

# ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОГО РИСКА НА БИРЖЕВОМ РЫНКЕ ЗЕРНА

Л. А. Александрова<sup>1</sup>, Ю. В. Мельникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Саратовский государственный аграрный университет, Россия*

<sup>2</sup>*Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*

E-mail: teacheralexandrova@yandex.ru, umlnkv@yandex.ru

Цель статьи заключается в количественной оценке финансового риска, возникающего при осуществлении биржевых торгов зерном в России. Экономико-математическое моделирование осуществлено на основе статистического метода количественной оценки риска и расчета показателей среднеквадратического отклонения и коэффициентов вариации. Проведен статистический анализ временных рядов средних цен производителей и форвардных цен на Московской товарной бирже за период 2019-2021 гг. и рассчитаны соответствующие показатели риска. Авторские расчеты показали, что участие производителей зерна в биржевых торгах не снижает, а увеличивает их риски ликвидности на 29% по сравнению с продажами на неорганизованном рынке. Полученные количественные оценки позволили доказать неэффективность биржевого механизма торговли зерном в России, не выполнение им функций ценообразования и хеджирования ценовых рисков.

## ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF FINANCIAL RISK ON THE GRAIN EXCHANGE MARKET

L. A. Aleksandrova, Yu. V. Melnikova

The purpose of the article is to quantify the financial risk arising from the implementation of exchange trading in grain in Russia. Economic and mathematical modeling is carried out on the basis of the statistical method of quantitative risk assessment and calculation of the standard deviation and variation coefficients. A statistical analysis of the time series of average producer prices and forward prices on the Moscow Commodity Exchange for the period 2019-2021 was carried out, and the corresponding risk indicators were calculated. The author's calculations showed that the participation of grain producers in exchange trading does not reduce, but increases their liquidity risks by 29% compared to sales in the unorganized market. The obtained quantitative estimates made it possible to prove the ineffectiveness of the exchange mechanism of grain trading in Russia, its failure to perform the functions of pricing and hedging price risks.

В современной экономике товарные биржи выполняют не столько функцию сбыта физического товара, сколько важнейшие общеэкономические функции ценообразования и хеджирования ценовых рисков. Поэтому формирование института биржи является закономерным этапом становления в России современного цивилизованного зернового рынка, позволяющего обеспечить прозрачность и справедливость ценообразования, снизить уровень рисков производителей зерна и повысить рентабельность зернового бизнеса. Помимо этого, полноценно функционирующая зерновая биржевая площадка является инструментом поиска выгодных контрагентов и формирования базисных цен, а также необходимым условием саморегулирования рынка и минимизации сезонных

ценовых колебаний. Вопрос о необходимости введения в РФ биржевой торговли зерном, формирования на рынке прозрачных и понятных правил игры с адекватными ценовыми индикаторами и хеджированием рисков обсуждается не первый год. Одна из крупнейших бирж в Европе – Московская — пытается заниматься биржевым рынком зерна вот уже более 20 лет.

Цель данной статьи – сравнить уровень рисков для операторов российского зернового рынка (товаропроизводителей и трейдеров) при продажах на биржевом и неорганизованном рынках. В частности, фокус внимания сосредоточен на риске ликвидности зерна (или финансовом, ценовом риске) как одном из наиболее опасных видов риска, влияющим на возможность потери доходов и прибыли участников. Из различных методов количественной оценки риска авторами использован статистический метод, основанный на определении вероятности возникновения потерь путем анализа объективных статистических данных за предшествующий период [2]. В статистике имеется достаточно широкий набор индикаторов волатильности возможных значений вокруг среднего ожидаемого, отражающих экономическую сущность понятия риска. В частности, для оценки уровня или величины риска можно использовать такие показатели как дисперсия, среднее квадратическое (стандартное) отклонение, коэффициент вариации, бета-коэффициент и др. Опишем методический инструментарий, использованный в данном исследовании.

Математическое ожидание является среднеожидаемым значением при многократном повторении испытаний. Оно представляет собой сумму произведений всевозможных значений случайной величины на вероятности этих значений и рассчитывается по формуле:

$$M[X] = \sum_{i=1}^n x_i * p_i, \quad (1)$$

где  $M[X]$  – математическое ожидание случайной величины,  $x_i$  – возможные значения случайной величины,  $p_i$  – вероятности значений.

Дисперсия – это мера колеблемости изучаемого статистического показателя, характеризующая степень разброса значений вокруг математического ожидания. Чем выше разброс, тем выше колеблемость и, соответственно, величина риска. Формула для вычисления дисперсии следующая:

$$D = M[(X - M[X])^2] \quad (2)$$

где  $D$  — дисперсия;  $X$  – случайная величина, определенная на некотором вероятностном пространстве,  $M$  — математическое ожидание случайной величины  $X$ .

Среднеквадратическое или стандартное отклонение является самым распространенным показателем количественной оценки риска, в том числе и финансового, характеризующего уровень рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания. Оно рассчитывается по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{[(X - M[X])^2]}, \quad (3)$$

где  $\sigma$  — среднеквадратическое (стандартное) отклонение.

Другим производным количественным показателем, используемым в анализе риска, является коэффициент вариации, рассчитываемый на основе откло-

нения ожидаемого значения результата от его математического ожидания. Данный коэффициент является относительным и выражается в процентах от 0% до 100%. Чем выше его величина, тем значительнее выражена колеблемость и соответственно выше уровень риска. Формула для расчета коэффициента вариации следующая:

$$CV = \bar{x} \frac{\sigma}{M} * 100\% \quad (4)$$

Установлена следующая шкала оценки риска для различных значений коэффициента вариации (см. табл.1) [1, 2].

Таблица 1

**Шкала оценки риска по критерию коэффициента вариации**

Коэффициент вариации, %	Градация уровня риска
≤ 10%	низкий
от 10% до 25%	средний
≥ 25%	высокий

На основе вышеописанной методики авторы провели оценку риска возникновения непредвиденных финансовых потерь при реализации произведенной продукции от изменения уровня рыночных и биржевых цен. Исходными данными послужили официальные сведения Федеральной службы государственной статистики РФ [3] о динамике цен реализации пшеницы сельскохозяйственными организациями в период с 2019 года по август 2021 год (табл. 2) и данные Московской товарной биржи (см. рисунок) [4].



Динамика биржевых цен на пшеницу

Таблица 2

**Динамика рыночных и биржевых цен на пшеницу**

Период	Цена на рынке, руб/т	Темп роста рыночных цен	Цена на бирже (цент/буш)	Темп роста биржевых цен
2019, январь	12413,42	1,02	508,75	1,01
2019, февраль	12889,30	1,04	542,12	1,07
2019, март	13178,89	1,02	559,38	1,03
2019, апрель	13202,00	1,00	553,38	0,99
2019, май	13268,61	1,01	525,25	0,95
2019, июнь	12952,64	0,98	567,75	1,08
2019, июль	11536,73	0,89	523,50	0,92
2019, август	10831,87	0,94	521,62	1,00
2019, сентябрь	10758,95	0,99	490,75	0,94
2019, октябрь	11224,05	1,04	531,00	1,08
2019, ноябрь	11696,72	1,04	546,50	1,03
2019, декабрь	11951,55	1,02	578,12	1,06
2020, январь	12075,13	1,01	598,50	1,04
2020, февраль	12476,46	1,03	581,00	0,97
2020, март	12686,44	1,02	641,75	1,10
2020, апрель	13787,32	1,09	662,62	1,03
2020, май	14081,94	1,02	660,12	1,00
2020, июнь	14914,28	1,06	618,75	0,94
2020, июль	13386,34	0,90	735,30	1,19
2020, август	12825,82	0,96	664,12	0,90
2020, сентябрь	12996,62	1,01	680,25	1,02
2020, октябрь	14568,59	1,12	703,50	1,03
2020, ноябрь	15937,14	1,09	724,00	1,03
2020, декабрь	16285,46	1,02	725,75	1,00
2021, январь	16109,80	0,99	722,90	1,00
2021, февраль	15637,09	0,97	508,75	1,01
2021, март	15163,08	0,97	542,12	1,07
2021, апрель	15215,05	1,00	559,38	1,03
2021, май	15413,61	1,01	553,38	0,99
2021, июнь	15659,63	1,02	525,25	0,95
2021, июль	15205,91	0,97	567,75	1,08
2021, август	15486,60	1,02	523,50	0,92

В результате вычислений согласно формулам (1)–(4) получены следующие статистические характеристики (табл. 3)

Уровень риска в обоих случаях меньше 10%, что соответствует низкому уровню согласно табл. 1, но на неорганизованном рынке риск ниже на 1,39 %. Интерес представляет сравнение рисков в 2020 году с предыдущими годами. В работе [5] приведены расчеты рисков для 2018 г. и сделаны выводы, во-первых, о среднем уровне рисков (коэффициент вариации для неорганизованной торговли составил 20,3 % для биржевой – 13,7 %), и, во-вторых, о возможности

снижения финансового риска за счет участия в биржевых торгах в 1,5 раза. Таким образом, если раньше финансовые потери производителей зерна, реализующих продукцию посредством биржи, снижались, то сейчас наоборот – увеличиваются, что свидетельствует об отсутствии преимуществ биржевой торговли для производителей зерна в России.

Таблица 3

Показатель	Описательная статистика выборки темпов роста цен		
	Темп роста	Рыночные цены	Биржевые цены
Математическое ожидание		1,008	1,016
Стандартное отклонение		0,049	0,063
Колеблемость выборки		0,049	0,062
Дисперсия выборки		0,002	0,004
Ассиметричность		-0,253	0,509
Уровень надежности (95,0 %)		0,018	0,026
Коэффициент вариации (уровень риска)		4,90 %	6,29 %

Данный вывод коррелирует с экспертными мнениями участников зернового рынка. Так, например, международный эксперт по биржевой торговле сырьевыми товарами А. Белозерцев в [6] отмечает, что Московская биржа не в состоянии предоставлять современные услуги по ценообразованию и хеджированию для многочисленных участников зернового рынка в России, а ее руководство недооценивает ключевые риски на рынке зерна и допускает серьезные просчеты в спецификации фьючерсных и форвардных контрактов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистический анализ финансовых рисков : учеб.-методич. пособие / сост. В. Е. Балабаев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. Ярославль: ЯрГУ, 2015. 60 с.
2. Общая теория статистики: Учебник / Елисеева И. И., Юзбашев М. М. М. : Финансы и статистика, 2005. 657 с.
3. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 10.10.2021).
4. Официальный сайт платформы для построения графиков и технического анализа. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.tradingview.com/> (дата обращения: 10.10.2021).
5. Александрова Л. А., Мельникова Ю. В. Биржевая торговля зерном в России: экономико-математическое моделирование финансового риска // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2019. № 3 (77). С. 57- 63.
6. Зерно просится в стакан котировок. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4730520> (дата обращения: 05.10.2021).