



**НАУЧНАЯ СТАТЬЯ**

УДК 336.76.066

Дата поступления: 28.03.2021  
после рецензирования: 25.04.2021  
принятия: 27.08.2021

**Модификация методов длинной торговли волатильностью на базе дельта-нейтральной стратегии**

**А.П. Плотников**

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
г. Саратов, Российская Федерация  
E-mail: arcd1@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2625-9104>

**В.П. Глазков**

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
г. Саратов, Российская Федерация  
E-mail: glazkovvp@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3642-9365>

**Р.А. Шишлов**

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
г. Саратов, Российская Федерация  
E-mail: romanshishlov@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0999-9821>

**Аннотация:** Дельта-нейтральные торговые стратегии для торговли волатильностью позволяют извлекать прибыль независимо от направления изменения цены базового актива. Несмотря на свою популярность и высокую эффективность, они, как правило, производятся вручную, что делает их менее системными и уязвимыми перед негативным влиянием человеческого фактора (эмоции, запоздалость действий, ошибочное выставление заявок и т. п.). В статье предложена унифицированная дельта-нейтральная стратегия с учетом нескольких параметров для длинной торговли волатильностью посредством сделок с базовыми активами (фьючерсами или акциями) и опционами на указанные базовые активы, что создает предпосылки для ее автоматизации. Применение стратегии способствует увеличению ликвидности торгуемых на бирже инвестиционных активов, увеличивает поступление налогов, биржевых сборов и комиссий, что приносит большую социально-экономическую пользу. Автоматизация стратегии значительно упрощает расчеты, повышает скорость принятия решений и способна значительно увеличить количество сделок, совершаемых на финансовых рынках. Кроме того, автоматический расчет оптимальных значений параметров метода способен внести существенный вклад в теоретические исследования модификаций методов торговли волатильностью.

**Ключевые слова:** трейдинг; волатильность; рыночно-нейтральная стратегия; дельта-нейтральная стратегия; фьючерс; акция; автоматизация; торговый робот; автоматическая торговая система.

**Цитирование.** Плотников А.П., Глазков В.П., Шишлов Р.А. Модификация методов длинной торговли волатильностью на базе дельта-нейтральной стратегии // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12, № 3. С. 70–79. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-3-70-79>.

**Информация о конфликте интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Плотников А.П., Глазков В.П., Шишлов Р.А., 2021

*Аркадий Петрович Плотников* – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономическая безопасность и управление инновациями», Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, 410054, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Политехническая, 77.

*Виктор Петрович Глазков* – доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладные информационные технологии», Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, 410054, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Политехническая, 77.

*Роман Андреевич Шишлов* – соискатель, Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, 410054, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Политехническая, 77.

**SCIENTIFIC ARTICLE**

Submitted: 28.03.2021

Revised: 25.04.2021

Accepted: 27.08.2021

**Modification of long-term volatility trading methods based on a delta-neutral strategy**

**A.P. Plotnikov**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russian Federation  
E-mail: arcd1@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2625-9104>

**V.P. Glazkov**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russian Federation  
E-mail: glazkovvp@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0002-3642-9365>

**R.A. Shishlov**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russian Federation  
E-mail: romanshishlov@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0999-9821>

**Abstract:** Delta-neutral trading strategies for trading volatility allow you to make a profit regardless of the direction of change in the price of the underlying asset. Despite their popularity and high efficiency, they are usually made manually, which makes them less systematic and vulnerable to the negative influence of the human factor (emotions, late actions, erroneous submission of applications, etc.). The article proposes a unified delta-neutral strategy, taking into account several parameters for long-term volatility trading through transactions with underlying assets (futures or stocks) and options on these underlying assets, which creates prerequisites for its automation. The use of the strategy helps to increase the liquidity of investment assets traded on the exchange, increases the receipt of taxes, exchange fees and commissions, which brings great socio-economic benefits. Automation of the strategy significantly simplifies calculations, increases the speed of decision-making and can significantly increase the number of transactions made in the financial markets. In addition, the automatic calculation of the optimal values of the method parameters can make a significant contribution to the theoretical research of the modifications of the volatility trading methods.

**Key words:** trading; speculation; market-neutral strategy; delta-neutral strategy; futures; stock; automation; trading robot; automatic trading system.

**Citation.** Plotnikov A.P., Glazkov V.P., Shishlov R.A. Modification of long-term volatility trading methods based on a delta-neutral strategy. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2021, vol. 12, no. 3. pp. 70–79. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-3-70-79>. (In Russ.)

**Information on the conflict of interest:** authors declare no conflict of interest.

© Plotnikov A.P., Glazkov V.P., Shishlov R.A., 2021

*Arkadiy P. Plotnikov* – Doctor of Economics, professor of the Department of Economic Security and Innovation Management, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 77, Polytechnicheskaya Street, Saratov, 410054, Russian Federation.

*Victor P. Glazkov* – Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Applied Information Technologies, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 77, Polytechnicheskaya Street, Saratov, 410054, Russian Federation.

*Roman A. Shishlov* – PhD student, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 77, Polytechnicheskaya Street, Saratov, 410054, Russian Federation.

**Введение**

Торговля волатильностью (ее покупка и продажа), которая осуществляется с помощью серий сделок с базовыми активами и опционами на них, была изобретена, описана и начала применяться еще в XX веке. В ее основе лежит принцип, согласно которому сделки с равным количеством опционов и их базовых активов (например, опционов на фьючерсы и самими фьючерсами) не всегда приводят к одинаковым финансовым результатам [1]. Несмотря на то что существует множество различных

стратегий торговли волатильностью, в настоящей статье остановимся только на открытии и закрытии длинных позиций по волатильности. Наиболее удобным способом открытия длинной позиции, т. е. покупки, волатильности выбранного финансового инструмента является открытие длинной (короткой) позиции по базовому активу (например, фьючерсу или акции) и покупка опционов колл (пут) в количестве необходимом для поддержания дельта-нейтральной позиции на этот базовый актив. При дальнейшем изменении цены базового актива изменяется значение дельты, а следовательно, для восстановления дельта-нейтральной позиции требуется другое соотношение открытых позиций по базовому активу и опционам на него [2]. Стратегия предполагает систематическое восстановление рыночно-нейтральных позиций, при изменении значений дельты. Указанное восстановление обозначается термином «рехеджирование» и достигается путем открытия или закрытия позиций по финансовому инструменту или опционам на тот же базовый актив [1; 3]. Кроме рехеджирования существует другой способ фиксации прибыли или убытка при длинной торговле волатильностью: полное закрытие всех позиций по базовому активу и опционам на этот базовый актив. Указанный способ целесообразно применять в случае, когда до экспирации опциона остается мало времени или когда цена базового актива отклоняется от своего математического ожидания настолько сильно, что дальнейший возврат дельты, принявшей свое крайнее значения (0 или 1), к своему математическому ожиданию в разумные сроки становится маловероятным. При длинной торговле волатильностью необходимо следить за ее динамикой, т. к. при совершении указанных операций по рехеджированию или полном закрытии всех позиций прибыль будет наблюдаться только при росте волатильности, а при ее снижении стратегия будет приносить убытки. Таким образом, если в моменты роста волатильности финансового инструмента систематически восстанавливать рыночно-нейтральную позицию посредством рехеджирования или полного закрытия всех позиций, можно извлекать прибыль от таких операций. Чтобы совершать длинную торговлю волатильностью в период ее роста, а не падения, целесообразно отслеживать текущее значение подразумеваемой волатильности (IV), которое в момент покупки волатильности должно быть достаточно низким, а в момент продажи волатильности – достаточно высоким. Указанные операции представляют собой длинную торговлю волатильностью, т. е. покупку и последующую продажу IV. Несмотря на то, что торговля IV давно применяется на практике, она, как правило, производится вручную, что делает ее менее системной и уязвимой перед негативным влиянием человеческого фактора (эмоции, запоздалость действий, ошибочное выставление заявок и т. п.). Все это определяет актуальность четкой формулировки эффективной стратегии для длинной торговли IV, подбору параметров, способствующих достижению стратегией максимальной результативности и ее автоматизации. Отсюда цель статьи можно сформулировать следующим образом: модифицировать методы длинной торговли волатильностью на основе разработки унифицированной дельта-нейтральной стратегии с учетом нескольких параметров.

### **Ход исследования**

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать унифицированную дельта-нейтральную стратегию совершения сделок с финансовыми инструментами на базе длинной торговли волатильностью IV.
2. Формализовать разработанную стратегию.
3. Обосновать целевые показатели эффективности стратегии

Предлагается применение торговой стратегии на базе длинной торговли волатильностью, которая предполагает: 1) наличие точки входа в длинную позицию по волатильности путем открытия дельта-нейтральной позиции; 2) точки выхода из длинной позиции по волатильности для фиксации прибыли (тейк-профит) путем закрытия дельта-нейтральной позиции; 3) точки выхода из длинной позиции по волатильности для фиксации убытка по торговле волатильностью (стоп-лосс); 4) дополнительных условий, при которых разрешается открытие и удержания длинных позиций по волатильности.

1. Открытие длинной позиции по IV осуществляется посредством открытия дельта-нейтральной позиции: длинной позиции по опционам пут на базовый актив (фьючерс или акцию) в количестве  $NO[i]$  и длинной позиции по указанному базовому активу (фьючерсу или акции) в количестве:

$$NF[i] = NO[i] \times Delta[i] \quad (1)$$

где  $NO[i]$  – количество опционов пут, необходимых для открытия дельта-нейтральной позиции в  $i$ -й период времени;  $Delta[i]$  – значение дельты опциона пут на указанный базовый актив для открытия дельта-нейтральной позиции в  $i$ -й период времени.

Условием открытия дельта-нейтральной позиции является отклонение значения  $Delta[i]$  от своего математического ожидания  $\mu 1[i]$  на  $d1$  среднеквадратичных отклонений  $\sigma_d[i]$  своих значений. Значение  $d1$  определяется эмпирическим путем.

Дельта-нейтральная позиция открывается при выполнении условий (2) и (3):

$$Delta[i] > \mu 1[i] + d1 \times \sigma_d[i] \quad (2)$$

$$Delta[i-1] \leq \mu 1[i-1] + d1 \times \sigma_d[i-1] \quad (3)$$

В качестве математического ожидания для  $Delta[i]$  ( $\mu 1[i]$ ) условно будем выбирать приближенное значение  $\mu 1[i]$  равное текущему значению простой скользящей средней графика значений  $Delta[i]$ .

Формула для расчета текущего значения простой скользящей средней значений  $Delta[i]$  (а значит и  $\mu 1[i]$ ) выглядит следующим образом:

$$\mu 1[i] = \frac{\sum_{i=1}^n Delta[i]}{n} \quad (4)$$

где  $Delta[i]$  – значение  $Delta[i]$  в  $i$ -ый момент времени в рамках выбранного периода (1 секунда, 1 минута, 5 минут);  $n$  – период скользящей средней. [1]

Среднеквадратичное отклонение значений  $Delta[i]$  от  $\mu 1[i]$  определяется по формуле:

$$\sigma_d[i] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Delta[i] - \overline{Delta[i]})^2}{n-1}} \quad (5)$$

где  $\sigma_d[i]$  – стандартное (среднеквадратичное) отклонение значений  $Delta[i]$  за период (1 секунда, 1 минута, 5 минут); среднее значение  $Delta[i]$  ожидаемой волатильности финансового инструмента –  $\overline{Delta[i]}$  – определяется как среднее арифметическое значений  $Delta[i]$  за периоды наблюдения, а именно:

$$\overline{Delta[i]} = \frac{\sum_{i=1}^n Delta[i]}{n} \quad (6)$$

где  $Delta[i]$  – значение дельты опциона пут на выбранный базовый актив в  $i$ -м периоде;  $n$  – количество моментов времени, в течение которых рассчитывается  $\sigma_d[i]$  [3, 4].

3. При невыполнении дополнительных условий, описанных в пунктах 4, 5, 6, 7, закрытие длинной позиции по IV осуществляется посредством закрытия всех позиций по базовому активу: фьючерсу или акции – и всех позиций по опционам пут. Закрытие позиций осуществляется в следующем порядке: сначала выставляются лимитированные заявки на закрытие позиций по опционам пут по их теоретической цене, затем (после исполнения указанных заявок по опционам) закрываются по текущей рыночной цене позиции по базовому активу. Указанная последовательность рекомендуется по причине того, что опционы, как правило, менее ликвидны, чем их базовые активы.

4. Дополнительным условием, при котором разрешается открытие и удержание длинных позиций по IV финансового инструмента является то, что цена базового актива  $P[i]$  отклоняется от своего математического ожидания  $\mu 2[i]$  на приемлемое количество среднеквадратичных отклонений  $\sigma_p[i]$ : при увеличении цены базового актива – на  $z1 \times \sigma_p[i]$ , при уменьшении цены базового актива – на

$z_2 \times \sigma_P[i]$ . Таким образом, условия для открытия и удержания дельта-нейтральной позиции выглядят следующим образом:

$$P[i] \leq \mu_2[i] + z_1 \times \sigma_P[i] \quad (7)$$

$$P[i] \geq \mu_2[i] + z_2 \times \sigma_P[i] \quad (8)$$

$$z_2 < z_1 \quad (9)$$

Формула для расчета текущего значения простой скользящей средней значений цены базового актива (а значит и  $\mu_2[i]$ ) выглядит следующим образом:

$$\mu_2[i] = \frac{\sum_{i=1}^n P[i]}{n} \quad (10)$$

где  $P[i]$  – последнее значение цены базового актива в текущий момент времени или в момент закрытия торгов по базовому активу в  $i$ -й момент времени в рамках выбранного периода;  $n$  – период скользящей средней [1].

Среднеквадратичное отклонение значений IV финансового инструмента определяется по формуле:

$$\sigma_P[i] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P[i] - \overline{P[i]})^2}{n - 1}} \quad (11)$$

где  $\sigma_P[i]$  – стандартное (среднеквадратичное) отклонение среднего значения цены базового актива  $P[i]$ ; среднее значение цены базового актива  $-\overline{P[i]}$  – определяется как среднее арифметическое значений IV за периоды наблюдения, а именно:

$$\overline{P[i]} = \sum_{i=1}^n \frac{P[i]}{n} \quad (12)$$

где  $P[i]$  – значение  $P$  в  $i$ -м периоде;  $n$  – количество моментов времени, в течение которых рассчитывается  $\sigma_P[i]$  [1; 3; 5; 6]. Значение  $z_1$  и  $z_2$  определяется эмпирическим путем.

5. Дополнительным условием, при котором разрешается открытие и удержание дельта-нейтральных позиций (покупки базовых активов и опционов пут при первоначальном открытии позиций или отклонение значения  $\Delta[i]$  от своего математического ожидания  $\mu_1[i]$  на  $d_1[i]$  среднеквадратичных отклонений  $\sigma_d[i]$  своих значений), что перед их открытием значение IV[i] отклоняется от своего математического ожидания  $\mu_3[i]$  на приемлемое количество  $v_1$  среднеквадратичных отклонений  $\sigma_{IV}[i]$ . Значение  $v_1$  определяется эмпирическим путем.

Дельта-нейтральная позиция открывается при условии:

$$IV[i] > \mu_3[i] + v_1 \times \sigma_{IV}[i] \quad (13)$$

$$IV[i - 1] \leq \mu_3[i - 1] + v_1 \times \sigma_{IV}[i - 1] \quad (14)$$

В качестве математического ожидания для IV ( $\mu_3[i]$ ) условно будем выбирать приближенное значение  $\mu_3[i]$  равное текущему значению простой скользящей средней графика значений IV[i].

Формула для расчета текущего значения простой скользящей средней значений IV[i] (а значит, и  $\mu_3[i]$ ) выглядит следующим образом:

$$\mu_3[i] = \frac{\sum_{i=1}^n IV[i]}{n} \quad (15)$$

где IV[i] – значение IV[i] в  $i$ -й момент времени в рамках выбранного периода (1 секунда, 1 минута, 5 минут);  $n$  – период скользящей средней [1].

Среднеквадратичное отклонение значений IV[i] от  $\mu_3$  определяется по формуле:

$$\sigma_{IV[i]} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (IV[i] - \overline{IV[i]})^2}{n-1}} \quad (16)$$

где  $\sigma_{IV[i]}$  – стандартное (среднеквадратичное) отклонение значений  $IV[i]$  за период (1 секунда, 1 минута, 5 минут);  $\overline{IV[i]}$  – среднее значение  $IV[i]$  ожидаемой волатильности финансового инструмента –  $\overline{IV[i]}$  – определяется как среднее арифметическое значений  $IV[i]$  за периоды наблюдения, а именно:

$$\overline{IV[i]} = \sum_{i=1}^n \frac{IV[i]}{n} \quad (17)$$

где  $IV[i]$  – значение дельты опциона пут на выбранный базовый актив в  $i$ -м периоде;  $n$  – количество моментов времени, в течение которых рассчитывается  $\sigma_{IV}$  [4; 5; 7; 8].

Для учета динамики  $IV$  торговая стратегия рассчитывает значение  $IV[i]$  за период.  $IV$  определяется численным методом на базе формулы Блека-Шоулза, которая рассчитывает теоретическую стоимость опционов и выглядит следующим образом:

Цена (европейского) опциона call:

$$C = S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2) \quad (18)$$

$$P = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (19)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{S^2}{2}\right)T}{IV \times \sqrt{T}} \quad (20)$$

$$d_2 = d_1 - IV \times \sqrt{T} \quad (21)$$

где  $C$  – цена европейского опциона call для бездивидендных акций;  $P$  – цена европейского опциона put для бездивидендных акций;  $S_0$  – первоначальная цена акции; Функция  $N(x)$  — интегральная функция стандартизованного нормального распределения;  $K$  – цена исполнения опциона;  $r$  – непрерывно начисляемая безрисковая процентная ставка;  $T$  – время до истечения срока опциона;  $IV$  – подразумеваемая волатильность доходности базового актива.

Так как в формулах (20) и (21) значение всех параметров, кроме  $IV$ , является известным, то с помощью последовательного перебора значений  $IV$  от 0 до 1 с заданным шагом и подстановки их в формулы (18) и (19) до достижения равенства их левой и правой части можно определить верное значение подразумеваемой волатильности  $IV$  в  $i$ -й период времени. [1; 2; 5; 6]

6. Дополнительным условием, при котором разрешается открытие и удержание дельта-нейтральных позиций (покупки базовых активов и опционов пут при первоначальном открытии позиций или отклонение значения  $\Delta[i]$  от своего математического ожидания  $\mu_1[i]$  на  $d_1$  среднеквадратичных отклонений  $\sigma_{\Delta}[i]$  своих значений), является то, что после их открытия значение  $IV[i]$  отклоняется от своего математического ожидания  $\mu_3[i]$  на приемлемое количество среднеквадратичных отклонений  $\sigma_{IV}[i]$ : при увеличении значения  $IV[i]$  – на  $v_2 \times \sigma_{IV}[i]$ , при уменьшении значения  $IV[i]$  – на  $v_3 \times \sigma_{IV}[i]$ . Значение  $v_2$  и  $v_3$  определяется эмпирическим путем. Таким образом, указанное условие для открытия и удержания дельта-нейтральной позиции выглядит следующим образом:

$$IV[i] \leq \mu_3[i] + v_2 \times \sigma_{IV}[i] \quad (22)$$

$$IV[i] \geq \mu_3[i] + v_3 \times \sigma_{IV}[i] \quad (23)$$

при условии, что:

$$v_3 < v_1 < v_2 \quad (24)$$

7. Дополнительным условием, при котором разрешается открытие и удержание дельта-нейтральных позиций (покупки базовых активов и опционов пут при первоначальном открытии позиций или отклонение значения  $\Delta[i]$  от своего математического ожидания  $\mu_1[i]$  на  $d_1$  среднеквадратичных отклонений  $\sigma_d[i]$  своих значений), является то, что после их открытия значение  $T$  из формул (19) и (20) больше заданной пороговой величины  $u$ . Таким образом, указанное условие для открытия и удержания дельта-нейтральной позиции выглядит следующим образом:

$$T[i] \geq u \quad (25)$$

где  $T[i]$  – время до истечения срока (экспирации) опциона в  $i$ -й период времени;  $u$  – максимально допустимое количество единиц времени до экспирации опциона.

Значение  $u$  определяется эмпирическим путем.

8. При выполнении дополнительных условий, описанных в пунктах 4, 5, 6, 7, закрытие или повторное открытие длинной позиции по IV осуществляется посредством рехеджирования: закрытия или повторного открытия длинной позиции по базовому активу – фьючерсу или акции в количестве:

$$NF[i] = \text{abs}(NO[i] \times (\Delta[i] - \Delta[i+1])), \quad (26)$$

где  $NO[i]$  – количество опционов пут при  $i$ -ом рехеджировании или первичном открытии длинной позиции по IV (с момента первичного открытия длинной позиции по IV до момента ее полного закрытия при проведении рехеджирования остается неизменным);  $\Delta[i]$  – значение дельты опционов пут базового актива при  $i$ -м рехеджировании или первичном открытии длинной позиции по IV.

Для фиксации прибыли рехеджирование осуществляется при отклонении значения  $\Delta[i]$  от своего математического ожидания  $\mu_1[i]$  на  $d_2$  среднеквадратичных отклонений  $\sigma_d[i]$ , т. е. если:

$$\Delta[i] \geq \mu_1[i] + d_2 \times \sigma_d[i] \quad (27)$$

Для повторного восстановления дельта-нейтральной позиции при возврате  $\Delta[i]$  в направлении своего математического ожидания  $\mu_1[i]$  рехеджирование осуществляется при повторном достижении  $\Delta[i]$  значения равного  $d_1$  среднеквадратичных отклонений  $\sigma_d[i]$  от  $\mu_1[i]$ , т. е. если:

$$\Delta[i-1] \leq \mu_1[i-1] + d_1 \times \sigma_d[i-1] \quad (28)$$

$$\Delta[i] > \mu_1[i] + d_1 \times \sigma_d[i] \quad (29)$$

Для фиксации убытка закрытие всех позиций по фьючерсам и опционам осуществляется при отклонении значения  $\Delta[i]$  от своего математического ожидания  $\mu_1[i]$  на  $d_3$  среднеквадратичных отклонений  $\sigma_d[i]$ , т. е. если:

$$\Delta[i] \leq \mu_1[i] + d_3 \times \sigma_d[i] \quad (30)$$

При этом должно выполняться условие:

$$d_3 < d_1 < d_2 \quad (31)$$

На практике необходимо учитывать, что на конечный результат всех проведенных сделок влияют комиссии брокера и биржи. Поэтому следует отличать теоретическую цену финансового инструмента  $P'$  без учета комиссий брокера и биржи от эффективной цены финансового инструмента  $P$ , определяемой по формулам:

$$P = P' + p \quad (32)$$

где  $P$  – эффективная цена при покупке финансового инструмента с учетом комиссий брокера и биржи;  $P'$  – цена финансового инструмента без учета комиссий брокера и биржи;  $p$  – комиссии брокера и биржи.

$$P = P' - p \quad (33)$$

где  $P$  – эффективная цена при продаже финансового инструмента с учетом комиссий брокера и биржи;  $P'$  – цена финансового инструмента без учета комиссий брокера и биржи;  $p$  – комиссии брокера и биржи.

Все значения  $\sigma_p[i]$  в выражении величин  $z1 \times \sigma_p[i]$ ,  $z2 \times \sigma_p[i]$  определяются в соответствии с формулой (9). При расчете  $\sigma_p[i]$  размером комиссий брокера и биржи следует пренебречь и использовать значение фактической цены без учета последних. В дальнейших работах по совершенствованию текущей стратегии можно отказаться от указанного пренебрежения и при расчете  $\sigma_p$  вместо фактической цены использовать эффективную цену при покупке или продаже финансового инструмента. Поэтому при расчете  $D$  и  $Sh$  необходимо учитывать, что доход, извлекаемый от каждой совершенной пары сделок по покупке и продаже финансового инструмента, уменьшается на размер комиссии брокера и биржи. Методом Монте-Карло определяются оптимальные значения  $d1$ ,  $d2$ ,  $d3$ ,  $z1$ ,  $z2$ ,  $v1$ ,  $v2$ ,  $v3$ , а также оптимальный таймфрейм. Выбор метода Монте-Карло обусловлен его высокой эффективностью по сравнению с альтернативными, например аналитическим методом или методом исторического моделирования [5; 9]. Целевым показателем будет являться суммарная доходность  $D$  всех сделок в расчете на год. Необходимо добиться максимального значения суммарной доходности всех сделок в расчете на год путем подбора оптимальных значений  $d1$ ,  $d2$ ,  $d3$ ,  $z1$ ,  $z2$ ,  $v1$ ,  $v2$ ,  $v3$ . Вторым целевым показателем будет упрощенный коэффициент Шарпа ( $Sh$ ). Таким образом, необходимо определить, при каком значении  $d1$ ,  $d2$ ,  $d3$ ,  $z1$ ,  $z2$ ,  $v1$ ,  $v2$ ,  $v3$  получаются максимальные значения  $D$  и  $Sh$ . Следует учитывать, что объемы торгуемых на бирже финансовых инструментов не всегда могут быть достаточными для полного исполнения выставленной рыночной заявки на покупку или продажу финансового инструмента. В этом случае в рамках одной и той же заявки может произойти серия сделок по покупке или продаже финансового инструмента по разным ценам и с разными объемами (количеством лотов). Поэтому в приведенных выше формулах (7)–(12) в качестве средневзвешенной цены, при которой совершается покупка или продажа финансового инструмента в рамках  $i$ -й пары сделок, следует использовать среднее арифметическое взвешенное цен указанных сделок, рассчитанное по формуле (34):

$$P[i] = \frac{P[i][j] \times w[i][j]}{\sum_{j=1}^n w[i][j]} \quad (34)$$

где  $P[i]$  – средневзвешенная цена, при которой совершается продажа финансового инструмента  $i$ -й пары сделок;  $P[i][j]$  – цена, при которой совершается продажа финансового инструмента в рамках  $j$ -й части  $i$ -й пары сделок;  $w[i][j]$  – количество купленных или проданных лотов финансового инструмента в рамках  $j$ -й части  $i$ -й пары сделок [6; 8].

Упрощенный коэффициент Шарпа  $Sh$  равен:

$$Sh = \frac{D}{\sigma} \quad (35)$$

где  $D$  – суммарная доходность всех сделок в расчете на год;  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение суммарной доходности всех сделок в расчете на год  $D$ , рассчитанное по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D[i] - \bar{D})^2}{n - 1}} \quad (36)$$

где  $\sigma$  – стандартное (среднеквадратичное) отклонение среднего значения суммарной доходности всех сделок в расчете на год;  $n$  – количество моментов времени, в течение которых рассчитывается  $\sigma$ ;  $\bar{D}$  – среднее значение суммарной доходности всех сделок в расчете на год определяется как среднее арифметическое значений суммарной доходности всех сделок в расчете на год за периоды наблюдения, а именно:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n \frac{D[i]}{n}$$

где  $D[i]$  – значение суммарной доходности всех сделок в расчете на год в  $i$ -м периоде;  $n$  – количество моментов времени, в течение которых рассчитывается  $\sigma$ . [3–9]

Необходимо стремиться к подбору оптимальных значений  $d1$ ,  $d2$ ,  $d3$ ,  $z1$ ,  $z2$ ,  $v1$ ,  $v2$ ,  $v3$ , которые обеспечивали бы максимальные значения  $D$  и  $Sh$ , рассчитанных по формулам (13) и (17), на различных таймфреймах (1 минута, 5 минут, 1 час, 4 часа, 1 день, 1 неделя, 1 месяц) и на различных финансовых инструментах. Указанное исследование должно стать темой отдельной научной работы, и полученные результаты следует использовать для практической реализации разработанной стратегии. Выставление заявок в автоматической торговой системе, генерируемых на базе разработанной стратегии, должно осуществляться с помощью торгового терминала (например, QUIK). Предложенный метод длинной торговли волатильностью предназначен для получения инвестиционного результата с более высокими показателями доходности и упрощенного коэффициента Шарпа, чем существующие аналоги. Доказательству указанного предположения и уточнению предложенного стратегии будут посвящены отдельные работы. Кроме результата от инвестиций, применение стратегии способствует увеличению ликвидности торгуемых на бирже инвестиционных активов, увеличивает поступление налогов, биржевых сборов икомиссий, что приносит большую социально-экономическую пользу. Автоматизация стратегии значительно упрощает расчеты, повышает скорость принятия решений и способна значительно увеличить количество сделок, совершаемых на финансовых рынках. Кроме того, автоматический расчет оптимальных значений параметров метода способен внести существенный вклад в теоретические исследования модификаций методов торговли волатильностью.

### Полученные результаты и выводы

1. Математически обоснованы условия открытия длинной позиции по IV, удержания и закрытия дельта-позиций.
2. Предложено создание стратегии для торговли волатильностью на основе формулы Блека-Шоулза и среднеквадратичного отклонения подразумеваемой волатильности от своего математического ожидания.
3. Обоснованы целевые показатели эффективности стратегии: являться суммарная доходность всех сделок в расчете на год, упрощенный коэффициент Шарпа.
4. Показано, что выставление заявок в автоматической торговой системе, генерируемых на базе разработанной стратегии, позволяет повысить эффективность длинной торговли волатильностью с более высокими показателями доходности и упрощенного коэффициента Шарпа, чем существующие аналоги.

### Библиографический список

1. Конноли К. Покупка и продажа волатильности / пер. с англ. В.В. Найденкова, А.В. Бушуева. Москва: ИК «Аналитика», 2006. 264 с. URL: <https://forex-method.ru/konnolli-pokupka-i-prodazha-volatilnosti-skachat-knigu-pdf>.
2. Шишлов Р.А. Фьючерсы и опционы: преимущества, недостатки, особенности практического применения // Инновационные процессы в экономике и бизнесе: научный взгляд: материалы II междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 12 апр. 2017 г. Саратов, 2017. С. 160–169. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29887639>.
3. Найман Э.Л. Малая энциклопедия трейдера: пер. с англ. Москва: Изд. дом «Альпина», 2005. 402 с. URL: [http://fxstudyonline.ru/wp-content/uploads/Erik\\_Nayman\\_Malaya\\_Entsiklopedia\\_Treydera.pdf](http://fxstudyonline.ru/wp-content/uploads/Erik_Nayman_Malaya_Entsiklopedia_Treydera.pdf).
4. Ананченко И.В., Мусаев А.А. Торговые роботы и управление в хаотических средах: обзор и критический анализ // Труды СПИИРАН. 2014. № 3 (34). С. 178–203. URL: <http://proceedings.spiiras.nw.ru/index.php/sp/article/download/1868/1695>.

5. Буренин А.Н. Форварды, фьючерсы, опционы, экзотические и погодные производные. Москва: НТО имени С.И. Вавилова, 2013. 704 с. URL: <https://institutiones.com/download/books/1595-forvardy-fyuchersy-opciony.html>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=19775691>.
6. Michael Lewis. Flash Boys. Москва: ИЛ, 2015. 320 с. URL: [https://vk.com/wall-39755942\\_4423](https://vk.com/wall-39755942_4423).
7. Маркман Йон. Свинг-трейдинг. Мощные стратегии уменьшения риска и увеличения прибыли. Москва: Smart Book, 2017. 312 с. URL: <https://www.libfox.ru/624252-yon-markman-sving-treyding-moshchnye-strategii-umensheniya-riska-i-uvelicheniya-pribyli.html>.
8. Швагер Д. Технический анализ. Полный курс. Москва: Альпина Пабlisher, 2001. 768 с. URL: [https://zevs.in/upload/school/lessons/21/Dzhek\\_Shvager\\_Tekhnicheskyy\\_analiz\\_Polny\\_kurs.pdf](https://zevs.in/upload/school/lessons/21/Dzhek_Shvager_Tekhnicheskyy_analiz_Polny_kurs.pdf).
9. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. 9-е изд., стер. Москва: Высш. шк., 2003. 479 с.: ил. URL: [http://lib.maupfib.kg/wp-content/uploads/2015/12/Teoria\\_veroatnosty\\_mat\\_stat.pdf](http://lib.maupfib.kg/wp-content/uploads/2015/12/Teoria_veroatnosty_mat_stat.pdf).

## References

1. Connolly K. Buying and selling volatility. Translated from English by Naidenov V.V., Bushuev A.V. Moscow: ИК «Analitika», 2006, 264 p. Available at: <https://forex-method.ru/konnolli-pokupka-i-prodazha-volatilnosti-skachat-knigu-pdf>. (In Russ.)
2. Shishlov R.A. Futures and options: advantages, disadvantages, features of practical application. In: Innovation in economics and business: scientific opinion: materials of the II international research and practical conference, Saratov, April 12, 2017. Saratov, 2017, pp. 160–169. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29887639>. (In Russ.)
3. Nayman E.L. Small encyclopedia of trader: translation from English. Moscow: Izd. dom «Al'pina», 2005, 402 p. Available at: [http://fxstudyonline.ru/wp-content/uploads/Erik\\_Nayman\\_Malaya\\_Entsiklopedia\\_Treydera.pdf](http://fxstudyonline.ru/wp-content/uploads/Erik_Nayman_Malaya_Entsiklopedia_Treydera.pdf). (In Russ.)
4. Ananchenko I.V., Musaev A.A. Trading robots and management in chaotic environments: a review and critique analysis. *SPIIRAS Proceedings*, 2014, no. 3 (34), pp. 178–203. Available at: <http://proceedings.spiiras.nw.ru/index.php/sp/article/download/1868/1695>. (In Russ.)
5. Burenin A.N. Forwards, futures, options, exotic and weather derivatives. Moscow: NTO imeni S.I. Vavilova, 2013, 704 p. Available at: <https://institutiones.com/download/books/1595-forvardy-fyuchersy-opciony.html>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=19775691>. (In Russ.)
6. Michael Lewis. Flash Boys. Moscow: IL, 2015, 320 p. Available at: [https://vk.com/wall-39755942\\_4423](https://vk.com/wall-39755942_4423). (In Russ.)
7. Markman Jon. Swing trading. Powerful strategies to reduce risk and increase profits. Moscow: Smart Book, 2017, 312 p. Available at: <https://www.libfox.ru/624252-yon-markman-sving-treyding-moshchnye-strategii-umensheniya-riska-i-uvelicheniya-pribyli.html>. (In Russ.)
8. Schwager Jack D. Technical Analysis. Moscow: Al'pina Pabliher, 2001, 768 p. Available at: [https://zevs.in/upload/school/lessons/21/Dzhek\\_Shvager\\_Tekhnicheskyy\\_analiz\\_Polny\\_kurs.pdf](https://zevs.in/upload/school/lessons/21/Dzhek_Shvager_Tekhnicheskyy_analiz_Polny_kurs.pdf). (In Russ.)
9. Gmurman V.E. Probability theory and mathematical statistics: textbook for universities. 9th edition, stereotyped. Moscow: Vyssh. shk., 2003, 479 p.: illustrated. Available at: [http://lib.maupfib.kg/wp-content/uploads/2015/12/Teoria\\_veroatnosty\\_mat\\_stat.pdf](http://lib.maupfib.kg/wp-content/uploads/2015/12/Teoria_veroatnosty_mat_stat.pdf). (In Russ.)