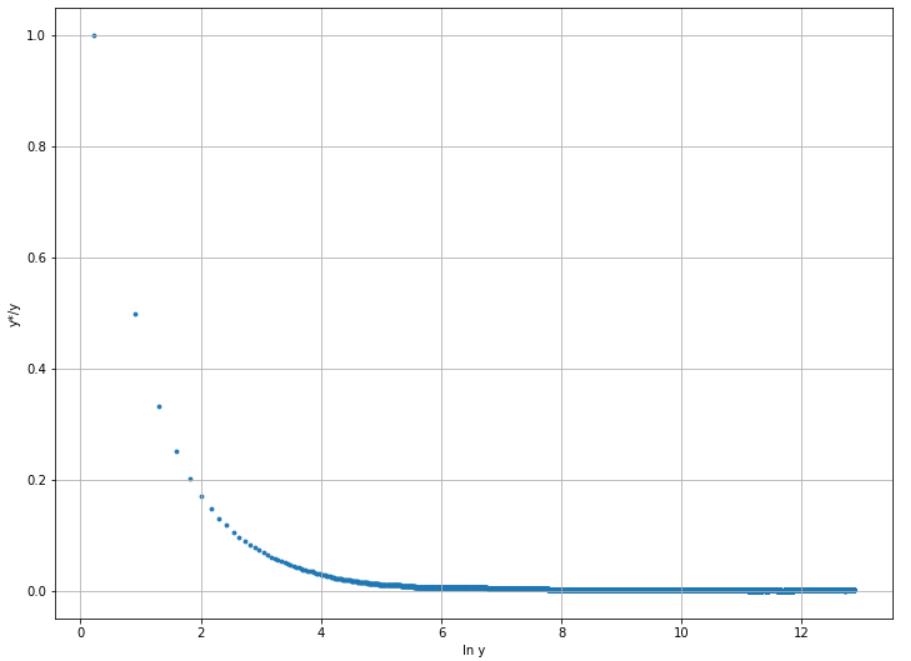


Рисунок . График в координатах y\*/y от ln(y)

Приблизим график для проведения касательной на участках.

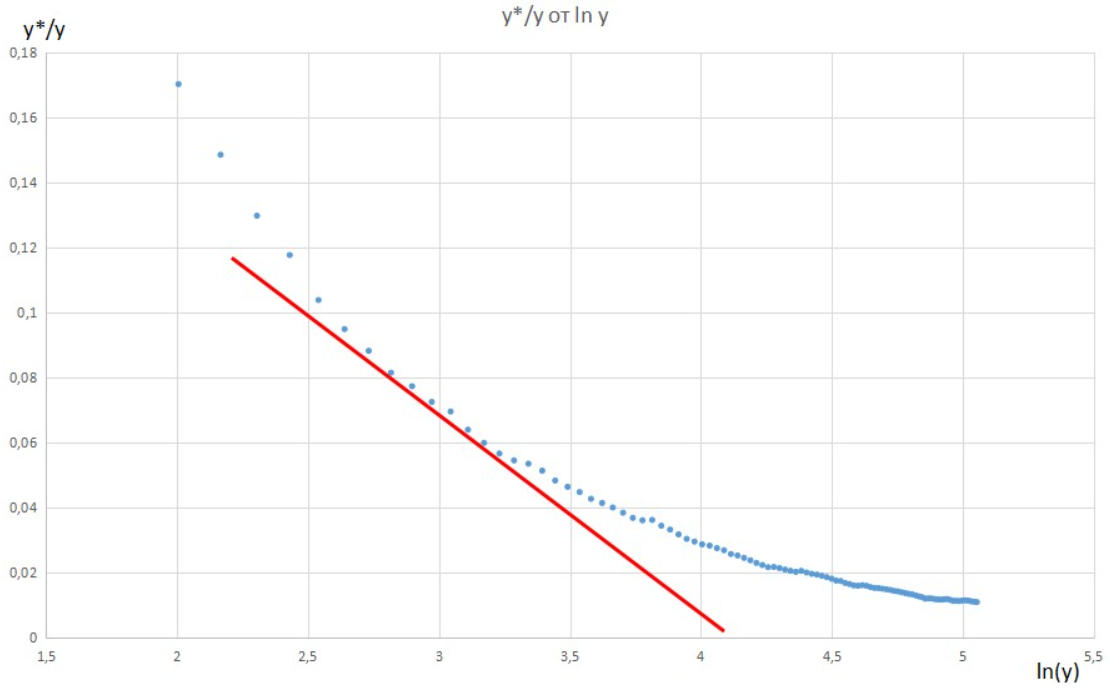


Рисунок . Участок предыдущего графика

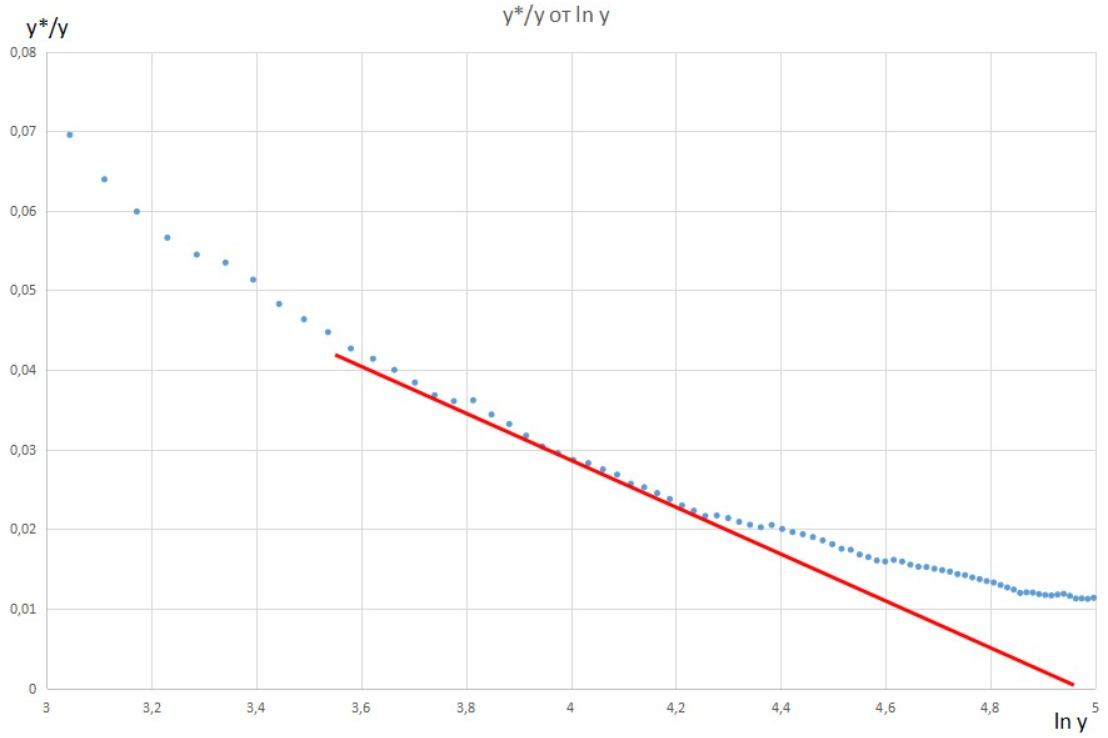


Рисунок . Участок предыдущего графика

**Логистическая модель**

Простейшей широко распространенной моделью ограниченного роста является логистическое уравнение:

Из уравнения выше получается следующая анаморфоза:

Это уравнение определяет линейную зависимость в координатах:

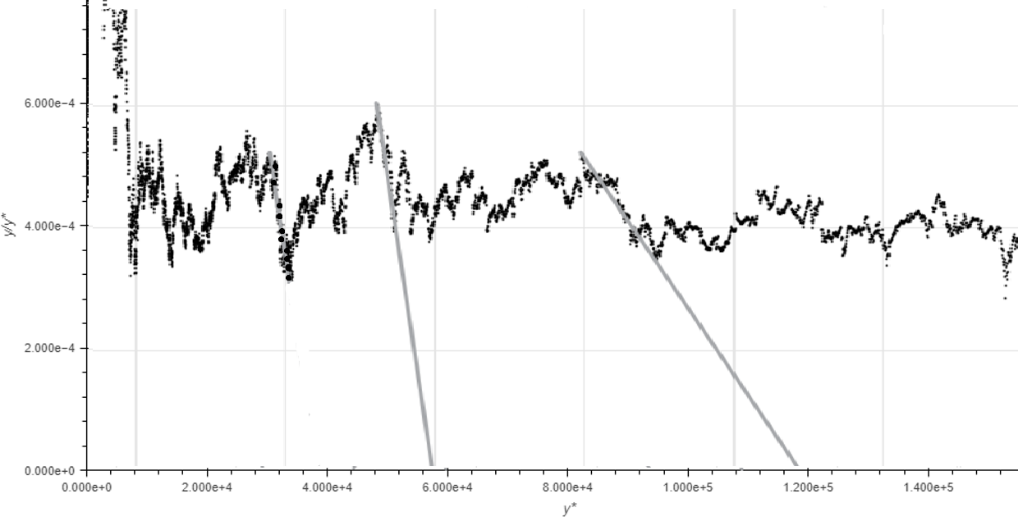


Рисунок . Логистическая модель

## Исключение тренда

Для исключения тренда воспользуемся формулой

Параметр Δt определяется минимальным значением функции на графике , где m – это среднее значение. Определим Δt равным 240.

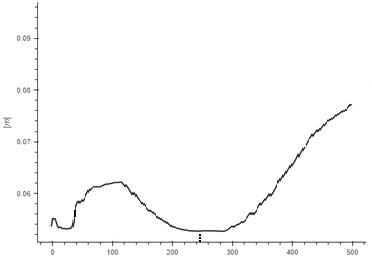


Рисунок . Определение Δt

Исключим тренд из исходных данных.

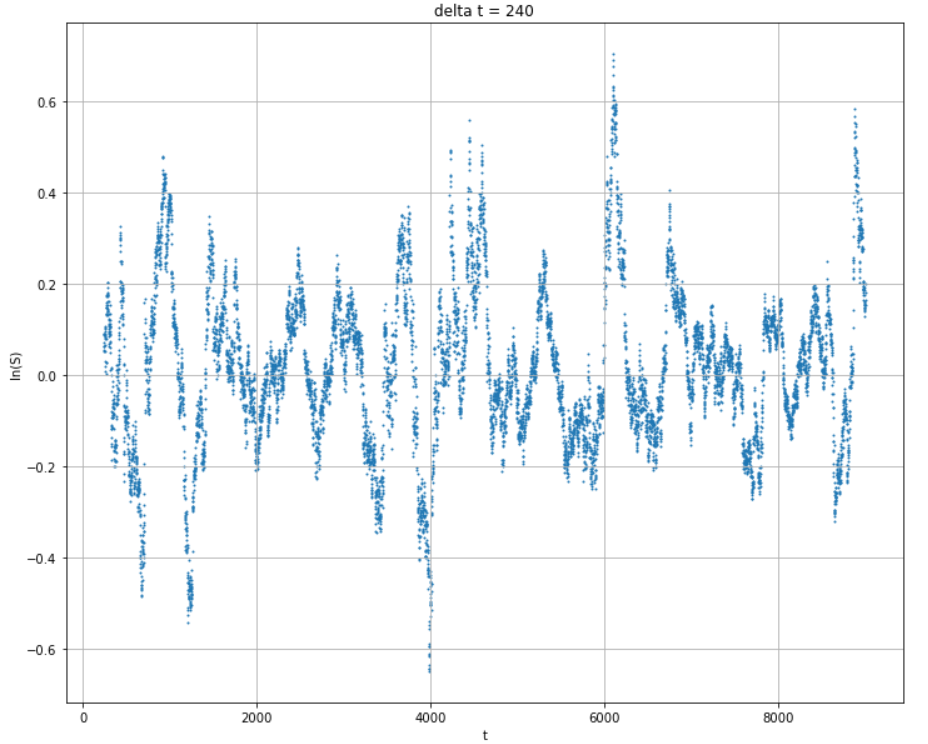


Рисунок . Данные после исключения тренда

Для построения графика функции Альтера-Джонсона воспользуемся формулой:

Минимумы на графике функции Альтера-Джонса определяют совокупность почти-периодов.

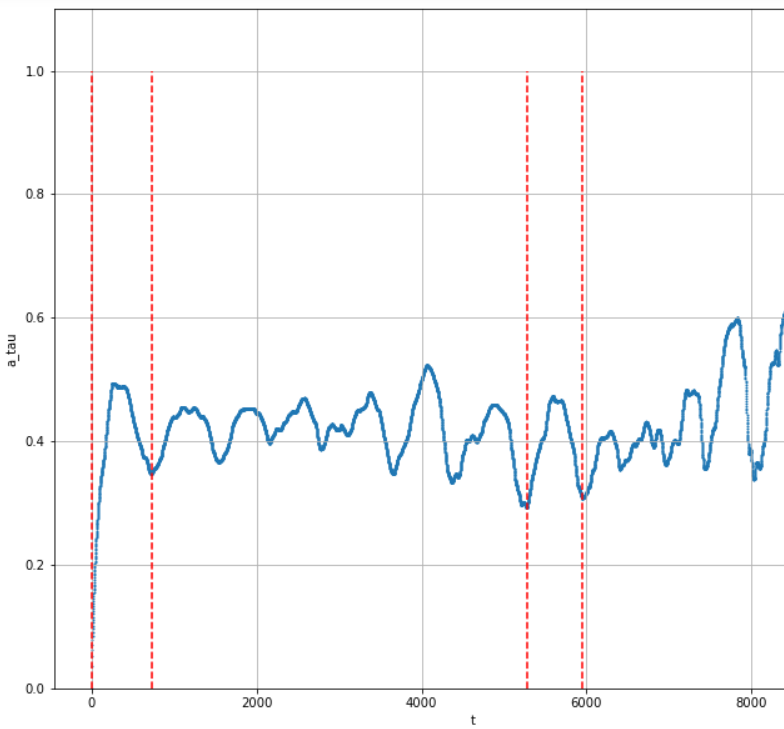


Рисунок . График функции Альтера-Джонсона c выделенными почти-периодами

Отразим почти-периоды на исходном полулогарифмическом графике и на графике с исключенным трендом, согласовывая их с локальными минимумами.

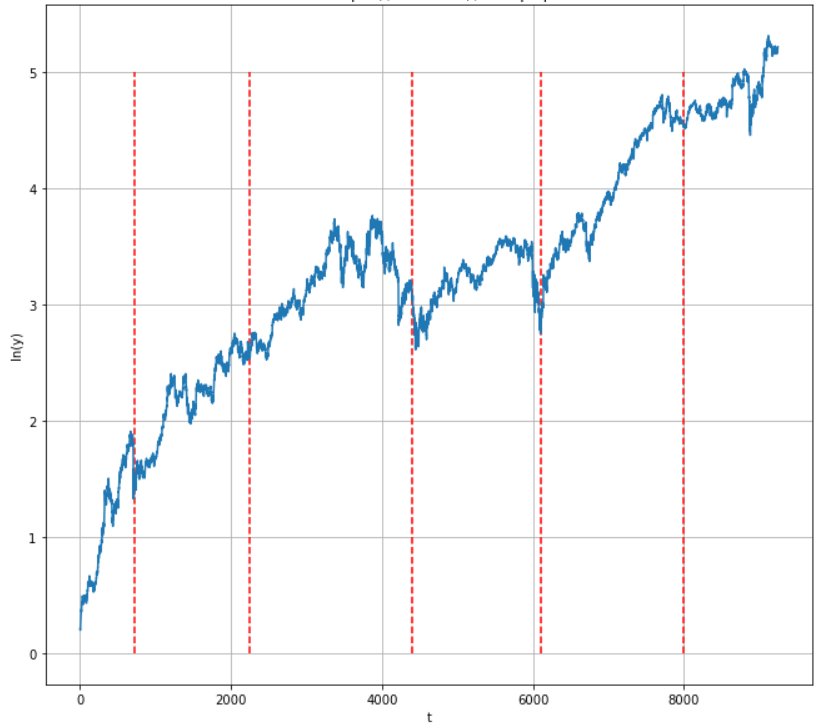


Рисунок . Почти-периоды на полулогарифмическом графике

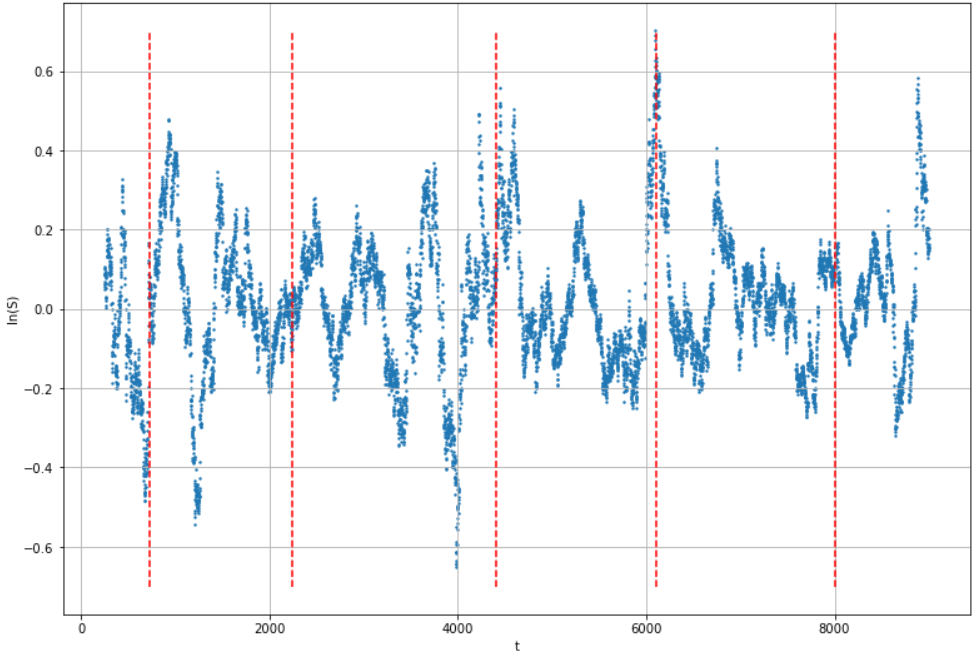


Рисунок . Почти-периоды на графике с исключенным трендом

Выделим ячейки развития на полулогарифмическом графике.

Их продление за границы имеющихся данных дает возможность прогнозной оценки.

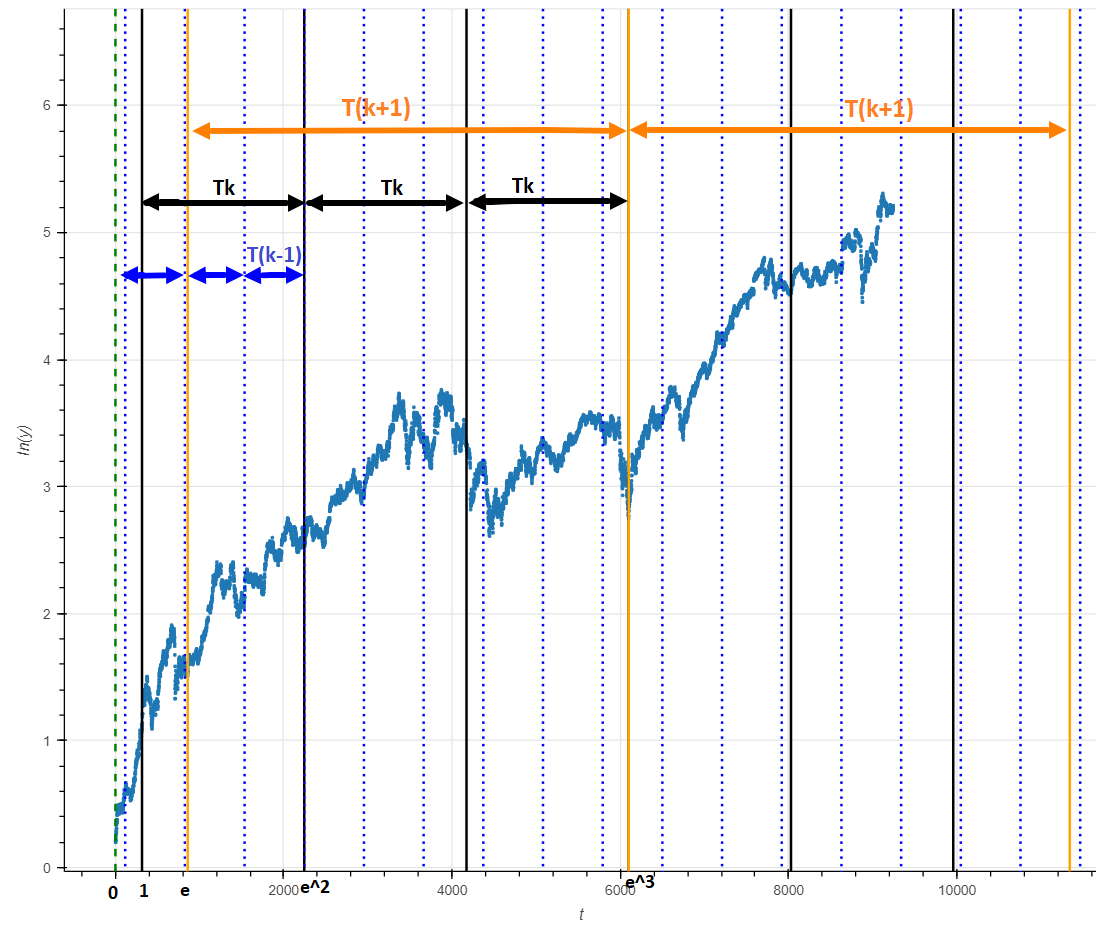


Рисунок . Ячейки развития