

Выполнил: Тимошинов Егор Борисович

Группа: 16

Лабораторная работа по анализу временных рядов

Цель работы

Изучение методов анализа временных рядов, построения моделей ARIMA и прогнозирования.

Исходные данные

Временной ряд за период с 2011-01-01 по 2011-12-31 365 наблюдений.

1. График исходного временного ряда

На рисунке представлен график исходного временного ряда tsday.



2. Анализ стационарности. Первые разности

Для проверки стационарности временного ряда были вычислены первые разности:

$$y_t - y_{t-1}$$

График первых разностей представлен на рисунке ниже.



3. Тест Дики-Фуллера

Для проверки гипотезы о стационарности временного ряда первых разностей был проведен тест Дики-Фуллера *Augmented Dickey – Fuller Test*.

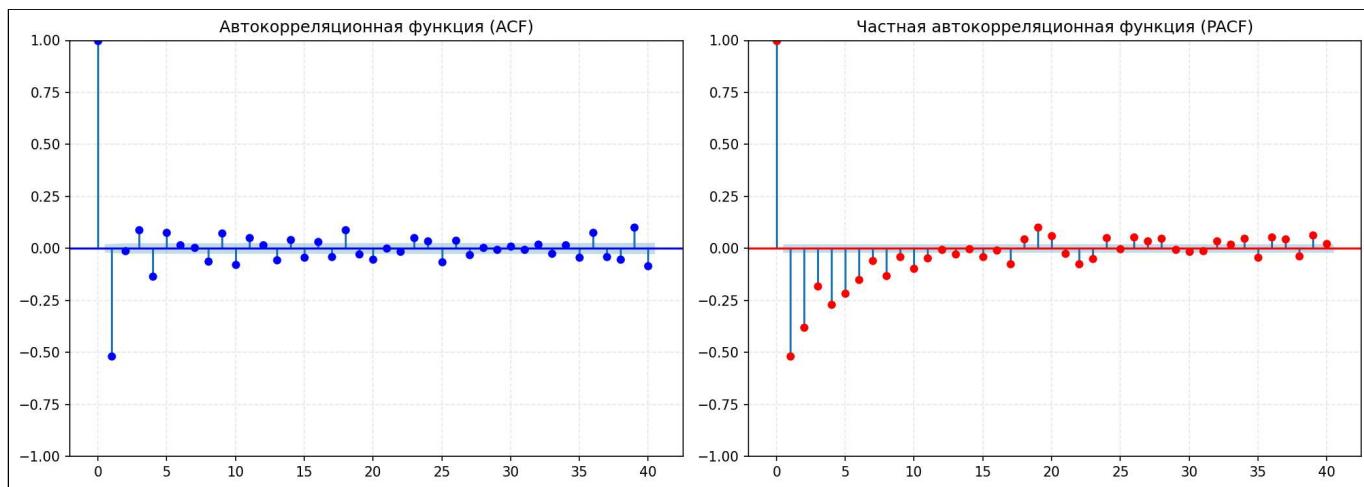
Результаты теста:

Параметр	Значение
Dickey-Fuller статистика	-9.7780
p-value	0.0000
Критическое значение 1	-3.4490
Критическое значение 5	-2.8697
Критическое значение 10	-2.5711

Гипотеза о нестационарности временного ряда первых разностей отвергается на уровне значимости меньшем 0,01 $p - value = 0.0000 < 0,01$.

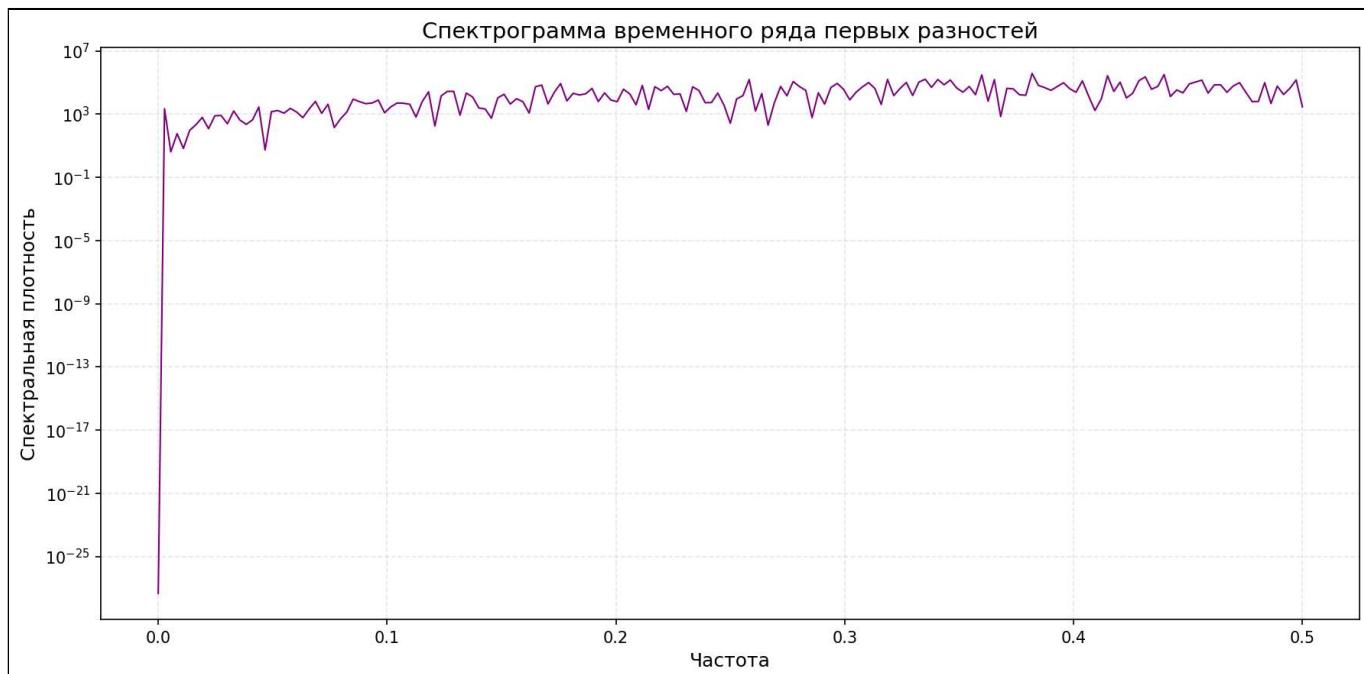
4. Автокорреляционная функция АКФ и частная автокорреляционная функция ЧАКФ

Для анализа структуры временного ряда были построены графики автокорреляционной функции *ACF* и частной автокорреляционной функции *PACF* для первых разностей.



5. Спектрограмма

Спектрограмма временного ряда первых разностей представлена на рисунке ниже.



6. Построение модели ARIMA

Для подбора оптимальной модели ARIMA был использован автоматический перебор параметров с минимизацией информационного критерия AIC.

Результаты подбора модели:

Оптимальная модель: ARIMA0, 2, 2

Параметры модели:

Параметр	Оценка	Стандартная ошибка
ma1	-1.9345	0.0226

ma2	0.9384	0.0225
sigma ²	1.00	-
log likelihood	-2186.94	-
AIC	4379.88	-

Уравнение модели:

$$y_t = -1.9345 \cdot \varepsilon_{t-1} + 0.9384 \cdot \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t$$

где в скобках указаны значения стандартных ошибок коэффициентов модели.

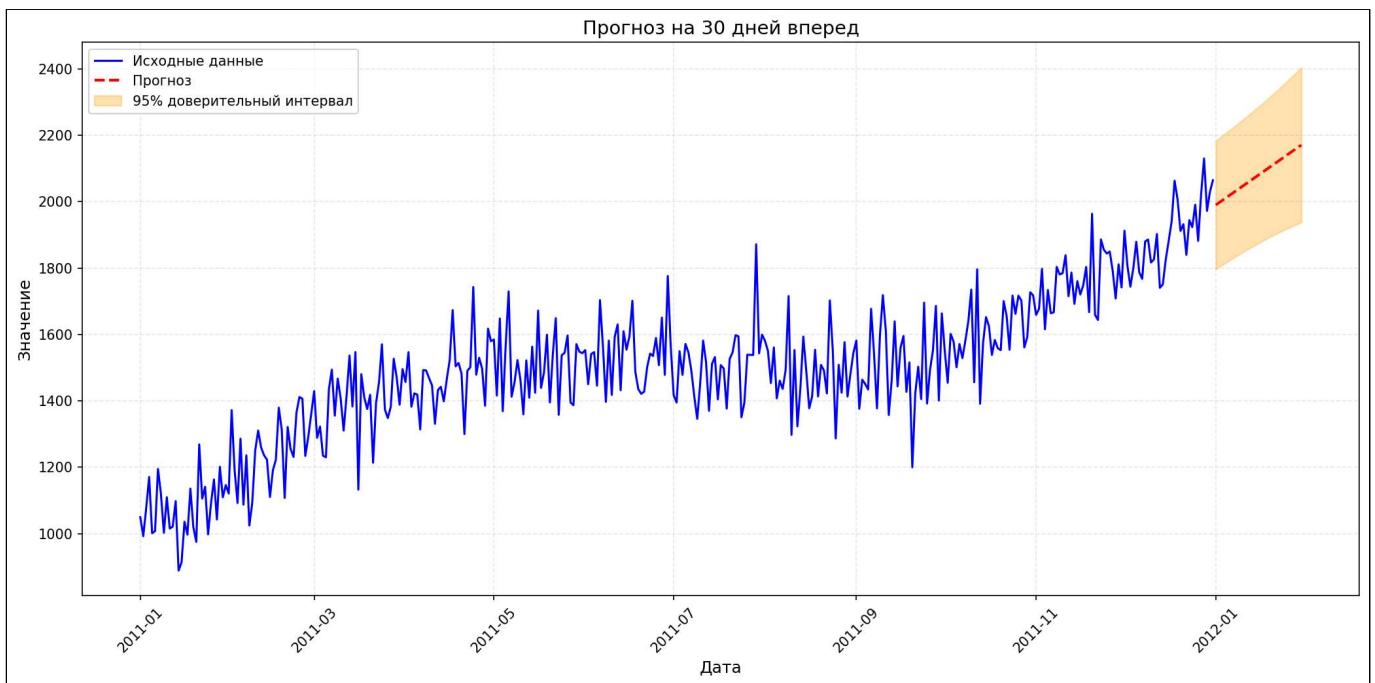
7. Оценка точности модели

Характеристики точности построенной модели:

Метрика	Обозначение	Формула	Значение
Средняя ошибка	ME	$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t$	4.0430
Средняя абсолютная ошибка	MAE	$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t $	83.1461
Квадратный корень из среднеквадратичной ошибки	RMSE	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2}$	117.7748
Средняя процентная ошибка	MPE	$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{\varepsilon_t}{y_t} \cdot 100\%$	-0.11%
Средняя абсолютная процентная ошибка	MAPE	$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{ \varepsilon_t }{y_t} \cdot 100\%$	5.84%
Средняя абсолютная масштабированная ошибка	MASE	MAE / средняя ошибка наивного прогноза	0.7532
Коэффициент автокорреляции ошибки с лагом 1	ACF1	-	-0.1639

8. Прогноз на 30 дней вперед

С помощью построенной модели ARIMA был выполнен прогноз на 30 дней вперед. График прогноза с доверительными интервалами представлен на рисунке ниже.



Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы был проведен анализ временного ряда, построена модель ARIMA0, 2, 2, оценена ее точность и выполнен прогноз на 30 дней вперед. Модель показала удовлетворительные результаты с RMSE = 117.77 и MAPE = 5.84%.