

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ**  
**Кафедра математического моделирования и анализа данных**

Аннотация к дипломной работе

**АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТОРГОВЫХ СТРАТЕГИЙ В**  
**УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ВОЛАТИЛЬНОСТИ РЫНКОВ**

**СЕРЕДА**  
Дмитрий Александрович

Научный руководитель:  
кандидат физ.-мат. наук,  
доцент кафедры ММАД  
Малюгин Владимир Ильич

## Реферат

Дипломная работа, 38 страниц, 18 рисунков, 18 таблиц, 10 источников.

Ключевые слова: ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, АНАЛИЗ ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ, МОДЕЛИ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ СОСТОЯНИЙ, МОДЕЛИ С УСЛОВНОЙ ГЕТЕРОСКЕДАСТИЧНОСТЬЮ, VALUE-AT-RISK.

*Объектом исследования* в рамках данной работы являются торговые и инвестиционные стратегии в условиях нестабильной и циклически меняющейся волатильности финансовых рынков.

*Предметом исследования* являются эконометрические модели волатильности финансовых активов и методы оптимизации торговых стратегий.

*Целью работы* является разработка алгоритмов оптимизации торговых и инвестиционных стратегий на основе методологии VaR и эконометрических моделей с условной гетероскедастичностью и переключением состояний в условиях циклической волатильности фондового рынка.

*Методы исследования* – методы теории вероятности и математической статистики, теория оптимального портфельного управления Марковица, методы многомерного анализа временных рядов.

*Результат* – для достижения указанной цели в работе решаются следующие задачи:

1) подготовка обзора литературы по применению методологии VaR в условиях циклической волатильности фондового рынка.

2) подготовка описания и оценка возможностей применения эконометрических моделей с условной гетероскедастичностью и переключением состояний с использованием методологии VaR в условиях циклической волатильности фондового рынка.

3) разработка алгоритмов, реализующих методики оценки меры риска VaR и оптимизации структуры портфеля активов на основе VaR с применением моделей с условной гетероскедастичностью и переключением состояний. Экспериментальное исследование указанных алгоритмов на реальных данных.

*Область применения* – статистический анализ временных рядов, статистический анализ финансовых рисков.

## Рэферат

Дыпломная работа, 38 старонак, 18 малюнкаў, 18 табліц, 10 крыніц.

Ключавыя словы: ЧАСОВЫЯ ПАСЛЯДОЎНАСЦІ, СТАТЫСТЫЧНЫ АНАЛІЗ, АНАЛІЗ ФІНАНСАВЫХ РЫЗЫК, МАДЭЛІ З ПЕРАКЛЮЧЭННЕМ СТАНАЎ, МАДЭЛІ З УМОЎНАЙ ГЕТЭРАСКЕДАСТЫЧНАСЦЮ, VALUE-AT-RISK.

*Аб'ектам даследавання ў межах гэтай работы з'яўляюцца гандлёвыя і інвестыцыйныя стратэгіі ва ўмовах нестабільнай і цыклічнай валацільнасці фінансавых рынкаў.*

*Прадметам даследавання з'яўляюцца эканаметрычныя мадэлі валацільнасці фінансавых актываў і метады аптымізацыі гандлёвых стратэгіяў.*

*Мэтай работы з'яўляецца распрацоўка алгарытмаў аптымізацыі гандлёвых і інвестыцыйных стратэгіяў на аснове метадалогіі VaR і эканаметрычных мадэляў з умоўнай гетэраскедастычнасцю і пераклучэннем станаў ва ўмовах цыклічнай валацільнасці фондавага рынку.*

*Метады даследавання – метады тэорыі верагоднасці і матэматычнай статыстыкі, тэорыя аптымальнага партфельнага кіравання Марковіца, метады шматмернага аналізу часовых паслядоўнасцяў.*

*Вынік – дзеля дасягнення пазначанай мэты ў рабоце вырашаюцца наступныя задачы:*

1) падрыхтоўка агляду літаратуры па прымяненні метадалогіі VaR ва ўмовах цыклічнай валацільнасці фондавага рынку.

2) падрыхтоўка апісання і ацэнка магчымасцяў прымянення эканаметрычных мадэляў з умоўнай гетэраскедастычнасцю і пераклучэннем станаў з дапамогай метадалогіі VaR ва ўмовах цыклічнай валацільнасці фондавага рынку.

3) Распрацоўка алгарытмаў, якія рэалізуюць метадыкі ацэнкі меры рызыкі VaR і аптымізацыі структуры партфеля актываў на аснове VaR з прымяненнем мадэляў з умоўнай гетэраскедастычнасцю і пераклучэннем станаў. Эксперыментальнае даследаванне пазначаных алгарытмаў на рэальных даных.

*Вобласць прымянення – статыстычны аналіз часовых паслядоўнасцяў, статыстычны аналіз фінансавых рызык.*

## **Abstract**

Graduate work, 38 pages, 18 drawings, 18 tables, 10 sources.

Key words: TIME SERIES, STATISTICAL ANALYSIS, FINANCIAL RISKS ANALYSIS, STATE SWITCHING MODELS, CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY MODELS, VALUE-AT-RISK.

*Object of research* within this work is trading and investment strategies in instable and cyclical financial markets volatility.

*Subject of research* is econometrical financial markets volatility models and trading strategies optimization models.

*Purpose of the work* is to develop algorithms for trading and investment strategies optimization based on the VaR methodology and econometrical conditional heteroskedasticity and state switching models.

*Research methods* – methods of probability theory and mathematical statistics, Markowitz theory of efficient portfolio selection, methods of multidimensional time series analysis.

*Result* – to achieve the goal of this work several tasks are solved:

1) preparation of a literature review on the application of the VaR methodology under the cyclical volatility of the stock market.

2) preparation of a description and evaluation of the possibilities of applying econometric models with conditional heteroskedasticity and state switching with the help of the VaR methodology in the conditions of cyclical volatility of the stock markets.

3) development of algorithms that implement VaR risk evaluation methods and optimization of asset portfolio structure on the basis of VaR with the use of models with conditional heteroskedasticity and state switching. Experimental study of these algorithms on real data.

*Scope* – statistical time series analysis, statistical financial risks analysis.

## Введение

В качестве основной причины крупнейших мировых финансовых кризисов ведущие аналитики называют несовершенство системы управления рисками, а также недостаточное влияние регулирующих органов.

Согласно классической теории управления финансовыми рисками, ожидаемая доходность и риск выступают в качестве основных показателей, которые используются при анализе различных финансовых активов. Количественными же мерами данных показателей являются математическое ожидание и дисперсия (стандартное отклонение). Подход, основанный на этих показателях, предложен Г. Марковицем и известен как подход «доходность-риск» (mean-variance) [1]. Волатильность характеризует амплитуду изменений доходности относительно ожидаемого значения. Очевидно, чем нестабильнее финансовый рынок, тем большая волатильность там наблюдается.

Чтобы иметь возможность грамотно управлять риском и принимать адекватные меры реагирования, очень важно иметь его количественную оценку, максимально приближенную к реальному бизнесу. Одной из таких оценок рыночного риска является Value-at-Risk (*VaR*), которая позволяет определить величину потерь при осуществлении финансовой деятельности. (*VaR*) с заданной долей вероятности оценивает максимально возможные потери, на практике величину вероятности принимают 95% или 99% в зависимости от используемой методологии [9].

Существует несколько методов подсчёта *VaR*: историческое моделирование, аналитический и метод Монте-Карло. В данной работе акцент сделан на аналитический метод, в рамках которого в вычислениях *VaR* учитывается волатильность измеряемых величин. Таким образом, в работе понятие волатильности используется в качестве ключевой составляющей количественной оценки риска *VaR*.

Основной трудностью для применения классических моделей при анализе современного фондового рынка является его значительная нестабильность: наблюдается кластерность периодов высокой и низкой волатильности. Сегодня эта проблема зачастую решается с помощью моделей с условной гетероскедастичностью (непостоянностью дисперсии). Однако практика показывает, что аномальные наблюдения, асимметрическая реакция рынков и иные эффекты реальных данных плохо описываются классическими моделями.

В главе 1 данной работы рассматривается проблематика управления финансовыми рисками на примере показателя Value-at-Risk, а также классический метод его вычисления. В главе 2 представлен обзор моделей с

условной гетероскедастичностью, а также модели условной гетероскедастичности с переключением состояний, которые позволяют лучше обрабатывать эффекты реальных данных. В главе 3 приводятся практические эксперименты построения VaR с использованием моделей с переключением состояний на основе ведущих финансовых индексов, также проведен сравнительный анализ с классическими методами и выявлены сильные и слабые стороны.