

УДК 338.001.36

***СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ
АКЦИЙ КОМПАНИЙ СЕКТОРА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ***

Бобылев Я.С.

магистрант,

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Москва, Россия

Ростовский Н.С.

к.ф.-м.н., доцент,

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Москва, Россия

Аннотация

С развитием возобновляемых источников энергии и появлением акций данных компаний на финансовом рынке вырос интерес инвесторов к данному сектору. В данной статье рассмотрено формирование оптимальных портфелей с помощью построения динамического портфеля Марковица с заданными периодами реформирования на примере выбранных компаний ВИЭ. Спрогнозированы стоимости портфелей статистическими методами прогнозирования и оценены средние значения ошибок.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, инвестирование, доходность, методы прогнозирования.

***STATISTICAL METHODS FOR PREDICTING THE SHARE PRICE OF
RENEWABLE ENERGY COMPANIES***

Bobylev Y.S.

master's student,

*National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics
Institute)*

Moscow, Russia

Rostovskiy N.S.

PhD, Associate Professor,

*National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics
Institute)*

Moscow, Russia

Abstract

With the development of renewable energy sources and the emergence of shares of these companies in the financial market the interest of investors in this sector has increased. This article considers the formation of optimal portfolios by constructing a dynamic Markowitz portfolio with given periods of re-shaping on the example of selected renewable energy companies. The values of portfolios were predicted by statistical forecasting methods and average error values were estimated.

Keywords: renewable energy sources, investment, profitability, forecasting methods.

С появлением на финансовом рынке молодых компаний высокотехнологичных секторов мировой экономики, большинство из которых не состоят в листинге ни одной из торговых площадок, но представляющих интерес для инвестиций, возникает необходимость в оптимальном формировании портфелей из акций таких компаний и более точной оценке рисков вложений для минимизации потерь инвесторов. К данной категории

относятся компании, специализирующиеся на производстве энергии с применением возобновляемых источников, и компании, занимающиеся их обслуживанием.

В ходе работы были рассмотрены компании сектора возобновляемых источников энергии, производящие солнечную, ветряную и гидро- энергии, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Список компаний ВИЭ

| Название компании | Тикер | Страна | Вид энергетики |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|
| Adani Power | ADANIPOWER.N S | Индия | Солнечная энергия |
| Canadian Solar Inc. | CSIQ | Канада | Солнечная энергия |
| Daqo New Energy Corp. | DQ | Китай | Солнечная энергия |
| First Solar | FSLR | США | Солнечная энергия |
| JinkoSolar Holding Co., Ltd. | JKS | Китай | Солнечная энергия |
| NTPC Group | NTPC.NS | Индия | Солнечная энергия |
| SolarEdge Technologies | SEDG | Израиль, США | Солнечная энергия |
| SunPower Corporation | SPWR | США | Солнечная энергия |
| Sunrun | RUN | США | Солнечная энергия |
| Sunworks, Inc | SUNW | США | Солнечная энергия |
| Websol Energy System | WEBELSOLAR.N S | Индия | Солнечная энергия |
| Xinyi Solar Holdings | 0968.HK | Китай | Солнечная энергия |
| Clearway Energy, Inc | CWEN | США | Солнечная и ветроэнергетика |
| NextEra Energy Partners | NEP | США | Солнечная и ветроэнергетика |
| Origin Energy | ORG.AX | Австралия | Солнечная и ветроэнергетика |
| CPFL Energia SA | CPFE3.SA | Бразилия | Ветроэнергетика |
| Iberdrola | IBE.MC | Испания | Ветроэнергетика |
| KEPCO | 015760.KS | Южная Корея | Ветроэнергетика |
| MVV Energie | MVV1.DE | Германия | Ветроэнергетика |

| | | | |
|-------------------------------|---------|----------|-------------------------------------|
| Nordex | NDX1.DE | Германия | Ветроэнергетика |
| Vestas Wind Systems | VWS.DE | Дания | Ветроэнергетика |
| TransAlta | RNW.TO | Канада | Гидро- и ветроэнергетика |
| Brookfield Renewable Partners | BEP | Канада | Солнечная, гидро- и ветроэнергетика |

Изначально был проведён анализ характеристик выбранных компаний. На рис. 1а приведены для сравнения динамика цен закрытия акций компаний (Табл. 1) в логарифмическом масштабе, нормированных к стартовой дате (05.08.2015) согласно формуле:

$$R_{norm}^i(t) = \frac{R^i(t)}{R^i(1)}, \quad (1)$$

где $R^i(t)$ – цена i-го актива в день t.

Построена корреляционная матрица доходностей активов (рис. 1б).

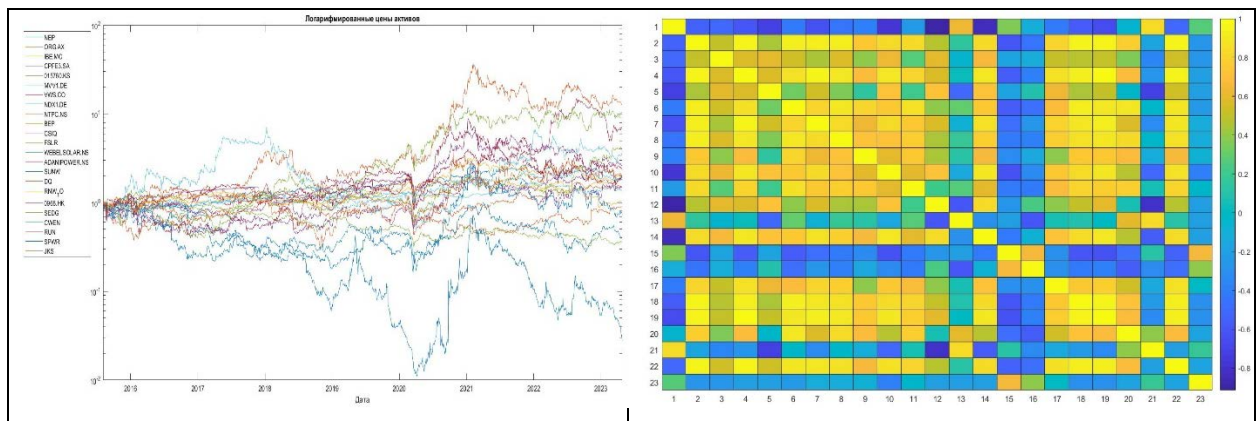


Рис. 1а. Логарифмированный график нормализованных цен активов от времени¹

Рис. 1б. Корреляционная матрица доходностей активов²

Как видно из рис. 1б, компании разделены на 2 группы:

- группа из 18 сильно коррелирующих активов, представленных в основном крупными компаниями США, Канады и Китая по производству солнечной энергии;

¹ Составлено автором

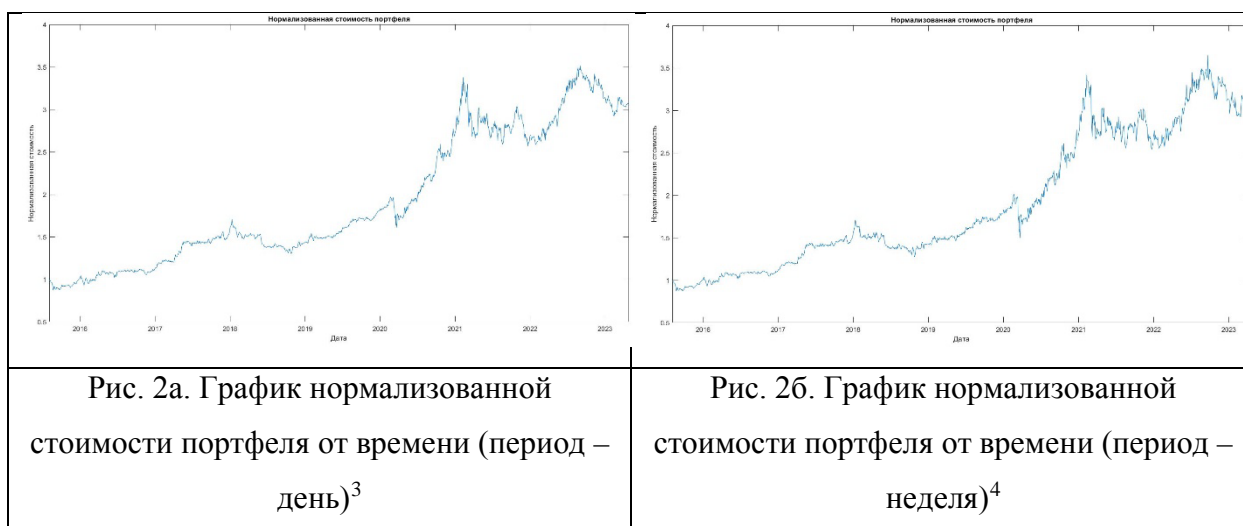
² Составлено автором

- группа из 5 активов, слабо связанных с первой группой, но коррелирующих между собой – это компании Индии, Австралии и Южной Кореи. Активы этих компаний котируются на внутренних биржах стран.

В ходе работы было произведено динамическое формирование оптимального портфеля Марковица с длинными позициями (ограничение положительности весов), который пересчитывается через равные промежутки времени.

Динамический перерасчёт и последующее формирование портфелей осуществлялся двумя вариантами: ежедневно и еженедельно. Общее формирование портфелей было произведено по историческим данным с 5 августа 2015 года по 19 апреля 2023 года с учётом того, что акции компании Sunrun начали котироваться только во второй половине 2015 года.

В результате были составлены динамические оптимальные портфели Марковица. На рисунках 2.а и 2.б изображены графики нормализованной стоимости портфеля с ежедневным и еженедельным периодами формирования соответственно.



Также в ходе работы было произведено прогнозирование доходностей построенного динамического портфеля и использованы статистические методы ARIMA и GARCH. Прогнозирование осуществлялось динамически

³ Составлено автором

⁴ Составлено автором

совместно с перерасчётом портфеля для проверки качества полученной прогнозной модели на каждом временном интервале.

Для выбора наилучшей модели ARIMA с параметрами p , d , q осуществлялся перебор вариантов параметров и последующая их оценка с помощью критериев aic и bic . Выбор модели GARCH осуществлялся аналогичным образом для параметров p и q .

Определение оптимальных параметров моделей производилось при каждом его переформировании и оценивалось качество прогноза с помощью сравнения с реальными данными. Критериями оценки качества модели являлись MAPE и RMSE.

По результатам прогнозирования с помощью перебора вариантов моделей ARIMA и моделей GARCH были рассчитаны реальные и прогнозируемые доходности, а также критерии для оценки качества моделей для двух вариантов переформирования портфеля.

В таблице 2 представлены средние значения ошибок применяемых моделей.

Таблица 2 – Средние значения ошибок

| Период переформирования | ARIMA | | GARCH | | Марковиц | |
|----------------------------|--------|---------|--------|---------|----------|---------|
| | RMSE | MAPE, % | RMSE | MAPE, % | RMSE | MAPE, % |
| Ежедневно | 0,0245 | 1,0090 | 0,0243 | 0,9998 | 0,0244 | 1,0022 |
| Еженедельно | 0,0555 | 2,0244 | 0,0547 | 1,9976 | 0,0547 | 2,0098 |

Исходя из результатов таблицы 2 можно сделать вывод о том, что все рассмотренные модели обладают ошибкой прогноза около 2%, что свидетельствует о хорошем качестве прогноза. Модели улавливают тренд временного ряда, но не учитывает резкие всплески волатильности при прогнозе, что заметно при сравнении реальных данных с прогнозными (рис. 3 и 4).

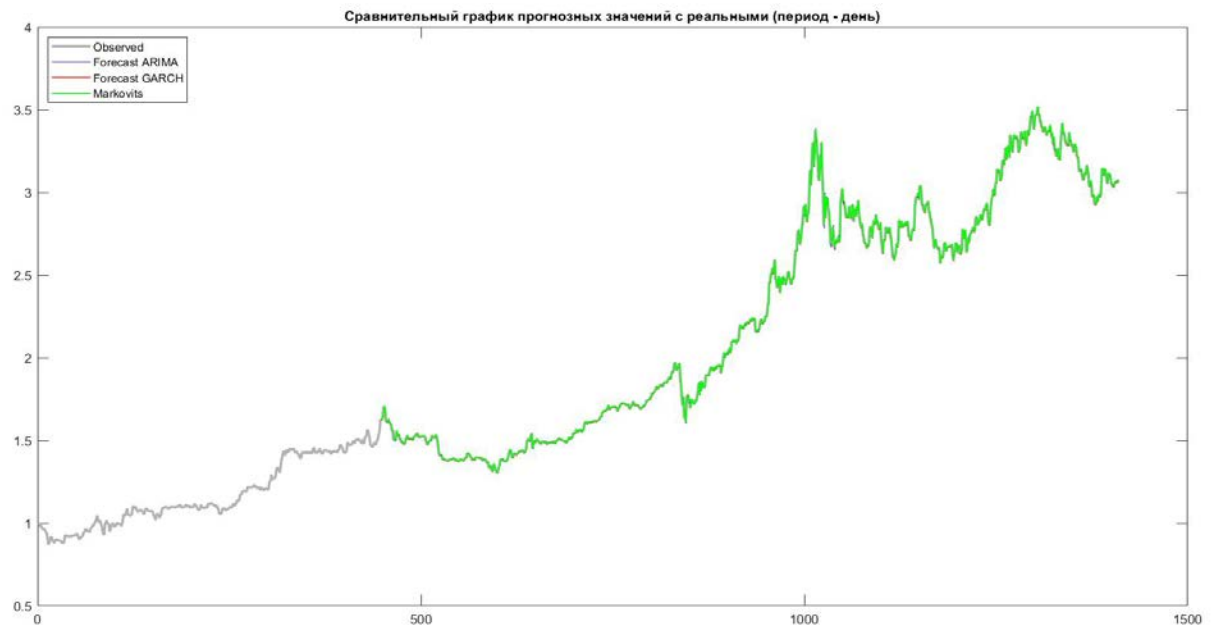


Рис. 3. График прогнозных значений (период – день)⁵

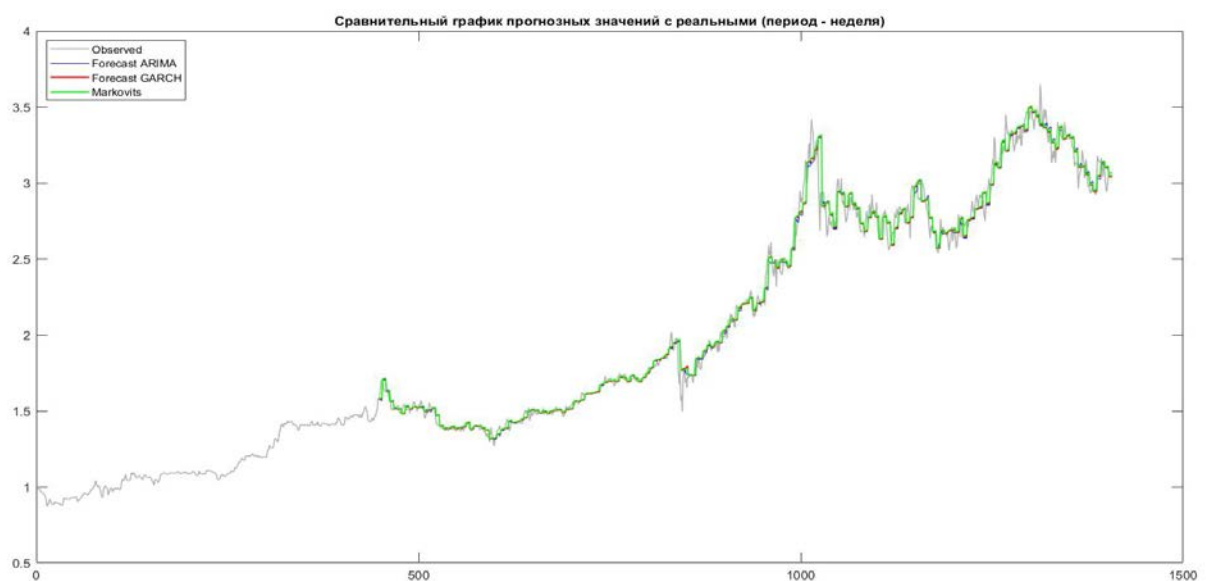


Рис. 4. График прогнозных значений (период – неделя)⁶

⁵ Составлено автором

⁶ Составлено автором

Исходя из проведённого сравнения прогнозов ежедневного и еженедельного переформирования портфеля можно сделать вывод, что ежедневный прогноз более точный и даёт наиболее приближенные прогнозные значения к реальным.

В статье были исследованы компании возобновляемых источников энергии, из акций которых были сформированы динамические портфели с двумя видами переформирования – ежедневно и еженедельно. Проведено динамическое прогнозирование стоимостей портфелей статистическими методами ARIMA и GARCH. Оценены средние значения ошибок применяемых моделей. На основании чего сделан вывод, что модели улавливают тренд временного ряда, но не учитывают резкие всплески волатильности при прогнозе.

Библиографический список:

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Том 2. — М.: Юнити-Дана, 2001. — 432 с.
2. Иванов А.П., Саркисян А.С. Риск и доходность инвестиционного портфеля. - Рынок ценных бумаг, 2004.
3. Касимов Ю.Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг. М.: Издательско-информационный дом «Филинь», 1998.
4. Шарп, У. Инвестиции: пер. с англ. / У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бэйли; пер. А.Н. Буренина, А.А. Васина. М.: ИНФРА-М, 2001.
5. Lütkepohl, H. (2004). Univariate Time Series Analysis. In H. Lütkepohl & M. Kräzig (Eds.), *Applied Time Series Econometrics* (Themes in Modern Econometrics, pp. 8-85, 197-221). Cambridge: Cambridge University Press
6. Rossi, Eduardo. (2010). Univariate GARCH models: a survey (in Russian). *Quantile*. 1-67

Оригинальность 86%