



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)

Выпускная квалификационная работа бакалавра

Метод прогнозирования временных рядов на фондовом рынке

Студент: Ахметов Карим

Группа: ИУ7-83Б

Руководитель: Филиппов Михаил Владимирович

Цель: исследовать существующие решения, разработать на их основе комбинированный метод прогнозирования временных рядов на фондовом рынке.

Задачи:

- Описать основные понятия предметной области и обозначить проблему;
- Провести анализ существующих методов и средств прогнозирования временных рядов;
- Отобрать наиболее удовлетворяющие параметрам эффективности методы;
- Разработка комбинированного метода на основе отобранных методов;
- Разработка программного обеспечения, реализующего комбинированный метод;
- Исследовать эффективность разработанного комбинированного метода.

Актуальность

- Анализ и прогнозирование котировок акций;
- Вспомогательный инструмент для принятия решений инвестором/трейдером;
- Потенциально применим для предсказания временных рядов любой другой предметной области.

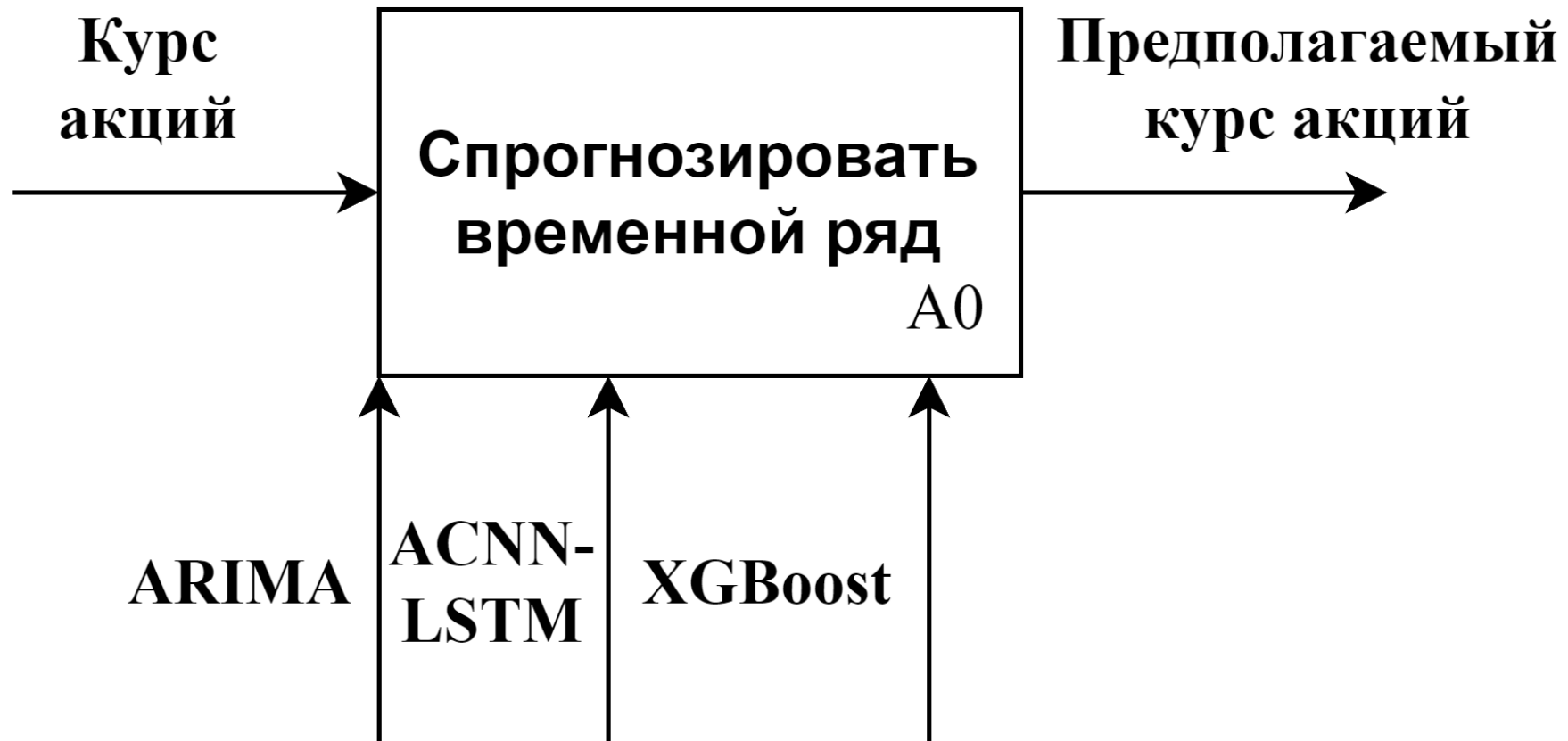
Анализ существующих решений

| Решение Критерии | Методы на основе детерминирован ного хаоса | Алгоритм адаптивной фильтрации | Нейросетевые модели и методы | Авторегрессионные модели и методы |
|-------------------------------------|---|---|---|--|
| Простота | - | - | - | + |
| Множество примеров применения | - | - | + | + |
| Адаптивность | + | + | + | - |
| Прозрачность моделирования | - | - | - | + |

Задействованные методы в разработке комбинированного метода

- ARIMA модель для предварительной обработки;
- Сверточная нейронная сеть на основе механизма внимания в качестве кодировщика;
- Долгая краткосрочная память в качестве декодировщика;
- XGboost для тонкой настройки/дообучения.

Функциональная модель метода в виде IDEF0 — диаграммы уровня A0



Функциональная модель метода в виде IDEF0 — диаграммы уровня A1-A6

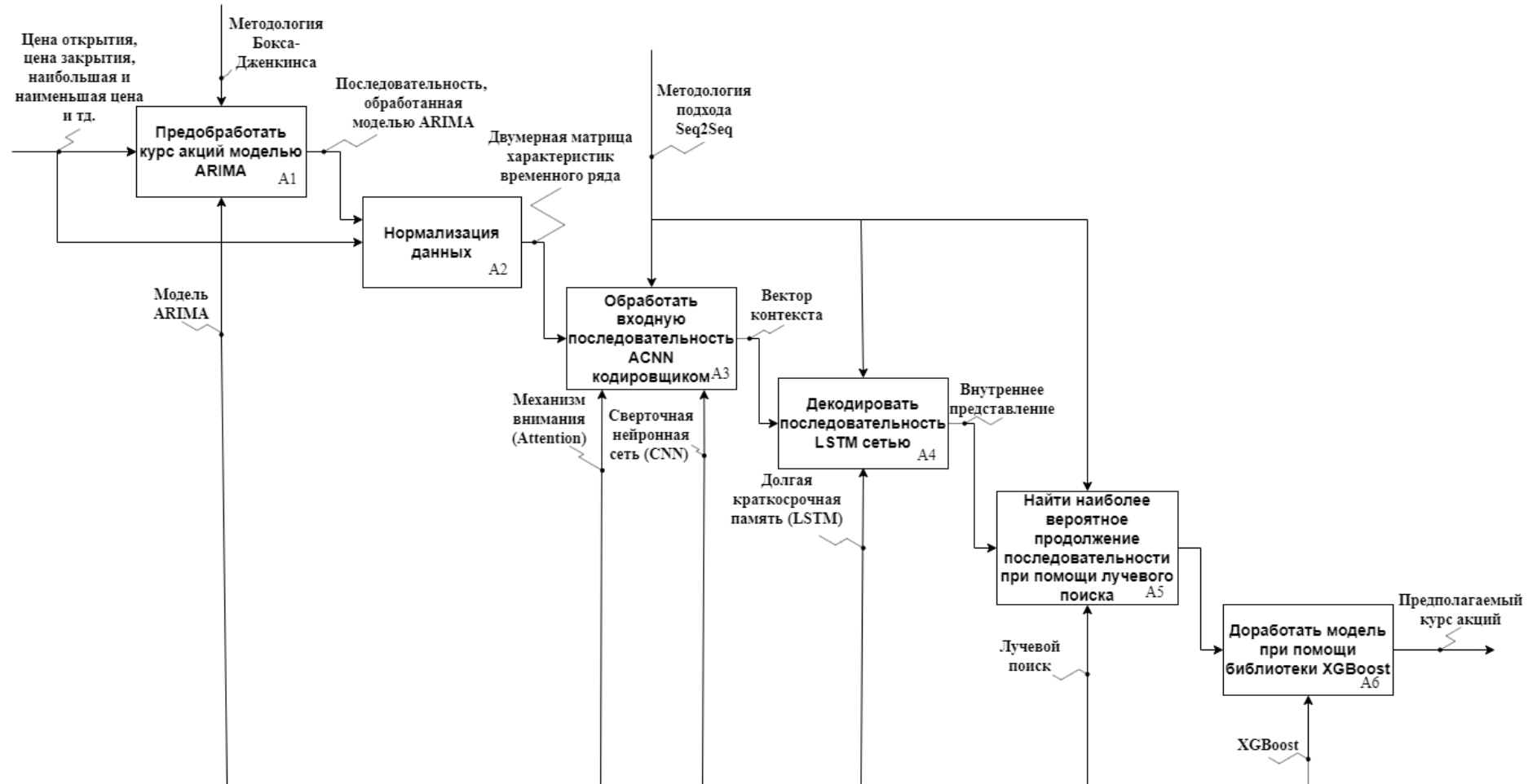
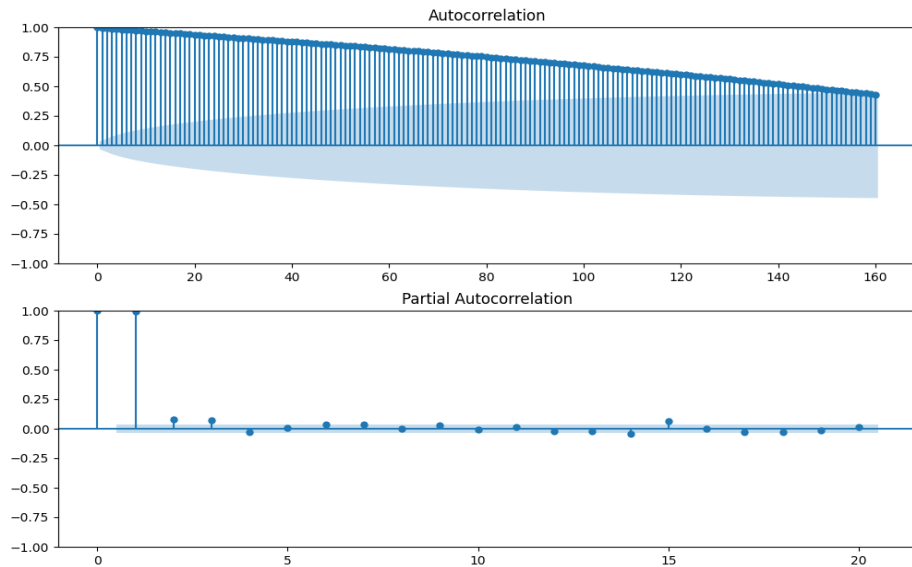
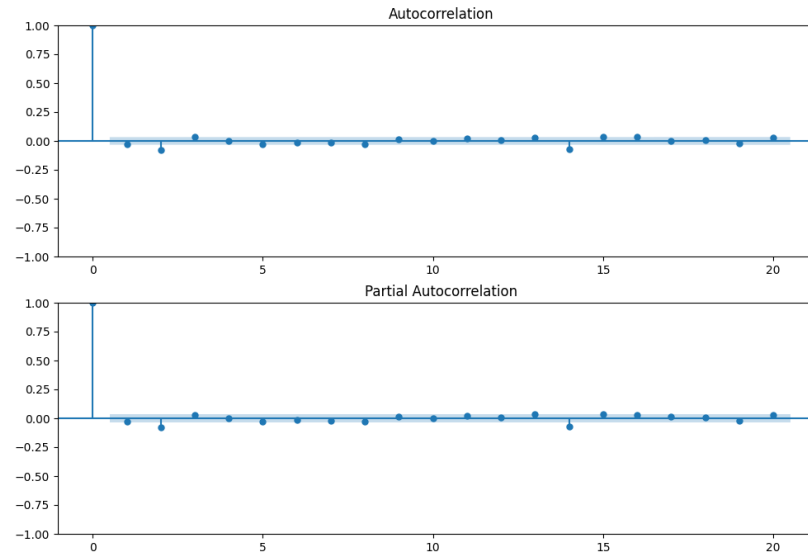


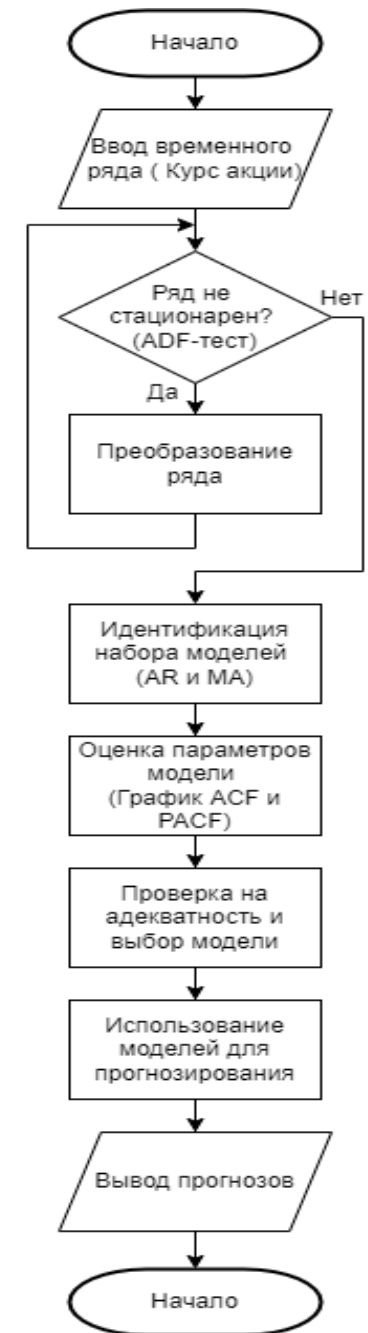
Схема алгоритма, реализующего метод Бокса - Дженкинса (ARIMA)



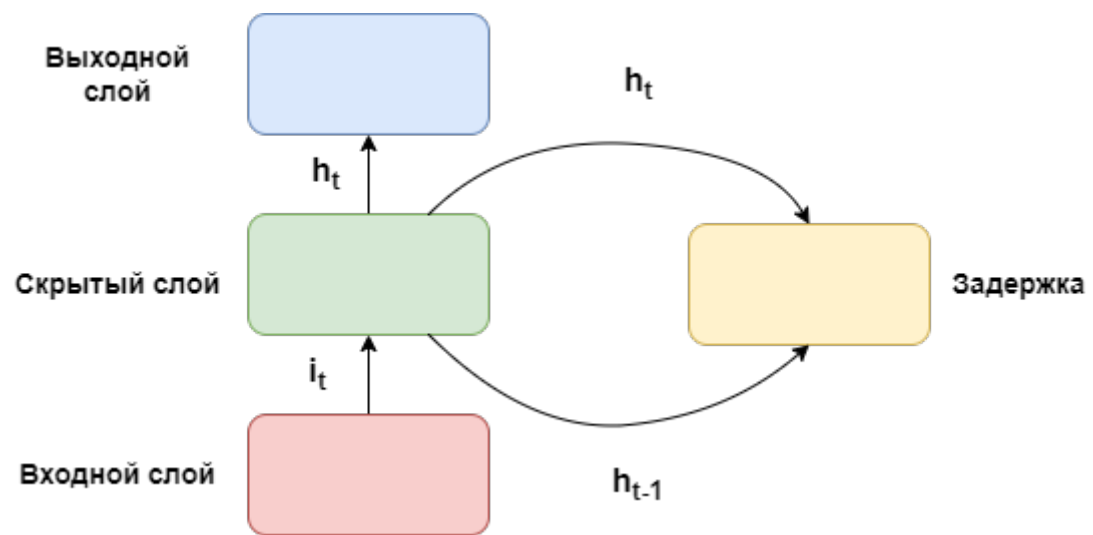
**ACF и PACF график
исходной
последовательности**



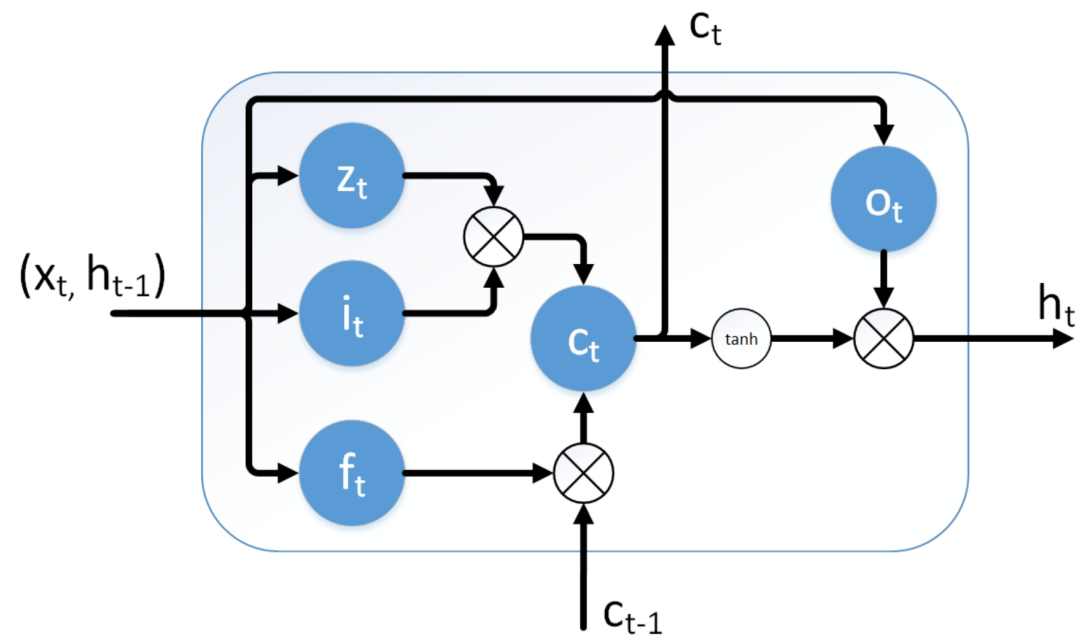
**ACF и PACF график
разницы первого порядка**



Долгая краткосрочная память

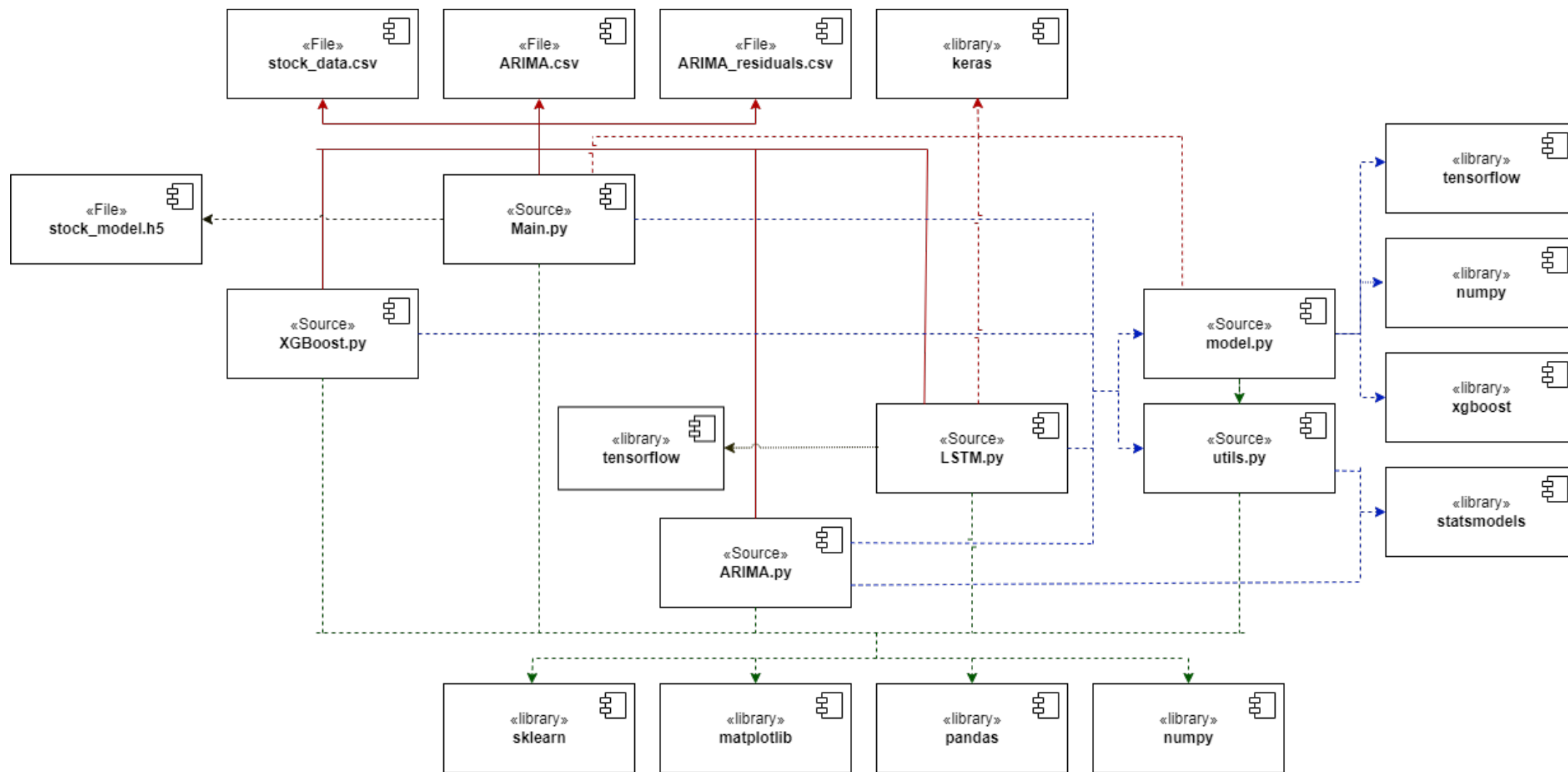


RNN блок



LSTM блок

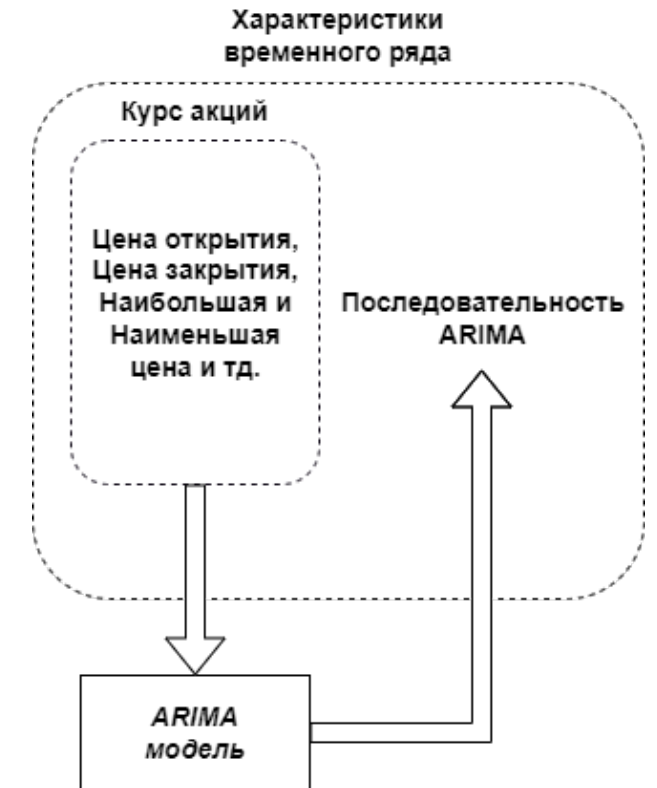
Схема разработанного ПО



Используемые данные



Курс акций Bank of China



Преобразования перед
нейросетевым модулем

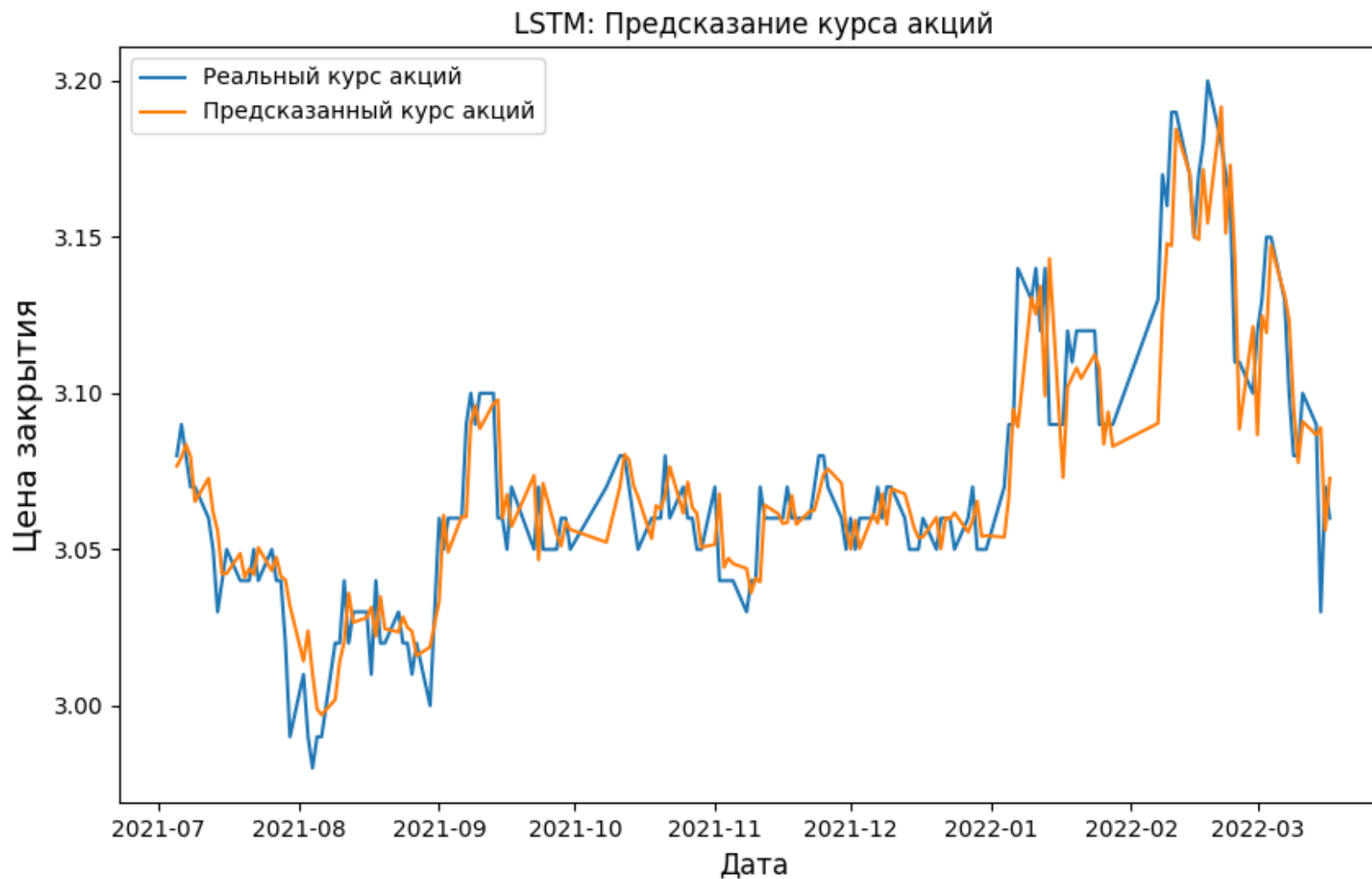
Предсказания модели ARIMA



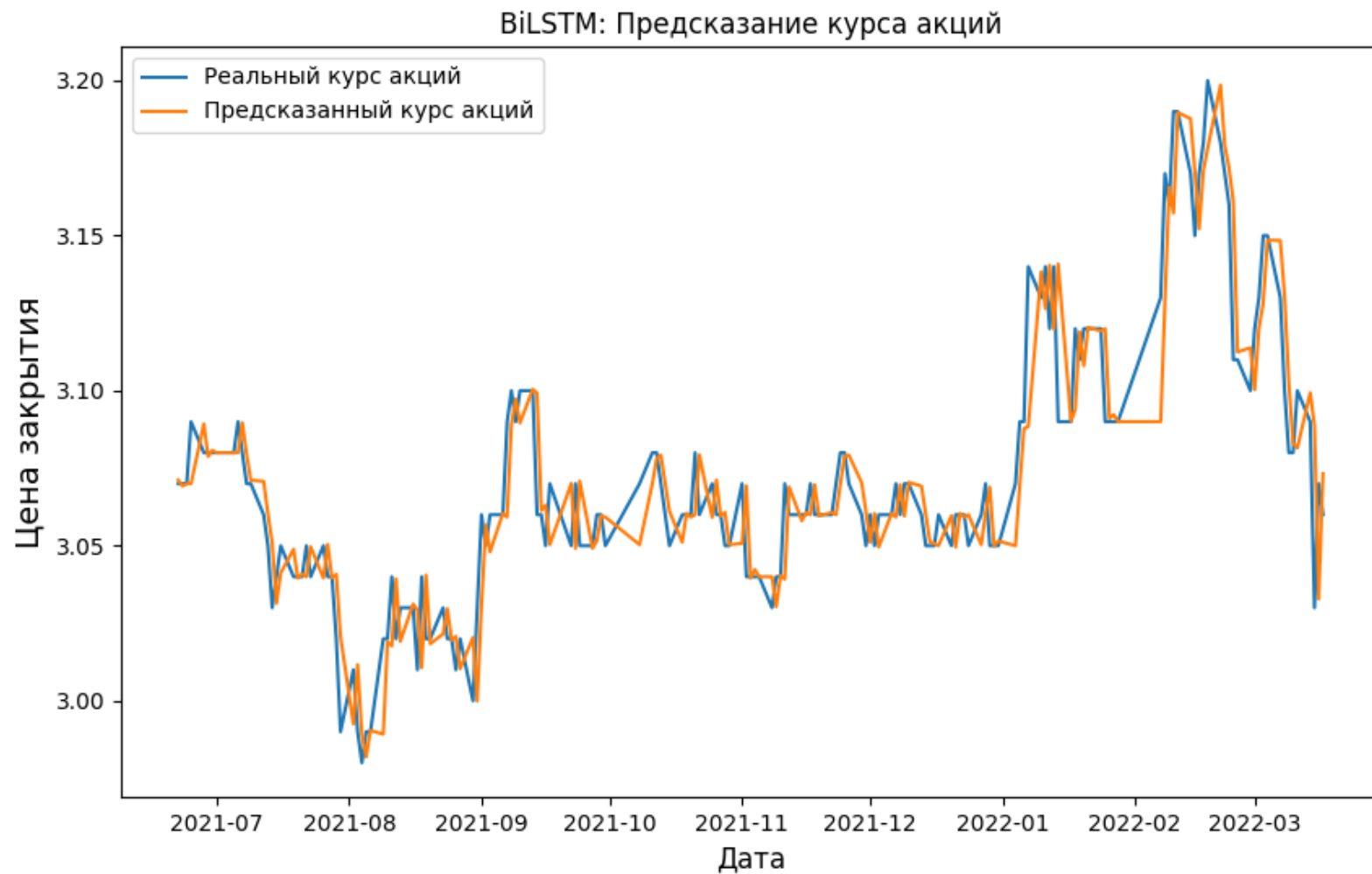
Предсказания модели ARIMA+XGBoost



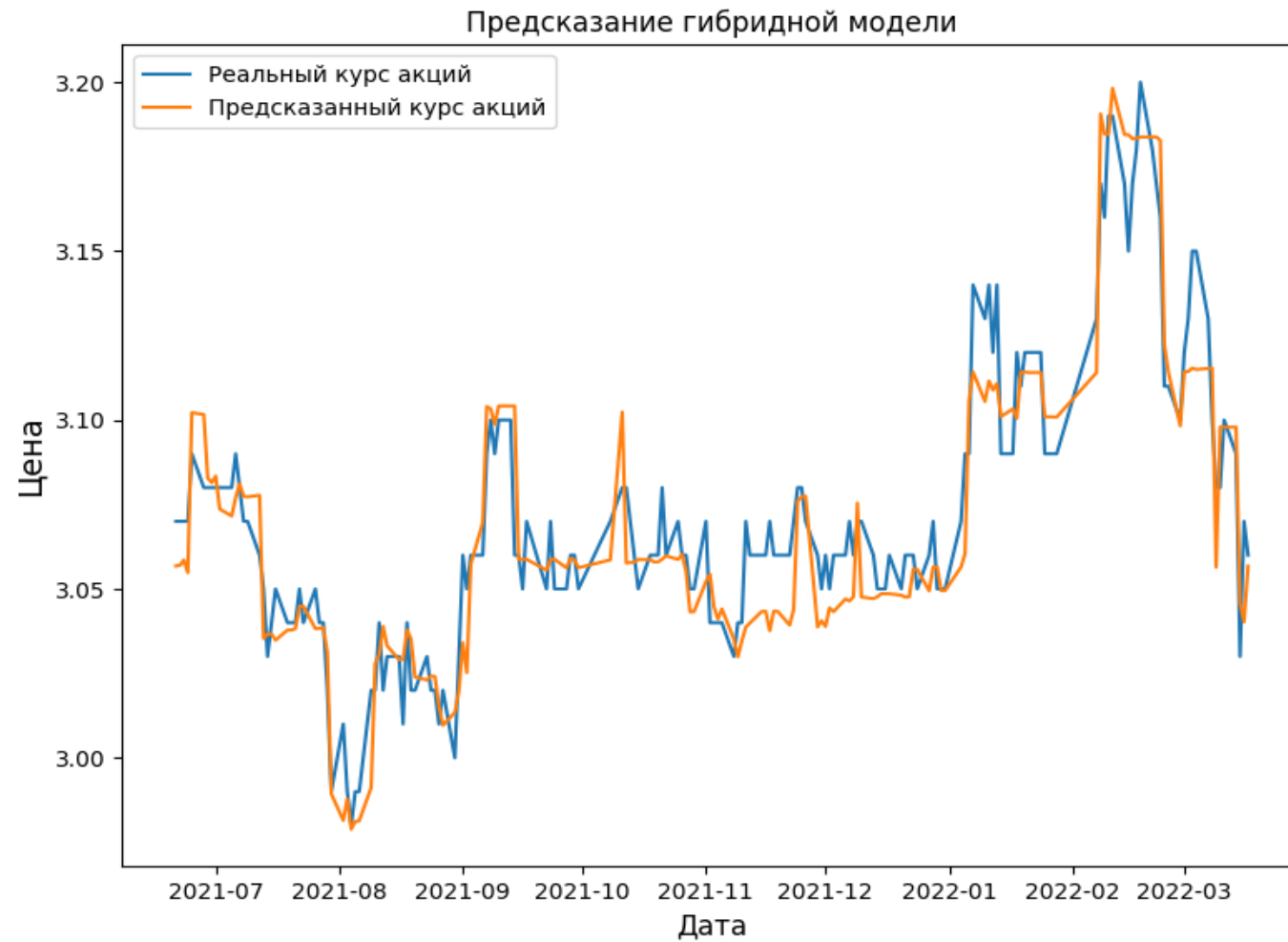
Предсказания модели LSTM



Предсказания модели BiLSTM



Предсказания комбинированной модели



Сравнение эффективности комбинаций разработанных моделей

| Предобучение | Дообучение | MSE | RMSE | MAE | R2 |
|--------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| — | — | 0.00057 | 0.02734 | 0.02368 | 0.74402 |
| — | XGBoost | 0.00031 | 0.01755 | 0.01223 | 0.82405 |
| SL-LSTM | SL-LSTM | 0.00045 | 0.02282 | 0.01960 | 0.79434 |
| ML-LSTM | ML-LSTM | 0.00031 | 0.01720 | 0.01265 | 0.82351 |
| BiLSTM | BiLSTM | 0.00027 | 0.01652 | 0.01201 | 0.84210 |
| BiLSTM | XGBoost | 0.00024 | 0.01605 | 0.01187 | 0.86301 |
| CNN-BiLSTM | XGBoost | 0.00022 | 0.01529 | 0.01145 | 0.87720 |
| ACNN-BiLSTM | XGBoost | 0.00020 | 0.01424 | 0.01126 | 0.88342 |

Заключение

На пути к достижению цели были решены следующие задачи:

- Описаны основные понятия предметной области и обозначена проблема;
- Проведен анализ существующих методов и средств прогнозирования временных рядов;
- Отобраны наиболее удовлетворяющие параметрам эффективности методы;
- Разработан комбинированный метод на основе отобранных методов;
- Разработано программное обеспечение, реализующее комбинированный метод;
- Исследована эффективность разработанного комбинированного метода.