

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

УДК 004.89:33.061

*На правах рукописи*

ШАЛОШИК  
Алексей Игоревич

**ИНТЕРАКТИВНАЯ ВЕБ-СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ПРИ ТОРГОВЛЕ ОПЦИОНАМИ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени  
магистра экономических наук

по специальности 1-25 80 08 – Математические и инструментальные методы  
экономики

Минск 2017

Работа выполнена на кафедре экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **ПОТТОСИНА Светлана Анатольевна**,  
кандидат физико-математических наук, доцент  
кафедры экономической информатики учреждения  
образования «Белорусский государственный  
университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **НОВИКОВ Василий Александрович**,  
кандидат технических наук, доцент кафедры эконо-  
мической информатики учреждения образова-  
ния «Белорусский государственный универси-  
тет»

Защита диссертации состоится «26» января 2017 г. года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

**СОГЛАСОВАНО**

Научный руководитель  
канд. физ.-мат. наук, доцент

С.А. Поттосина

## ВВЕДЕНИЕ

Рынок ценных бумаг является важнейшим источником развития экономики, стимулирования промышленного подъема, преодоления инвестиционного кризиса. За последние десятилетия он продолжает расти и развиваться на основе расширения и усложнения операций, эволюции отдельных структурных элементов.

Возросшая конкуренция биржевого и внебиржевого секторов послужила дополнительным стимулом к развитию рынка производных инструментов. Создание наряду со стандартными биржевыми контрактами рынка внебиржевых контрактов с индивидуальными условиями существенно расширило возможности участников рынка по страхованию рисков.

Наиболее распространенными видами деривативов являются опционы (дающие обладателю право продать или купить определенный актив или базовый инструмент), свопы (соглашения об обмене финансовыми инструментами на время), фьючерсы (контракты на будущую поставку активов по оговоренной цене) и форварды (в основном, внебиржевые контракты на будущую поставку активов по оговоренной цене).

Вместе с тем, сложность и изменчивость инвестиционной среды и открывающиеся в ней новые возможности требуют от инвесторов применения более совершенных и точных способов анализа при выборе инвестиционных инструментов для своих портфелей.

Динамизм внешней среды повышает вероятность принятия неоптимальных управленческих решений из-за недостатка времени. Поскольку процесс принятия инвестиционных решений является в большой степени творческим процессом, то на разных его этапах инвестору необходимо опираться на аналитически обработанную информацию и имитационные модели, уменьшающие вероятность ошибок.

Неопределенность в процессах принятия решений повышает роль прогнозных моделей. Моделирование бизнес-процессов открывает возможности анализа их последствий на стадии проектирования и, тем самым, снижает риск необоснованных затрат.

При принятии инвестиционных решений необходимо тщательно изучать экономические условия и проводить оценку движения цен на рынке, уровня доходности и риски.

В связи с все возрастающими объемами хранимых данных, так и с все возрастающей сложностью решаемых задач, встает вопрос автоматической обработки данных, в том числе и в поиске закономерностей, как по существующим фильтрам, так и абсолютно новым.

Именно на этот процесс работы с информацией и направлены информационные технологии поддержки принятия инвестиционных решений и, как следствие, повышение качества принимаемых решений доказывает актуальность темы.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Эффективным средством решения задач управления торговлей на фондовом рынке являются автоматизированные системы поддержки принятия решений. В таких системах формирование, анализ и принятие решений производится человеком во взаимодействии с системой, осуществляющей обработку значительных объемов объективной и субъективной разноплановой информации, для ее использования в нужном контексте.

Вопросы создания системы принятия решений, адаптирующейся к динамично изменяющемуся рынку, особенно актуальны для участников фондового рынка вследствие глобальности его характера и динамичности изменения тенденций движения цен на торгуемые инструменты. Важной чертой системы должна стать способность выбирать наилучшие алгоритмы работы, те стратегии торговли, которые хорошо работают в данный момент времени.

В связи с вышесказанным, актуальной является разработка и совершенствование развитой системы поддержки принятия инвестиционных решений, которые дают возможность наиболее эффективно определить направления вложений свободных денежных средств инвесторов на фондовом рынке и в значительной степени снизить присущие им риски.

### **Степень разработанности проблемы**

Темы разработки алгоритмов принятия решений более полно освещены западными исследователями, поскольку рынки США и Западной Европы насчитывают многолетнюю историю.

Вопросы построения алгоритмов принятия решений на финансовых рынках были затронуты в трудах Р. Колби, Дж. Каца, Д. Маккормика, Э. Наймана, Т. Демарка, Дж. Швагера, Р. Винса, Дж. Бернстайна, А. Элдера, С. Акелиса, С. Булашева, В. Сафина, А. Каленковича, Ю. Чебытарева, В. Твардовского.

Однако используемые в данный момент системы принятия решений при торговле на фондовых рынках не обладают достаточной гибкостью и поэтому не всегда являются эффективными в течение продолжительного периода времени.

Предложенное исследование направлено на устранение этого недостатка на основе применения машинного обучения при построении торговой системы.

### **Цель и задачи исследования**

Целью работы является разработка интерактивной веб-системы принятия решений при торговле опционами на фондовом рынке, основанная на методике построения торговой системы с использованием машинного обучения.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

1. Провести обзор и анализ существующих методов прогнозирования и принятия решений при торговле опционами на фондовом рынке.
2. Разработать методику построения и тестирования опционной торговой системы на основе технического анализа с использованием машинного обучения.
3. Разработать интерактивную веб-систему принятия решения при торговле опционами на фондовом рынке.

### **Область исследования**

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-25 80 08 «Математические и инструментальные методы экономики».

### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли труды отечественных и зарубежных авторов в области экономической теории, технического анализа фондовых рынков, теории принятия решений и автоматизации торговли на финансовых рынках.

При решении задач исследования использовались методы оптимизации, математической статистики в среде *RStudio*.

*Информационная база* исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

### **Научная новизна**

*Научная новизна* и значимость полученных результатов работы заключается в разработке интерактивной веб-системы принятия решений при торговле опционами на фондовом рынке, способная обеспечить инвестиционный доход, на основе использования алгоритма построения торговой системы с использованием машинного обучения.

*Теоретическая значимость* работы заключается в детальном анализе методов технического анализа, методов принятия решений, алгоритмов построения опционной торговой системы.

*Практическая значимость* диссертации состоит в возможности применения разработанной интерактивной веб-системы для принятия решений при торговле на фондовом рынке.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Результат анализа существующих методов принятия решений, позволяющий обосновать необходимость разработки интерактивной веб-системы принятия решений при торговле опционами.

2. Методика построения и тестирования торговой системы, основанная на применении машинного обучения с использованием технического анализа, позволяющая повысить эффективность построения торговых систем.

3. Интерактивная веб-система принятия решений, основанная на предложенной методике построения торговой системы, позволяющая повысить эффективность принимаемых решений по торговым операциям с опционами.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследования представлены на научно–практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки». Новосибирск, 2016 г., а также на научно–практической конференции «Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования». Новосибирск, 2016 г.

### **Публикации**

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в 2 печатных работах. Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 10 страниц.

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

**В первой главе** проведен обзор и анализ существующих методов принятия решений на фондовом рынке, проблемы прогнозирования, особенности торговых операций с опционами, а также рассмотрены существующие информационные системы поддержки принятых решений.

**Во второй главе** представлена разработанная методика построения опционной торговой системы на основе применения машинного обучения, рассмотрены показатели оценки эффективности торговых систем, а также проведен анализ построенных моделей торговых систем.

**В третьей главе** представлена интерактивная веб-система принятия решений при торговле опционами на фондовом рынке, на основе современных информационных технологий.

**В приложении** представлены публикации автора.

Общий объем диссертационной работы составляет 92 страницы. Из них 61 страниц основного текста, 28 иллюстраций на 6 страницах, 11 таблиц на 3 страницах, библиографический список из 50 наименований на 3 страницах, список собственных публикаций соискателя из 2 наименований на 1 странице, 2 приложений на 18 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы принятия решений на фондовом рынке, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертации.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В **первой главе** рассматриваются общие теоретические сведения об методах прогнозирования и принятия решений на рынке ценных бумаг. Приводится классификация методов принятия решений (таблица 1).

Рассмотрены основные этапы решения задачи прогнозирования рынка ценных бумаг. Выделены основные проблемы прогнозирования. Определены два важных фактора проблемы прогнозирования – возможности и интерес людей. В идеале, историческая информация анализируется автоматически, и прогноз предоставляется аналитику для возможной модификации.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов прогнозирования развития рынка ценных бумаг

Название метода	Исходная информационная база	Способы и приёмы осуществления	Форма конечного результата
Экспертный	Личные мнения экспертов, коллективная экспертная оценка	Опрос, интервью, анкетирование	Экспертная оценка
Аналитический	Сведения СМИ, ФКЦБ	Сравнительный анализ	Аналитические расчеты
Исторической аналогии	Исторические сведения	Установление аналогий	Сценарий развития рынка ценных бумаг
Экономико–математическое моделирование	Данные фундаментального анализа	Расчет экономико–математических зависимостей	Модель
Статистический	Данные статистической отчетности	Расчет индексов, корреляции, регрессии, дисперсии, вариации, ковариации	Фондовые индексы, корреляционно-регрессионная зависимость
Графический	Данные технического анализа	Построение графиков	Тренды
Программно–целевой	Данные органов статистики, экспертов, аналитиков о состоянии рынка ценных бумаг	Определение цели, построение дерева целей и дерева ресурсов	Программа

Рассмотрена торговая система, как система принятий решений. Выделена классификация торговых систем. Отмечено, что торговая система является одним из наиболее важных факторов успешной работы на фондовом рынке, ведь без четко продуманного плана невозможно долгое время осуществлять удачные сделки.

Достоинством работы с применением торговой системы является полная ее автоматизация, то есть торговля без непосредственного участия трейдера. Это дает такие преимущества, как:

- исключение субъективных факторов – эмоций и психологии;
- освобождение от рутинного анализа рыночных ситуаций, в результате высвобождается время для поиска новых эффективных торговых идей;
- возможность всестороннего исследования ТС на исторических данных.

Рассмотрены и описаны основные принципы построения торговых систем, представленные на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Основные принципы построения торговой системы**

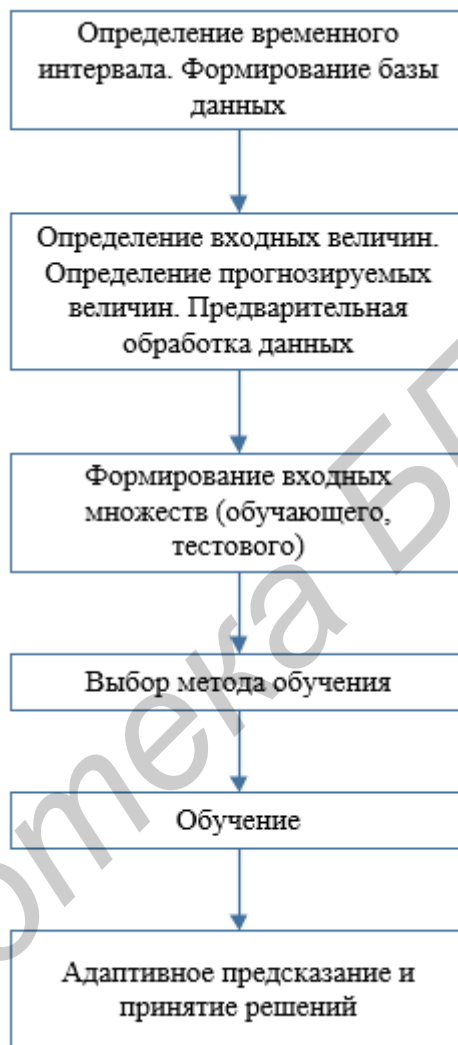
Рассмотрены основные аксиомы и метода технического анализа. В целом технический анализ имеет несколько основных преимуществ. Во-первых, хотя фундаментальный анализ и позволяет оценить соотношение спроса и предложения, показатели экономической статистики, определить отношение цены акции к прибыли компании и т.д., в нем отсутствует психологический компонент, столь необходимый для адекватной оценки рыночной ситуации. Технический анализ – единственное средство измерить этот «иррациональный» (эмоциональный) компонент, обязательно присутствующий на каждом рынке.

Определены ряд факторов, которые препятствуют построению прибыльной опционной торговой системы. В свою очередь, суть проблемы заключается в том, что при использовании технического анализа при построении опционной торговой системы многие аналитики, трейдеры и спекулянты анализируют именно график, либо значения технических индикаторов, забывая, что нужно анализировать не график, а рынок с помощью графика.



**Во второй главе** представлена разработанная методика построения опционной торговой системы с применением машинного обучения.

Типичная последовательность действий при решении задачи прогнозирования финансовых показателей с помощью машинного обучения представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Блок-схема технологического цикла предсказаний рыночного поведения на основе машинного обучения**

На исторических данных была выполнена разметка, в каких местах следует покупать, в каких продавать, в каких ожидать покупки (рисунок 3).

Моделирование торговли на исторических данных с построенным на их основе МРР приносит максимальную прибыль с учетом ограничения – реагирование только на ход, покрывающий не менее определенного количества пунктов, в нашем примере 20 (рисунок 3). Стрелками на рисунке отмечены моменты, в соответствии с сигналами МРР потенциально пригодные для торговли (покупки колл-опциона и покупки пут-опциона соответственно).

На исторических данных моделирование торговли показывает максимальную прибыль, однако у «правого края» графика невозможно продлевать

MPP, поскольку цены будущих периодов неизвестны. Однако сигналы MPP были использованы как правила обучения.

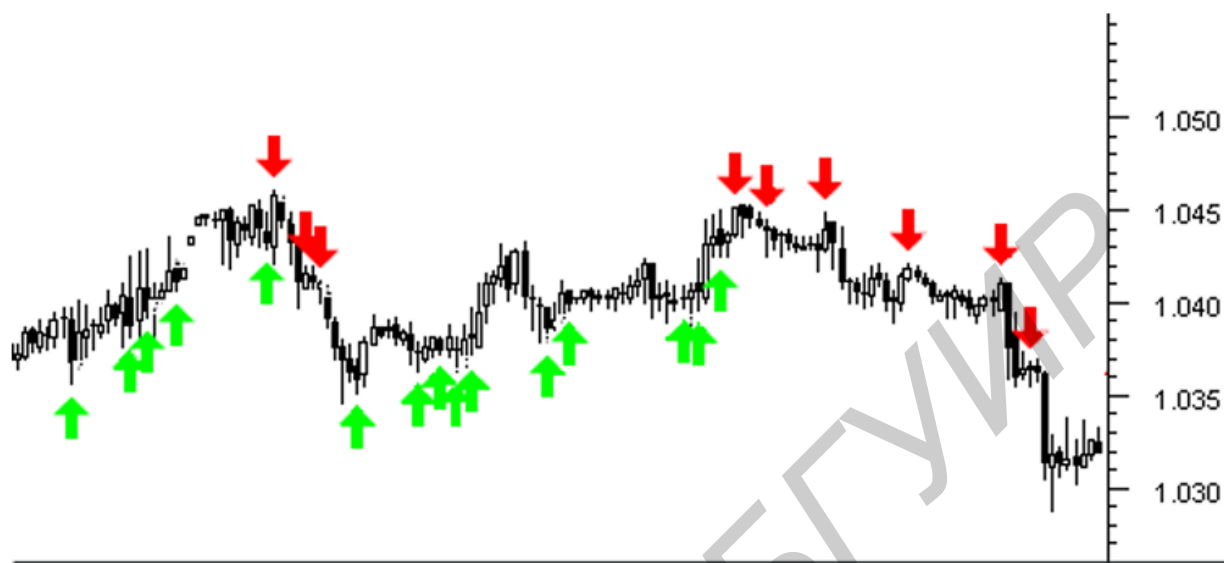


Рисунок 3 – График динамики курса евро/доллар (вверху), сигналы MPP

Из множества индикаторов ТА для обучающей выборки были отобраны следующие:

- MA (5,10,15,50,100);
- CCI-Standard;
- RSI (14,21,28,56);
- EMA (21,28).

При моделировании использовался один из наиболее популярных алгоритмов машинного обучения случайный лес, которое позволяет моделировать данные с сильным шумом, легко выделять не линейные тренды и находить взаимосвязь между данными.

Для каждой модели были получены результаты ошибок на тестируемой выборке. Если актуальные значения совпадали с предсказанными для покупки «колл»-, «пут»-опционов, то имеем положительный результат (прибыль). Если предсказанное значение является противоположным по направлению опционом, то инвестор получит убыток.

При предсказании значения 0 (не торговать) – стратегия не принесла инвестору ни положительных ни отрицательных результатов.

По результатам тестирования моделей на обучающей выборке можно сделать следующие выводы. Полученные модели имеют высокий показатель точности прогнозов. Также при повышении уровня хода цены уменьшается ошибка сигналов торговой системы. Для получения лучших стратегий параметры построения необходимо подбирать оптимизационными методами.

Было отмечено, что принятие решение о совершении сделок делегируется алгоритмам торговой системы, стоит проводить оценку эффективности, с помощью которой можно сравнивать существующие торговые системы, проводить мониторинг используемого решения, а также вовремя отказываться от торговой системы, если она приводит трейдера к убыткам.

После определения результатов предсказания и определения влияния ошибок были рассчитаны показатели эффективности торговых систем.

В целом были получены положительные результаты, представленные на рисунке 4.

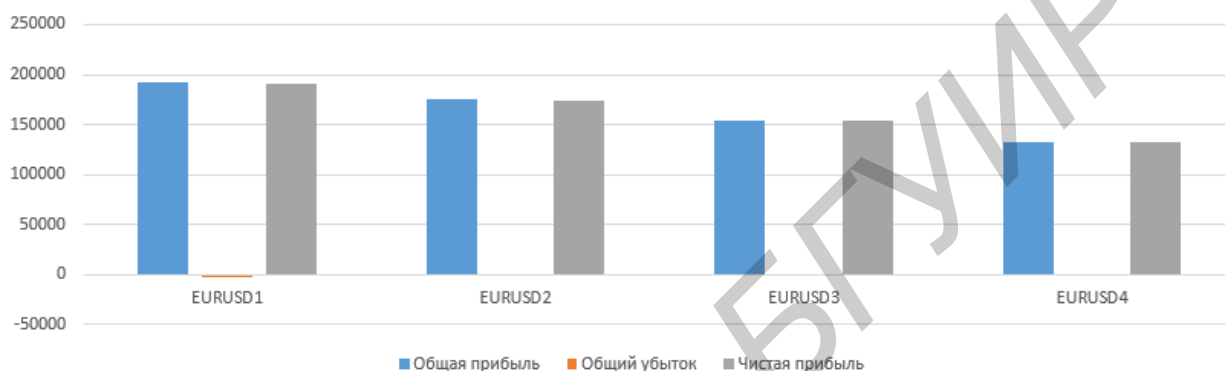


Рисунок 4 – График зависимости прибыли от используемой торговой системы

Результаты применения машинного обучения для решения задачи построения опционной торговой системы показали, что система может быть обучена так, чтобы выполнять анализ валютных рынков на начальном уровне и выдавать сигналы на различные рыночные действия.

В третьей главе представлены результаты компьютерного моделирования. Были описаны требования и реализована интерактивная веб-система принятия решений при торговле опционами на фондовом рынке.

В системе были реализованы следующие модули:

1. Модуль сбора первичной информации о рынке.
2. Модуль построения торговой системы.
3. Модуль тестирования эффективности.
4. Модуль поддержки принятия решений.

Каждый из шагов представляет собой удобное редактирование параметров, а также как можно меньше вовлеченность пользователя в методику построения опционной торговой системы.

Модуль тестирования эффективности торговой системы обеспечивает возможность проводить проверку торговой системы на исторической базе данных системы (рисунок 5).

Отчет эффективности торговой системы: EURUSD1	
Количество сделок	2959
Количество прибыльных сделок	2858
Количество убыточных сделок	101
Общий убыток	-826.3
Общая прибыль	175494.6
Чистая прибыль	174668.3
Средний результат прибыльности сделки	61.40
Средний результат от сделки	59.02
Профит-фактор	212.38
Закреть	

**Рисунок 5 – Отчет эффективности построенной торговой системы**

Результатом построения является аналитический отчет об ошибках прогнозирования для последующего принятия решения об использовании построенной торговой системы на реальном рынке.

Модуль поддержки принятия решений генерирует сигналы, на основе текущей рыночной ситуации, которые можно рассматривать как непосредственные приказы на торговлю через интерфейс пользователя – посредством сообщений. Для генерации сигналов используются ранее построенные и сохранённые торговые системы.

Благодаря такому подходу к организации диалога, пользователь освобождается от необходимости следить за рынком, а сосредоточиться на проектировании и разработке новых торговых систем. По мнению экспертов, такой подход к организации торговли на финансовых рынках является оптимальным.

Таким образом, интерактивная веб-система позволяет построить торговую систему, которая может применяться на реальном рынке. Сигналы торговой системы могут использоваться при принятии решений при торговле опционами на фондовом рынке.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Выполнен анализ существующих методов принятия решений, позволяющий обосновать необходимость разработки интерактивной веб-системы принятия решений при торговле опционами.

2. Разработана методика построения и тестирования торговой системы, основанная на применении машинного обучения с использованием технического анализа, позволяющая повысить эффективность построения торговых систем [1, 2].

3. Разработана интерактивная веб-система принятия решений при торговле опционами на фондовом рынке, основанная на предложенной методике построения торговых систем, позволяющая повысить эффективность принимаемых решений по торговым операциям с опционами.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### *Статьи в сборниках научных трудов*

1. Применение машинного обучения на примере моделирования торговой системы для операций с опционами / А.И. Шалошик // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки: сб. ст. по мат. XLVIII междунар. студ. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд. "СибАК". №11, 2016 – 214-220.

2. Показатели эффективности торговой системы на рынке опционов / А.И. Шалошик // Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. XI междунар. студ. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд. "СибАК". №8, 2016. – 754-759.

**РЭЗІЮМЭ**  
**Шалошык Аляксей Ігаравіч**  
**Інтэрактыўная вэб-сістэма прыняцця рашэнняў пры гандлі апцыёнамі**  
**на фондавым рынку**

**Ключавыя словы:** гандлёвая сістэма, машыннае навучанне.

**Мэта працы:** распрацоўка інтэрактыўнай вэб-сістэмы падтрымкі прыняцця рашэнняў пры гандлі апцыёнамі на фондавым рынку, заснаваная на алгарытме разбудовы гандлёвай сістэмы з выкарыстаннем машыннага навучання.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** выкананы аналіз існуючых метадаў прыняцця рашэнняў, дазваляючы абгрунтаваць неабходнасць распрацоўкі інтэрактыўнай вэб-сістэмы прыняцця рашэнняў пры гандлі апцыёнамі; распрацаваны алгарытм пабудовы гандлёвай сістэмы, заснаваны на ўжыванні машыннага навучання з выкарыстаннем тэхнічнага аналізу, які дазваляе павысіць эфектыўнасць пабудовы гандлёвых сістэм; распрацавана інтэрактыўная вэб-сістэма прыняцця рашэнняў пры гандлі апцыёнамі на фондавым, заснаваная на прапанаваным алгарытме разбудовы гандлёвай сістэмы, дазваляюць ляжучая павысіць эфектыўнасць прымаемых рашэнняў па гандлёвых аперацыях з апцыёнамі.

**Вобласць ужывання:** фондавы рынак.

## РЕЗЮМЕ

Шалошик Алексей Игоревич

### Интерактивная веб-система принятия решений при торговле опционами на фондовом рынке

**Ключевые слова:** торговая система, машинное обучение.

**Цель работы:** разработка интерактивной веб-системы поддержки принятия решений при торговле опционами на фондовом рынке, основанная на алгоритме построения торговой системы с использованием машинного обучения.

**Полученные результаты и их новизна:** выполнен анализ существующих методов принятия решений, позволяющий обосновать необходимость разработки интерактивной веб-системы принятия решений при торговле опционами; разработана методика построения торговой системы, основанная на применении машинного обучения с использованием технического анализа, позволяющая повысить эффективность построения торговых систем; разработана интерактивная веб-система принятия решений при торговле опционами на фондовом, основанная на предложенной методике построения торговой системы, позволяющая повысить эффективность принимаемых решений по торговым операциям с опционами.

**Область применения:** фондовый рынок.

## SUMMARY

**Shaloshik Aleksey Igorevich**

### **Interactive web-based decision support system in options trading on the stock market**

**Keywords:** trading system, machine learning.

**The object of study:** the development of an interactive decision support web-based system with options trading on the stock market, based on the trading system algorithm in the structure using machine learning.

**The results and novelty:** the analysis of existing methods of decision-making, to substantiate the need for the development of interactive web-based system of decision-making at options trading; developed a method of building a trading system based on the use of machine learning with the use of technical analysis, which allows to increase the effectiveness of building trading systems; developed an interactive web-based decision making in options trading on the stock, based on the proposed method of building a trading system that allows you to increase the effectiveness of the decisions from trading with options.

**Sphere of application:** stock market.