

ISSN 2073-4484 (Print)
ISSN 2311-8768 (Online)



ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

ФИНАНСОВАЯ АНАЛИТИКА

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК

2024 ТОМ 17
выпуск 4

**FINANCIAL
ANALYTICS®**

SCIENCE AND EXPERIENCE

A peer reviewed information and analysis journal
Volume 17, Issue 4
2024, October-December

ФИНАНСОВАЯ АНАЛИТИКА®

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Цель журнала – предоставить возможность научному и бизнес-сообществу публиковать оригинальные результаты своих исследований, привлечь внимание к перспективным и актуальным направлениям экономической науки, усилить обмен мнениями между научным и бизнес-сообществом России и зарубежных стран

Главная задача журнала – публикация оригинальных теоретических и научно-практических статей, освещающих актуальные вопросы макро- и микроэкономики, методологию и содержание банковской и финансовой аналитики, мониторинг и прогнозирование экономического потенциала

Учредитель

ООО «Информационный центр «Финансы и Кредит»
Юр. адрес: 123182, г. Москва, ул. Авиационная, 79-480
Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зеленый проспект, д. 20

Издатель

ООО «Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ»
Юр. адрес: 111141, г. Москва, Зеленый проспект, д. 8, кв. 1
Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зеленый проспект, д. 20

Редакция журнала

Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зеленый проспект, д. 20
Тел.: +7 (925) 966-4690
E-mail: post@fin-izdat.ru
Website: <https://www.fin-izdat.ru>

Генеральный директор **В.А. Горохова**
Управляющий директор **А.К. Смирнов**
Зам. ген. директора по производству **А.А. Клюкин**
Ведущий редактор по работе с авторами **А.Т. Ужegov**
Ответственный секретарь **И.Г. Абрамова**
Выпускающий редактор **О.О. Зинченко**
Перевод и редактирование **А.В. Бажанов, О.В. Яковлева**
Веб-разработка **А.А. Клюкин**
Верстка и дизайн **О.О. Зинченко**
Контент-менеджер **В.И. Романова**
Менеджмент качества **А.В. Бажанов, Е.И. Попова**
Корректурa **Е.И. Попова**

Подписка и реализация

Менеджер **Т.Н. Дорохина**

Подписано в печать 25.11.2024
Выход в свет 29.11.2024
Валовый (сквозной) номер 370
Формат 60x90 1/8. Объем 15,25 п.л. Тираж 900 экз.
Отпечатано в ООО КТК
Юр. адрес: 141290, Российская Федерация, Московская обл., г. Красноармейск, ул. Свердлова, д. 1
Тел.: +7 (495) 222-3754

Научно-практический и информационно-аналитический сборник

Основан в 2007 году
Выходит 4 раза в год
До января 2018 выходил 12 раз в год*
Статьи рецензируются

Рекомендован ВАК Минобрнауки России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций по следующим отраслям:
– 5.2.1. Экономическая теория (экономические науки)
– 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические, физико-математические науки)
– 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)
– 5.2.4. Финансы (экономические науки)
– 5.2.5. Мировая экономика (экономические науки)
– 5.2.6. Менеджмент (экономические науки)
Включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-66230 от 01 июля 2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Предыдущее свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-29584 от 21 сентября 2007 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия

Редакционный совет

Главный редактор
Ю.А. Кузнецов, доктор физико-математических наук, профессор,
Нижегород, Российская Федерация

М.В. Грачева, доктор экономических наук, профессор,
Москва, Российская Федерация

Д.А. Ендовицкий, доктор экономических наук, профессор,
Воронеж, Российская Федерация

В.М. Заернюк, доктор экономических наук, доцент,
Москва, Российская Федерация

В.С. Левин, доктор экономических наук, профессор,
Оренбург, Российская Федерация

Я.С. Матковская, доктор экономических наук, доцент,
Волгоград, Российская Федерация

Э.В. Пешина, доктор экономических наук, профессор,
Екатеринбург, Российская Федерация

С.В. Ратнер, доктор экономических наук, доцент, кандидат
физико-математических наук, ведущий научный сотрудник,
Москва, Российская Федерация

Е.А. Федорова, доктор экономических наук, доцент,
Москва, Российская Федерация

Е.Ю. Щетинин, доктор физико-математических наук, доцент,
Москва, Российская Федерация

Подписка

Агентство «Урал-Пресс»
Объединенный каталог «Пресса России»
Электронный каталог АО «Почта России» – индекс ПО 320
Свободная цена

Журнал доступен в EBSCOhost™ databases
Электронная версия журнала: <https://elibrary.ru>, <http://biblioclub.ru>

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей

Перепечатка материалов и использование их в любой форме, в том числе в электронных СМИ, возможны только с письменного разрешения редакции

Редакция приносит извинения за случайные грамматические ошибки

© ООО «Информационный центр «Финансы и Кредит»

* Подробнее об изменении периодичности выхода журнала см. информацию на сайте: <https://www.fin-izdat.ru/journal/fa/about.php>

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Гуляева Т.И., Сидоренко О.В., Волобуева Т.А.* 370
Статистические методы изучения взаимосвязи устойчивости динамики и колеблемости урожайности озимой пшеницы с солнечной активностью

ОЦЕНКА И ОЦЕНОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

- Городилов М.А.* 388
Роль профессионального суждения судебного эксперта (на примере определения стоимости услуг по восстановлению исполнительной документации)

РИСКИ, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА

- Гришунин С.В., Бурова Е.В., Сулоева С.Б., Степанчук А.А.* 405
Разработка модели оценки влияния результативности ESG-практик и качества их раскрытия на стоимость компаний в системе риск-контроллинга
- Чернышёв М.А.* 428
Факторы повышения эффективности сделок слияний и поглощений

МОНИТОРИНГ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

- Коломеец И.В.* 438
Анализ проблем трансформации механизмов долгосрочных контрактов на основе формульного ценообразования в металлургии России

ИННОВАЦИИ И ИНВЕСТИЦИИ

- Синицын С.Н.* 454
Цифровые двойники как инструмент формирования бизнес-среды современных организаций

ФИНАНСОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

- Смирнов В.В.* 472
Параметры российских финансов в условиях санкций

FINANCIAL ANALYTICS®

SCIENCE AND EXPERIENCE

The objective of the journal is to provide an opportunity to the scientific and business community to publish original research findings, draw attention to promising and important fields of economic science, strengthen the comprehensive and useful exchange of views between the scientific and business communities in Russia and abroad

The journal's main task is to publish original theoretical and practical articles covering topical issues of macro- and microeconomics, methodology and content of the banking and financial analysis, monitoring and forecasting of economic potential

Founder

Information center Finance and Credit, Ltd.
Office: 123182 (postcode), ul. Aviatzionnaya, 79-480, Moscow,
Russian Federation
Telephone: +7 925 966 4690

Publisher

Publishing house FINANCE and CREDIT
Office: 111397 (postcode), Zelenyi prospekt 20, Moscow,
Russian Federation
Telephone: +7 925 966 4690

Editorial

Office: 111397 (postcode), Zelenyi prospekt 20, Moscow,
Russian Federation
Telephone: +7 925 966 4690
E-mail: post@fin-izdat.ru
Website: <https://www.fin-izdat.ru>

Director General **Vera A. Gorokhova**
Managing Director **Aleksey K. Smirnov**
Chief Operation Officer **Anton A. Klyukin**
Publishing Liaison Officer **Aleksandr T. Uzhegov**
Editorial Assistant **Irina G. Abramova**
Managing Editor **Oleg O. Zinchenko**
Translation and Editing **Andrey V. Bazhanov, Olga V. Yakovleva**
Web Development **Anton A. Klyukin**
Design **Oleg O. Zinchenko**
Content Manager **Valentina I. Romanova**
Quality Management **Andrey V. Bazhanov, Elena I. Popova**
Proofreading **Elena I. Popova**

Sales and Subscription

Management **Tatiana N. Dorokhina**

Subscription

Ural-Press Agency
Press of Russia
Russian Post

Printed by KTK, Ltd., 141290 (postcode), ul. Sverdlova, 1,
Krasnoarmeysk, Russian Federation
Telephone: +7 495 222 3754
Published November 29, 2024. Circulation 900

VOLUME 17, ISSUE 4 OCTOBER–DECEMBER 2024

A peer reviewed information and analysis journal

Since 2007

Quarterly

Until January 2018, the journal publication frequency was 12 issues per year*

The journal is recommended by VAK (the Higher Attestation Commission) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation to publish scientific works encompassing the basic matter of theses for advanced academic degrees in Finance, Money Circulation and Credit

Indexing in Referativny Zhurnal VINITI RAS
Included in the Russian Science Citation Index (RSCI)
Registration Certificate ПИ № ФС77-66230
of July 01, 2016 by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media Previous Registration Certificate ПИ № ФС 77-29584 of September 21, 2007
by the Federal Service for Supervision in Mass Media, Communications and Cultural Heritage Protection

Editorial Council

Editor-in-Chief
Yurii A. Kuznetsov, National Research Lobachevsky State University
of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Marina V. Gracheva, Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation

Dmitrii A. Endovitskii, Voronezh State University,
Voronezh, Russian Federation

Viktor M. Zaernyuk, Russian State University for Geological
Prospecting, Moscow, Russian Federation

Vladimir S. Levin, Orenburg State Agrarian University,
Orenburg, Russian Federation

Yana S. Matkovskaya, Volgograd State Technical University,
Volgograd, Russian Federation

Evelina V. Peshina, Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russian Federation

Svetlana V. Ratner, Trapeznikov Institute of Control Sciences RAS,
Moscow, Russian Federation

Elena A. Fedorova, Financial University under Government of RF,
Moscow, Russian Federation

Evgenii Yu. Shchetinin, Financial University under Government of RF,
Moscow, Russian Federation

Online version

EBSCOhost™ databases
Scientific electronic library: <https://elibrary.ru>
University Library Online: <http://biblioclub.ru>

Not responsible for the authors' personal views in the published articles

This publication may not be reproduced in any form without permission

All accidental grammar and/or spelling errors are our own

Disclaimer

We use the English-language translation versions (bracketed article titles in **References**) of the Russian-language source titles provided in public domain to ensure easy searching for the precise location of published titles throughout the existing citation databases only. Possible errors and/or omissions found in the translation versions of the kind belong to the original source titles.

© Information center Finance and Credit, Ltd.

* For information on the journal publication frequency change, please visit: <https://www.fin-izdat.ru/journal/fa/about.php>

CONTENTS

ECONOMIC AND STATISTICAL RESEARCH

- Gulyaeva T.I., Sidorenko O.V., Volobueva T.A.* 370
Statistical methods to study the relationship of stability of dynamics and fluctuations in winter wheat yields with solar activity

ASSESSMENT AND APPRAISAL ACTIVITIES

- Gorodilov M.A.* 388
The forensic expert's professional judgment role: A case of determining the cost of services for the executive documentation re-issuance

RISK, ANALYSIS AND EVALUATION

- Grishunin S.V., Burova E.V., Suloeva S.B., Stepanchuk A.A.* 405
Developing a model to assess the impact of ESG practices effectiveness and their disclosure quality on the value of companies in the risk controlling system

- Chernyshev M.A.* 428
Factors for improving the efficiency of M&A transactions

MONITORING OF ECONOMIC PROCESSES

- Kolomeets I.V.* 438
Analysis of the problems of transformation of long-term contract mechanisms based on formula pricing in the Russian metallurgy

INNOVATION AND INVESTMENT

- Sinitsyn S.N.* 454
Digital twins as a tool for shaping the business environment of modern organizations

FINANCIAL INSTRUMENTS

- Smirnov V.V.* 472
Parameters of Russian finance in the context of sanctions

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ
УСТОЙЧИВОСТИ ДИНАМИКИ И КОЛЕБЛЕМОСТИ УРОЖАЙНОСТИ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ**

Татьяна Ивановна ГУЛЯЕВА ^{a,*},
Ольга Викторовна СИДОРЕНКО ^b,
Татьяна Александровна ВОЛОБУЕВА ^c

^a доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и статистики,
Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина (Орловский ГАУ),
г. Орёл, Российская Федерация
709tat@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5294-3348>
SPIN-код: 4200-2458

^b доктор экономических наук, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и статистики,
Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина (Орловский ГАУ),
г. Орёл, Российская Федерация
sov1974@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 6676-7405

^c кандидат экономических наук, доцент кафедры
цифровой экономики и информационных технологий,
Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина (Орловский ГАУ),
г. Орёл, Российская Федерация
tanechka.volobuewa@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 5438-1287

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 569/2024
Получена 12.09.2024
Получена в
доработанном виде
29.09.2024
Одобрена 10.10.2024
Доступна онлайн
29.11.2024

Специальность: 5.2.2

УДК 330.43

JEL: C15, C22, Q01

Аннотация

Предмет. Влияние циклов солнечной активности на устойчивость динамики и колеблемость урожайности озимой пшеницы на примере Орловской области.

Цели. Изучить взаимосвязь солнечной активности в числах Вольфа с колебаниями урожайности озимой пшеницы; дать количественное измерение взаимосвязи.

Методология. Статистические методы измерения тенденции динамики; установление показателей устойчивости и колеблемости урожайности; корреляция рядов динамики; метод М. Кендэла по числу поворотных точек для определения типа колебаний; табличный, графический методы.

Результаты. Динамический ряд урожайности озимой пшеницы представлен за 1954–2022 гг., то есть за 69 лет, которые включают шесть 11-летних циклов солнечной активности. Учитывая исторические, социально-экономические, агротехнологические условия развития и достижения селекции, динамический ряд урожайности озимой пшеницы изучался за следующие периоды: 1954–1967 гг., 1968–1986 гг., 1987–2011 гг., 2012–2022 гг. За 1954–2022 гг. урожайность озимой пшеницы увеличилась в 3,8 раза, среднегодовой абсолютный прирост – в 10 раз. Уменьшилась колеблемость уровней урожайности по годам, что позволило получать 87,2% уровня урожайности, рассчитанного по тренду. За 2012–2022 гг. установлена высокая устойчивость роста урожайности, коэффициент корреляции

Ключевые слова:

солнечная активность,
число Вольфа,
урожайность озимой
пшеницы, показатели
устойчивости и
колеблемости
урожайности,
коэффициент
корреляции

рангов Спирмена составил 0,64. Коэффициент корреляции между колебаниями урожайности и отклонениями числа Вольфа от среднего уровня равен 0,335, что свидетельствует о прямой зависимости между изучаемыми факторами. Коэффициент детерминации подтвердил, что 11,2% колебаний урожайности озимой пшеницы обусловлены влиянием солнечной активности. За 1954–2022 гг. фактическое число поворотных точек находилось в интервале $k_m \pm 2\sigma$, что свидетельствует о случайно распределенной во времени колеблемости урожайности озимой пшеницы.

Выводы. Развитие селекции сельскохозяйственных культур, уровня агротехники и организации производства обеспечивает повышение устойчивости динамики озимой пшеницы, уменьшение ее колеблемости. Исследование колеблемости урожайности озимой пшеницы показало, что по 22-летним циклам солнечной активности только 2% колебаний урожайности обусловлены различиями отклонений годовых уровней числа Вольфа от среднегодового уровня.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2024

Для цитирования: Гуляева Т.И., Сидоренко О.В., Волобуева Т.А. Статистические методы изучения взаимосвязи устойчивости динамики и колеблемости урожайности озимой пшеницы с солнечной активностью // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2024. – Т. 17, № 4. – С. 370 – 387. <https://doi.org/10.24891/fa.17.4.370>

Научные исследования показали, что на физические, химические, биологические и другие процессы, происходящие на Земле, влияет не только тепловая энергия Солнца, но и изменения солнечной активности, сопровождающиеся появлением солнечных пятен, усилением радиоизлучений, магнитных бурь и т.д.

Солнечная активность – совокупность явлений и процессов, связанных с образованием и распадом в солнечной атмосфере сильных магнитных полей. Наиболее изученный вид солнечной активности – изменение числа солнечных пятен. Первые сообщения о пятнах на Солнце относятся к наблюдениям 800 г. до н. э. в Китае.

Солнечный цикл – это периодические изменения в солнечной активности. Каждый цикл характеризуется довольно быстрым (в среднем за четыре года) увеличением числа солнечных пятен и последующим более медленным (около семи лет) его уменьшением. Солнечные циклы начали нумеровать с 1755 г., их условно называли одиннадцатилетними, так как их продолжительность в среднем составляла 11,2 года. Однако за последние 80 лет течение цикла несколько ускорилось и средняя продолжительность циклов уменьшилась примерно до 10,5 года. За последние 250 лет самый короткий период был равен 9 годам, а самый длинный – 13,5. Единственным циклом, который продлился ровно 11 лет, стал 24-й цикл, начавшийся в январе 2009 г. и закончившийся в декабре 2019 г. Он стал предыдущим перед 25-летним циклом, который до сих пор продолжается¹.

Наиболее распространенным показателем уровня солнечной активности является число Вольфа. Это числовой показатель солнечной активности, связанный с количеством солнечных пятен на видимой полусфере Солнца. Оно названо в честь швейцарского астронома Рудольфа Вольфа и используется для предсказания распростра-

¹ Солнечная активность. Гелиогеофизика и гелиоклиматология. URL: <https://www.garshin.ru/evolution/astronomy/solar-system/sun/helioactivity.html>

нения радиоволн с отражением от ионосферы, а также в различных метеорологических прогнозах.

Солнечные пятна – это области на поверхности Солнца, которые темнее окружающей их фотосферы, так как в них сильное магнитное поле подавляет конвекцию плазмы и снижает ее температуру примерно на 2 000 °С.

Список циклов солнечной активности, отслеживаемых с 1755 г. в соответствии с первоначальной нумерацией, предложенной Р. Вольфом в середине XIX в., представлен в *табл. 1*. Насчитывается 24 цикла солнечной активности; 25-й цикл солнечной активности, начавшийся в декабре 2019 г. к настоящему времени еще не завершен.

Изучение проблемы влияния солнечной активности на урожайность сельскохозяйственных культур имеет длинную историю. Известно, что в III в. до н. э. римский писатель Катон Старший заметил, что цены на рожь зависели от солнечной активности (от «помрачения Солнца»). При высокой солнечной активности урожаи ржи были высокими, и цены на эту культуру падали. Современник Галилея Батиста Балиани также затрагивал эту проблему в своих трудах и высказывал предположение о влиянии солнечных пятен на Землю. Влиянием количества пятен на Солнце на развитие растений занимался также английский астроном Вильям Гершель.

Проблема влияния солнечной активности на урожайность сельскохозяйственных культур изучалась российскими учеными М.И. Семеновым [1], Б.С. Ястремским [2], А.Л. Чижевским [3], Е.М. Четыркиным [4], М.М. Юзбашевым [5] и др.

Так, М.И. Семенов указал на статистический характер закономерностей колебаний урожайности и невозможность применять для их изучения строгие циклические кривые. Он рекомендовал для установления связи между солнечной активностью и урожайностью изучать урожайность по регионам в пределах одного климатического пояса [1].

Как установил Б.С. Ястремский, при одиннадцатилетней цикличности длина волны может колебаться от 6 до 11 лет, что позже и было доказано [2].

Довольно тесную корреляционную связь колебаний урожайности озимой пшеницы в Молдавской ССР с числами Вольфа установили В.Я Узун² и Т.Ф. Платонова³.

Влияние солнечной активности на колеблемость урожайности различных культур и районов с неодинаковыми агроклиматическими условиями изучали М.М. Юзбашев, О.В. Попова, А.И. Манелля. При установлении взаимосвязи между солнечной активностью и колебаниями урожайности, по их мнению, следует измерять влияние солнечной активности не на отклонение урожайности от тренда в каждый отдельный год, а связь ее циклов с колебаниями среднегодовых уровней урожайности [5, 6]. По данной тематике также заслуживают внимания работы [7–9].

² Узун В.Я. Прогнозирование урожайности. Кишинев: Штиинца, 1975. 66 с.

³ Платонова Т.Ф. Прогнозирование динамики урожайности сельскохозяйственных культур. Кишинев: Штиинца, 1983. 87 с.

Нами взята за основу методика изучения влияния солнечной активности на колеблемость урожайности, представленная в работах [5, 6]. Эта методика базируется на следующих исходных положениях:

- солнечная энергия влияет не на процесс прогрессивного повышения урожайности (тенденцию), а только на ее колебания;
- влияние колебаний солнечной активности на развитие растений может быть и прямым воздействием излучений на само растение, и косвенным – через влияние атмосферной циркуляции и микробиологические процессы в почве;
- связь колебаний погоды с солнечной активностью неодинакова в разных точках Земли. В одних агроклиматических районах связь носит прямой, в других – обратный характер, а в третьих – надежно не установлена. Из этого следует, что среди всех факторов, вызывающих колебания урожайности, влияние солнечной активности не является основным;
- колебания солнечной активности среди прочих факторов имеют достаточно длительный период (в среднем 11 лет).

Исходя из этих предпосылок будем измерять влияние солнечной активности на устойчивость динамики и колеблемость урожайности озимой пшеницы в Орловской области.

Орловская область исторически является аграрным регионом в Центральном федеральном округе. Ведущие направления сельского хозяйства – выращивание зерновых культур, сахарной свеклы, сои; животноводство мясомолочного направления, свиноводство, птицеводство, коневодство. В 2022 г. посевная площадь зерновых и зернобобовых культур составила 846 тыс. га, в том числе озимой пшеницы – 404,7 тыс. га, или 47,8% от общей названной посевной площади.

Динамический ряд урожайности озимой пшеницы построен за 1954–2022 гг., то есть за 69 лет, которые включают шесть 11-летних циклов солнечной активности⁴ [10], представлен на *рис. 1*.

С учетом исторических, социально-экономических, агротехнологических условий развития и достижений селекции динамический ряд урожайности озимой пшеницы изучался за периоды 1954–1967 гг., 1968–1986 гг., 1987–2011 гг., 2012–2022 гг. Основная тенденция динамики представлена уравнением прямой линии; способом наименьших квадратов рассчитаны параметры уравнения тренда; рассчитаны показатели колеблемости: среднее квадратическое отклонение и коэффициент колеблемости⁵.

По отношению к статистическому изучению динамики понятие «устойчивость» рассматривается в двух аспектах: устойчивость как категория, противоположная колеблемости, и устойчивость тенденции динамики. Для количественного изме-

⁴ Константиновская Л.В. Солнечная активность (таблицы).

URL: <https://www.astronom2000.info/ссылки/>; Статистика. URL: <https://57.rosstat.gov.ru/statistic>

⁵ Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 2004. 656 с.

рения устойчивости рассчитаны коэффициент устойчивости и коэффициент корреляции рангов Спирмена⁶.

Для изучения влияния солнечной активности на колеблемость урожайности озимой пшеницы мы измеряли тесноту связи между отклонениями урожайности от тренда и отклонениями чисел Вольфа от среднего уровня за изучаемый период путем расчета коэффициента корреляции.

Существенной характеристикой колеблемости помимо ее силы является тип колебаний. Статистики, занимающиеся изучением вопросов колеблемости урожайности, выделяют три основных типа колебаний: маятниковая, циклическая и случайная колеблемость. Английский ученый М. Кендэл разработал наиболее простой метод для определения типа колеблемости по числу «поворотных точек» или локальных экстремумов [11]. Среднее ожидаемое число «поворотных точек» в ряду случайно распределенных отклонений фактических уровней от уровней, рассчитанных по тренду, должно составлять:

$$k_m = 2/3 (n - 2),$$

где n – число уровней динамического ряда при среднем квадратическом отклонении

$$\sigma = \sqrt{\frac{16n - 29}{90}}.$$

Фактическое число «поворотных точек» k_ϕ определяется по ряду отклонений фактических уровней y_i от теоретических y_t , то есть $(y_i - y_t)$.

При случайной колеблемости число «поворотных точек» должно входить в интервал $k_m \pm 2\sigma$, тем самым подтверждается гипотеза о случайном типе колеблемости.

При маятниковой колеблемости фактическое число «поворотных точек» удовлетворяет неравенству $k_\phi > k_m + 2\sigma$. При маятниковой колеблемости требуется меньший страховой запас, так как неурожай текущего года компенсируется урожаем предыдущего года.

При долгопериодическом типе колеблемости $k_\phi < k_m + 2\sigma$. При этом типе колеблемости урожайности недобор продукции следует несколько лет, поэтому страховые запасы должны быть увеличены. Долгопериодический тип колеблемости обусловлен космическими факторами и в первую очередь циклами солнечной активности [11].

Результаты расчетов по измерению влияния солнечной активности на колеблемость урожайности озимой пшеницы приведены в табл. 2.

За 1954–1967 гг. урожайность озимой пшеницы имела тенденцию роста. Средняя урожайность составила 10,71 ц/га, среднегодовой прирост – 0,15 ц/га. Коэффициент колеблемости (25,8%) свидетельствует о сильной колеблемости уровней урожай-

⁶ Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 2004. 656 с.

ности озимой пшеницы. По рекомендации М.М. Юзбашева, колеблемость урожайности следует считать следующим образом: если коэффициент меньше 0,1 – колеблемость слабая, $0,1 < v_t < 0,2$ – умеренная, $0,2 < v_t < 0,4$ – сильная, $v_t > 0,4$ – очень сильная [6]. Коэффициент корреляции рангов Спирмена характеризует устойчивость динамики, то есть устойчивость развития изучаемого явления с допустимо минимальной колеблемостью и непрерывностью изменения среднегодовых уровней в определенном направлении. Коэффициент корреляции рангов Спирмена равен 0,23, что свидетельствует о слабой устойчивости роста урожайности озимой пшеницы. За изучаемый период среднее число Вольфа составило 79,7. Коэффициент корреляции, количественно выражающий тесноту связи между колебаниями урожайности и отклонением числа Вольфа от среднего уровня, составил 0,22, что свидетельствует о прямой, слабой связи между изучаемыми факторами.

За изучаемый период низкая урожайность озимой пшеницы установлена в 1964 г. – 6,7 ц/га, число Вольфа равно 10. Высокая урожайность озимой пшеницы получена в 1959 г. – 14,7 ц/га, число Вольфа – 159. Максимальным число Вольфа было в 1957 г. – 190, урожайность – 8,9 ц/га. Минимальное число Вольфа зафиксировано в 1954 г. – 4, урожайность – 8,6 ц/га.

В 1968–1986 гг. урожайность озимой пшеницы имела тенденцию к снижению ежегодно в среднем на 0,02 ц/га. Средняя урожайность составила 16,28 ц/га при абсолютном уровне колеблемости 3,96 ц/га. Коэффициент колеблемости характеризует сильный уровень – 24,3%. Коэффициент корреляции рангов Спирмена свидетельствует о слабой тенденции снижения урожайности озимой пшеницы. Коэффициент корреляции равен 0,494, что говорит об обратной, средней силе связи между колебаниями урожайности и отклонениями чисел Вольфа от среднего уровня за период.

В 1979 г. была низкая урожайность – 8 ц/га, число Вольфа – 155. Высокий уровень урожайности был в 1976 г. – 25 ц/га, число Вольфа – 13. Максимальное число Вольфа составило 155 в 1979 г. и 1980 г., урожайность 8 и 14,8 ц/га соответственно. Минимальное число Вольфа составило 4 в 1984 г., урожайность – 16 ц/га.

В 1987–2011 гг. урожайность имела тенденцию роста, ежегодно в среднем на 0,1 ц/га. Средняя урожайность составила 25 ц/га. Колеблемость уровней урожайности умеренная, коэффициент колеблемости равен 18,7%. Устойчивость тенденции роста урожайности слабая. Связь между изучаемыми факторами прямая, слабая, коэффициент корреляции равен 0,267. Среднее число Вольфа составило 61,1.

Низкая урожайность озимой пшеницы установлена в 1995 г. – 14,8 ц/га, число Вольфа – 18. Высокий уровень урожайности озимой пшеницы получен в 2009 г. – 35,1 ц/га, число Вольфа – 3. Максимальное число Вольфа отмечено в 1989 г. – 158, урожайность – 28,0 ц/га. Минимальным число Вольфа было в 2008 г. и 2009 г. – 3, урожайность составила 24,2 и 35,1 ц/га соответственно.

В 2012–2022 гг. урожайность озимой пшеницы имела тенденцию роста. За этот период средняя урожайность составила 41,21 ц/га при среднегодовом абсолютном приросте 1,48 ц/га. Коэффициент колеблемости равен 12,8%, что свидетельствует об

умеренном уровне колеблемости урожайности озимой пшеницы. Коэффициент корреляции рангов Спирмена равен 0,636, то есть устойчивость динамики роста урожайности высокая. Коэффициент корреляции характеризует прямую зависимость средней силы между колебаниями урожайности озимой пшеницы и отклонениями числа Вольфа от среднего уровня. Среднее число Вольфа равно 50,5.

Низкой урожайность озимой пшеницы была в 2015 г. – 29,6 ц/га, число Вольфа – 70. В 2022 г. достигнут высокий уровень урожайности – 51,7 ц/га, число Вольфа – 61. За изучаемый период максимальное число Вольфа установлено в 2014 г. – 122, урожайность – 46,5 ц/га. В 2019 г. зарегистрирован минимальный уровень солнечной активности – 13 (число Вольфа), урожайность – 43 ц/га.

За 1954–2022 гг. урожайность озимой пшеницы имела тенденцию роста. Она возросла в 3,8 раза, среднегодовой абсолютный прирост – в 9,9 раза. Уменьшилась колеблемость уровней урожайности по годам, что позволило получать 87,2% уровня урожайности, рассчитанного по тренду. За 2012–2022 гг. установлена высокая устойчивость роста урожайности, коэффициент корреляции рангов Спирмена составил 0,636. Развитие селекции, уровня агротехнологии, организации производства позволили получать устойчивые урожаи озимой пшеницы в Орловской области и ослабить влияние случайных факторов на уровень урожайности. Зависимость колебаний урожайности и солнечной активности представлена прямой связью средней силы. Уровень коэффициента корреляции самый высокий (0,335) по периодам исследования. Коэффициент детерминации показывает, что 11,2% колебаний урожайности озимой пшеницы обусловлены влиянием солнечной активности.

Период 1968–1986 гг. характеризуется негативной тенденцией снижения урожайности озимой пшеницы, высокой колеблемостью урожайности и обратной зависимостью средней силы между колебаниями урожайности и отклонениями числа Вольфа от среднего уровня.

За 1954–2022 гг. урожайность озимой пшеницы составила 22,3 ц/га, среднее квадратическое отклонение – 4,1 ц/га, коэффициент колеблемости – 18,3%, который свидетельствует об умеренной колеблемости урожайности озимой пшеницы в Орловской области. Коэффициент корреляции составил 0,05, что свидетельствует о слабой зависимости между колебаниями урожайности и солнечной активностью, представленной отклонением ежегодного уровня числа Вольфа от его среднего уровня за период. Графически зависимость между указанными факторами представлена на *рис. 2*.

Тип колебаний урожайности озимой пшеницы установлен методом М. Кендэла по числу поворотных точек. За все периоды исследования колеблемости урожайности фактическое число поворотных точек находилось в интервале $k_T \pm 26$, что свидетельствует о случайно распределенной во времени колеблемости урожайности озимой пшеницы. За 1954–2022 гг. фактическое число поворотных точек равно 40, теоретическое количество поворотных точек – 45, среднее квадратическое отклонение $\sigma = 3$. При случайно распределенной во времени колеблемости урожайности фактическое число поворотных точек находится в интервале 45 ± 6 .

При изучении влияния солнечной активности на колеблемость урожайности озимой пшеницы по каждому циклу солнечной активности (19, 20, 21, 22, 23, 24) установлен тренд урожайности, рассчитаны показатели колеблемости урожайности, коэффициент корреляции между колебаниями урожайности и отклонениями годовых уровней числа Вольфа от среднего уровня за период. Результаты представлены в *табл. 3*.

В 19-м цикле солнечной активности установлена тенденция снижения урожайности озимой пшеницы ежегодно в среднем по 0,07 ц/га при средней урожайности 10,1 ц/га. Устойчивость снижения слабая, так как коэффициент корреляции рангов Спирмена составляет $-0,23$. Колеблемость урожайности озимой пшеницы высокая, так как коэффициент колеблемости равен 28,9%. Связь между колебаниями числа Вольфа и колебаниями урожайности слабая, коэффициент корреляции составляет 0,137. Коэффициент детерминации показывает, что только 1,9% колебаний урожайности зависит от изменения солнечной активности.

Самый низкий уровень урожайности озимой пшеницы получен в 1964 г. (6,7 ц/га), число Вольфа составило 10. В 1959 г. достигнут высокий уровень урожайности – 14,7 ц/га при числе Вольфа 159. Самое высокое число Вольфа (190) установлено в 1957 г., урожайность – 8,9 ц/га. Низкий уровень числа Вольфа (4) зафиксирован в 1954 г., урожайность озимой пшеницы – 8,6 ц/га. Среднегодовое число Вольфа в этом цикле составило 87,3.

В 20-м цикле солнечной активности (13 лет) установлена тенденция роста урожайности озимой пшеницы ежегодно в среднем на 0,8 ц/га. Устойчивость динамики роста урожайности озимой пшеницы высокая. Колеблемость урожайности культуры умеренная. Коэффициент корреляции между колебаниями урожайности и солнечной активности составил 0,307. Коэффициент детерминации показывает, что 9,4% колебаний урожайности озимой пшеницы обусловлены колебаниями годовых уровней числа Вольфа.

Самый низкий уровень урожайности озимой пшеницы 6,7 ц/га зафиксирован в 1964 г., число Вольфа равно 10. Высокий уровень урожайности (25 ц/га) получен в 1976 г., число Вольфа – 13. Высокий уровень солнечной активности числа Вольфа (106) наблюдали в 1968 г. и 1969 г., урожайность озимой пшеницы достигла 15,7 и 17,7 ц/га соответственно. Среднегодовое число Вольфа составило 55,4.

Самым высоким среднегодовым уровнем числа Вольфа – 76,6 (среди шести изучаемых циклов) характеризуется 21-й цикл солнечной активности. Урожайность озимой пшеницы имела тенденцию к снижению ежегодно в среднем на 0,28 ц/га. Устойчивость снижения низкая, коэффициент корреляции рангов Спирмена составил $-0,25$. Установлена высокая колеблемость урожайности, коэффициент колеблемости равен 30,6%. Между колебанием урожайности озимой пшеницы и колебаниями годовых уровней числа Вольфа от среднего уровня за изучаемый цикл установлена обратная связь средней силы; 41,1% колебаний урожайности озимой пшеницы обусловлены колебаниями солнечной активности по годам. В 1976 г. получена высокая урожайность (25 ц/га) при годовом числе Вольфа 13. Низкий уровень урожайности (8 ц/га) был в 1979 г. при числе Вольфа, равном 155. Высокий

уровень солнечной активности (число Вольфа – 155) зафиксирован в 1979 г. и 1980 г., урожайность озимой пшеницы составила 8 и 14,8 ц/га соответственно. Низкие уровни солнечной активности (число Вольфа – 13) установлены в 1976 г. и 1986 г, урожайность составила 25 и 18 ц/га соответственно.

Неактивной тенденцией урожайности озимой пшеницы характеризуется 22-й цикл солнечной активности. Средняя урожайность составила 23,3 ц/га при ежегодном снижении в среднем на 0,79 ц/га. Устойчивость тенденции снижения урожайности озимой пшеницы средняя, так как коэффициент корреляции рангов Спирмена равен -0,54. Колеблемость урожайности умеренная. Особенностью данного цикла солнечной активности является то, что установлена прямая связь средней силы между колебаниями урожайности озимой пшеницы и колебаниями числа Вольфа, коэффициент корреляции равен 0,58. За изучаемый период 33,9% колеблемости урожайности озимой пшеницы обусловлены влиянием солнечной активности. Среднегодовое число Вольфа зафиксировано на уровне 72,3. Высокий уровень урожайности озимой пшеницы получен в 1990 г. – 28,4 ц/га, число Вольфа составило 143. Низкая урожайность – 14,8 ц/га установлена в 1995 г., число Вольфа – 18.

Урожайность озимой пшеницы в 23-м солнечном цикле (май 1996 г. – январь 2009 г.) имела тенденцию роста, ежегодно в среднем на 0,6 ц/га при средней урожайности 24,8 ц/га. Устойчивость роста урожайности средняя, коэффициент корреляции рангов Спирмена – 0,56. Колеблемость урожайности слабая. Взаимосвязь между колебаниями урожайности и солнечной активностью средней силы, коэффициент корреляции равен 0,33. Коэффициент детерминации составил 10,9%. Среднегодовое число Вольфа равно 52,2. Высокий уровень урожайности озимой пшеницы (32,9 ц/га) получен в 2002 г., число Вольфа – 104. В 1996 г. был низкий уровень урожайности (17,2 ц/га) при числе Вольфа 9. Высокий уровень солнечной активности зафиксирован в 2000 г. (число Вольфа – 120), низкий уровень – в 2008 г. (число Вольфа – 3).

В 24-м цикле солнечной активности – самое низкое среднегодовое значение числа Вольфа, равное 48,5 (среди последних шести солнечных циклов). Средняя урожайность озимой пшеницы составила 35,84 ц/га при ежегодном увеличении в среднем на 1,58 ц/га. Устойчивость роста урожайности высокая, так как коэффициент корреляции рангов Спирмена равен 0,65. Колеблемость урожайности слабая.

Коэффициент детерминации свидетельствует о том, что 3,9% колебаний урожайности вызвано различиями в колеблемости годовых уровней числа Вольфа. Высокий уровень урожайности озимой пшеницы – 46,5 ц/га получен в 2014 г., число Вольфа – 122; низкий уровень урожайности – 23,6 ц/га в 2011 г., число Вольфа – 56. Самый высокий уровень солнечной активности отмечен в 2014 г., число Вольфа соответствует 122; низкий уровень – в 2009 г., число Вольфа – 3.

Изучение влияния солнечной активности на колеблемость урожайности озимой пшеницы в разрезе 22-летних циклов солнечной активности позволило получить следующие результаты.

Цикл солнечной активности с 1954 по 1976 г. объединяет 19-й и 20-й 11-летние циклы. За этот период средняя урожайность озимой пшеницы составила 13,2 ц/га

при ежегодном абсолютном приросте 0,46 ц/га. Устойчивость тенденции роста урожайности высокая, коэффициент корреляции рангов Спирмена равен 0,76. Колеблемость урожайности озимой пшеницы умеренная. Среднегодовое число Вольфа за изучаемый период равно 72,6. Коэффициент корреляции между колебаниями урожайности озимой пшеницы и отклонениями ежегодного уровня числа Вольфа от среднего уровня за период составляет 0,14, что свидетельствует о слабой зависимости между изучаемыми факторами. Коэффициент детерминации показывает, что только 2% колебаний урожайности озимой пшеницы обусловлены влиянием изучаемого фактора.

Цикл солнечной активности с 1976 по 1996 г. включает 21-й и 22-й 11-летние циклы. За рассматриваемый период урожайность озимой пшеницы имела тенденцию роста, ежегодно в среднем на 0,34 ц/га при средней урожайности 20 ц/га. Устойчивость динамики роста урожайности слабая. Коэффициент колеблемости урожайности высокий и составляет 29,5%. Коэффициент корреляции между колебаниями урожайности озимой пшеницы и отклонениями уровней числа Вольфа от среднегодового равен 0,089, что свидетельствует о слабой связи между изучаемыми факторами. Среднегодовое число Вольфа равно 77,4.

Цикл солнечной активности с 1996 по 2019 г. объединяет 23-й и 24-й 11-летние циклы солнечной активности. Урожайность озимой пшеницы в изучаемый период имеет тенденцию к росту ежегодно в среднем на 0,92 ц/га. Средний многолетний уровень урожайности равен 30,5 ц/га. Коэффициент корреляции рангов Спирмена равен 0,78, что свидетельствует о высокой устойчивости роста урожайности озимой пшеницы. Колеблемость урожайности данной культуры умеренная. Коэффициент корреляции между изучаемыми факторами составил 0,148, коэффициент детерминации – 2,1%. Среднегодовое число Вольфа зафиксировано на уровне 50,5.

Изучение шести циклов солнечной активности показало, что в 19-м и 21-м солнечных циклах урожайность озимой пшеницы имела тенденцию к снижению. Обратная зависимость средней силы между колеблемостью урожайности озимой пшеницы и отклонениями годовых уровней числа Вольфа от среднегодового за период установлена в 21-м цикле солнечной активности (1976–1986 гг.). В общей колеблемости урожайности озимой пшеницы 41,1% (21-й солнечный цикл) и 33,9% (22-й солнечный цикл) обусловлены различиями в уровне солнечной активности. Развитие селекции сельскохозяйственных культур, уровня агротехники и организации производства привели к повышению устойчивости динамики урожайности озимой пшеницы и уменьшению ее колеблемости. В 23-м и 24-м солнечных циклах колебания солнечной активности определяет соответственно 10,9 и 3,9% колебаний урожайности культуры.

Исследование колеблемости урожайности озимой пшеницы показало, что по 22-летним циклам солнечной активности только 2% колебаний урожайности обусловлены различиями отклонений годовых уровней числа Вольфа от среднегодового уровня.

Таблица 1
Циклы солнечной активности

Table 1
Cycles of solar activity

Цикл	Начало	Конец	Лет	Максимум сглаженных среднемесячных чисел Вольфа	Минимум сглаженных среднемесячных чисел Вольфа	Количество дней без пятен
18-й	Февраль 1944 г.	Апрель 1954 г.	10,2	151,8 (май 1947 г.)	3,4	446
19-й	Апрель 1954 г.	Октябрь 1964 г.	10,5	201,3 (март 1958 г.)	9,6	227
20-й	Октябрь 1964 г.	Июнь 1976 г.	11,7	110,6 (ноябрь 1968 г.)	12,2	272
21-й	Июнь 1976 г.	Сентябрь 1986 г.	10,3	164,5 (декабрь 1979 г.)	12,3	273
22-й	Сентябрь 1986 г.	Май 1996 г.	9,7	158,5 (июль 1989 г.)	8	309
23-й	Май 1996 г.	Январь 2009 г.	12,6	120,8 (март 2000 г.)	2,2	820
24-й	Январь 2009 г.	Декабрь 2019 г.	11	116	1,8	914
25-й	Декабрь 2019 г.	Примерно до 2030 г.	–	–	–	219 (1 декабря 2020 г.)
Среднее	–	–	11,1	115,4	5,3	–

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Показатели устойчивости динамики, колеблемости урожайности озимой пшеницы и взаимосвязь с уровнем солнечной активности

Table 2

Indicators of stability of dynamics, fluctuation of winter wheat yield, and relationship with the level of solar activity

Показатель	1954–1967 гг.	1968–1986 гг.	1987–2011 гг.	2012–2022 гг.
Уравнение тренда	$y_t = 10,71 + 0,15t$	$y_t = 16,28 + 0,02t$	$y_t = 25,09 + 0,1t$	$y_t = 41,21 + 1,48t$
Средняя урожайность, ц/га	10,71	16,28	25,09	41,21
Среднегодовой абсолютный прирост (снижение), ц/га	0,15	–0,02	0,1	1,48
Показатели колеблемости				
Абсолютный s_t , ц/га	2,76	3,96	4,7	5,27
Относительный v_t , %	25,8	24,3	18,7	12,8
Показатели устойчивости				
Коэффициент устойчивости, %	74,2	75,7	81,3	87,2
Коэффициент корреляции рангов Спирмена	0,23	0,07	0,08	0,636
Среднегодовое число Вольфа	79,7	70,6	61,1	50,5
Коэффициент корреляции	0,219	–0,494	0,267	0,335
Коэффициент детерминации, %	4,8	24,4	7,1	11,2

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

Циклы солнечной активности и показатели устойчивости динамики, колеблемости урожайности озимой пшеницы

Table 3

Cycles of solar activity and indicators of stability of dynamics, fluctuation of yield of winter wheat

Цикл солнечной активности	Уравнение тренда	I	II	III	IV	V	VI	VII
19-й (апрель 1954 г. – октябрь 1964 г.)	$y_t = 10,11 - 0,07t$	2,92	28,9	71,1	–0,23	0,139	1,9	87,3
20-й (октябрь 1964 г. – июнь 1976 г.)	$y_t = 15,26 - 0,8t$	3,07	20,1	79,9	0,7	0,307	9,4	55,4
21-й (июнь 1976 г. – сентябрь 1986 г.)	$y_t = 16,49 - 0,28t$	5,05	30,6	69,4	–0,25	–0,641	41,1	76,6
22-й (сентябрь 1986 г. – май 1996 г.)	$y_t = 23,3 - 0,79t$	5	21,5	78,5	–0,54	0,582	33,9	72,3
23-й (май 1996 г. – январь 2009 г.)	$y_t = 24,81 - 0,6t$	3,97	16	84	0,56	0,33	10,9	52,2

24-й (январь 2009 г. – декабрь 2019 г.)	$y_t = 35,84 - 1,58t$	6,57	17,2	82,8	0,65	0,197	3,9	48,5
---	-----------------------	------	------	------	------	-------	-----	------

Примечание. I – абсолютный показатель колеблемости, ц/га; II – относительный показатель колеблемости, %; III – коэффициент устойчивости, %; IV – коэффициент корреляции рангов Спирмена; V – коэффициент корреляции; VI – коэффициент детерминации, %; VII – среднегодовое число Вольфа.

Источник: авторская разработка

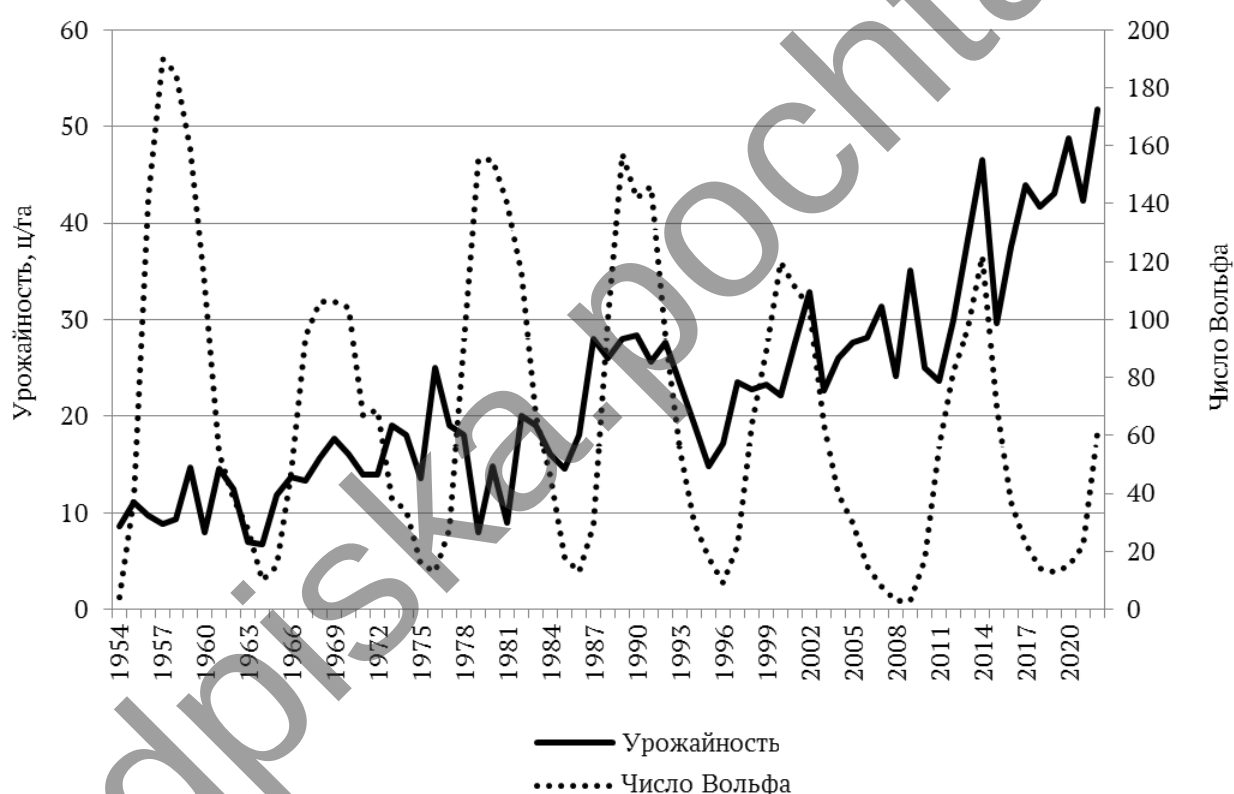
Source: Authoring

Рисунок 1

Динамика урожайности озимой пшеницы в Орловской области и числа Вольфа за 1954–2022 гг.

Figure 1

Dynamics of winter wheat yield in the Orel Oblast and the Wolf number for 1954–2022



Источник: авторская разработка

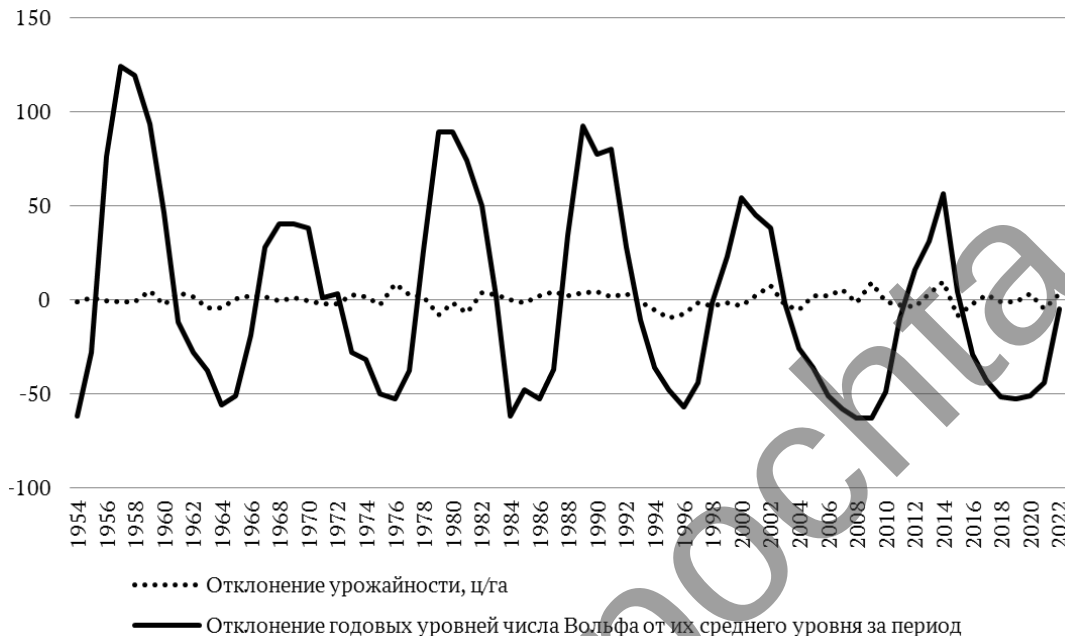
Source: Authoring

Рисунок 2

Зависимость колебаний урожайности озимой пшеницы в Орловской области от колебаний уровня отклонения годовых чисел Вольфа от их среднего уровня за период

Figure 2

Dependence of fluctuations in the yield of winter wheat in the Orel Oblast on fluctuations in the level of deviation of annual Wolf numbers from their average level for the period



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Семенов М.И. К вопросу о закономерностях колебаний урожаев // Вестник статистики. 1922. Кн. XI. № 5–8. С. 57–95. URL: https://istmat.org/files/uploads/62182/vestnik_statistiki_1922_kniga_11_no5-8.pdf
2. Ястремский Б.С. Средний уровень русских урожаев и солнечные пятна // Вестник статистики. 1922. Кн. XII. № 9–12. С. 79–86. URL: https://istmat.org/files/uploads/63559/vestnik_statistiki_1922_kniga_12_no9-12.pdf
3. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. М.: Мысль, 1995. 768 с.
4. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 200 с.
5. Юзбашев М.М., Попова О.В., Манелля А.И. Статистические методы изучения связи колебаний урожайности с циклами солнечной активности // Вестник сельскохозяйственной науки. 1982. № 8. С. 56–64.

6. Юзбашев М.М., Манелля А.И. Статистический анализ тенденций и колеблемости. М.: Финансы и статистика, 1983. 207 с.
7. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Долгосрочное прогнозирование урожайности полевых культур на основе фундаментальной цикличности солнечно-планетных связей // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 62–67.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dolgosrochnoe-prognozirovanie-urozhaynosti-polevykh-kultur-na-osnove-fundamentalnoy-tsiklichnosti-solnechno-planetnykh-svyazey?ysclid=m1avf994r3902857441>
8. Тихонов В.Е., Неверов А.А., Кондрашова О.А., Абдрашитов Р.Р. О влиянии планет Солнечной системы на динамику урожайности яровой пшеницы в степном Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2. С. 18–21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-planet-solnechnoy-sistemy-na-dinamiku-urozhaynosti-yarovoy-pshenitsy-v-stepnom-preduralie?ysclid=m1av5ajzkb422768801>
9. Мизун Ю.В., Мизун Ю.Г. Тайны будущего. М.: Вече, 2000. 592 с.
10. Манелля А.И., Нагнибедова Н.Н., Френкель А.А., Ващуков Л.И. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур в РСФСР. М.: Статистика, 1972. 192 с.
11. Кендэл М. Временные ряды. М.: Финансы и статистика, 1981. 199 с.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

STATISTICAL METHODS TO STUDY THE RELATIONSHIP OF STABILITY OF DYNAMICS AND FLUCTUATIONS IN WINTER WHEAT YIELDS WITH SOLAR ACTIVITY**Tat'yana I. GULYAEVA^{a,*},**
Ol'ga V. SIDORENKO^b,
Tat'yana A. VOLOBUEVA^c^a Orel State Agrarian University (Orel SAU),
Orel, Russian Federation
709tat@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5294-3348>^b Orel State Agrarian University (Orel SAU),
Orel, Russian Federation
sov1974@mail.ru
ORCID: not available^c Orel State Agrarian University (Orel SAU),
Orel, Russian Federation
tanechka.volobuewa@yandex.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:Article No. 569/2024
Received 12 Sept 2024
Received in revised
form 29 Sept 2024
Accepted 10 Oct 2024
Available online
29 Nov 2024**JEL Classification:**

C15, C22, Q01

Keywords:solar activity, Wolf
number, winter wheat
yield, indicators
of yield stability and
fluctuation, correlation
coefficient**Abstract****Subject.** The article addresses the influence of solar activity cycles on the stability of dynamics and fluctuations of winter wheat yields, on the Orel Oblast case.**Objectives.** The purpose of the study is to explore the relationship of solar activity in Wolf numbers with fluctuations in winter wheat yield; provide a quantitative measure of the relationship.**Methods.** We employed statistical methods for measuring trends in dynamics, established indicators of stability and fluctuation of yields, used time series correlation, the M. Kendall's method by the number of turning points to determine the type of fluctuations, tabular and graphical methods.**Results.** We presented time series of winter wheat yields for 1954–2022 (for 69 years). They include six 11-year cycles of solar activity. Taking into account the historical, socio-economic, agrotechnological conditions of development and achievements of breeding, we examined the time series of winter wheat yields for several periods. For 1954–2022, winter wheat yields increased 3.8 times, the average annual absolute increase was 10 times. The coefficient of determination confirmed that 11.2% of fluctuations in winter wheat yield were due to the influence of solar activity.**Conclusions.** The study of the variability of winter wheat yields showed that for 22-year cycles of solar activity, only 2% of yield fluctuations were due to differences in deviations of annual Wolf number levels from the average annual level.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2024

Please cite this article as: Gulyaeva T.I., Sidorenko O.V., Volobueva T.A. Statistical methods to study the relationship of stability of dynamics and fluctuations in winter wheat yields with solar activity. *Financial Analytics: Science and Experience*, 2024, vol. 17, iss. 4, pp. 370–387.<https://doi.org/10.24891/fa.17.4.370>

References

1. Semenov M.I. [On the issue of patterns of fluctuations in yields]. *Vestnik statistiki*, 1922, vol. 11, no. 5–8, pp. 57–95. URL: https://istmat.org/files/uploads/62182/vestnik_statistiki_1922_kniga_11_no5-8.pdf (In Russ.)
2. Yastremskii B.S. [The average level of Russian harvests and sunspots]. *Vestnik statistiki*, 1922, vol. 12, no. 9–12, pp. 79–86. URL: https://istmat.org/files/uploads/63559/vestnik_statistiki_1922_kniga_12_no9-12.pdf (In Russ.)
3. Chizhevskii A.L. *Kosmicheskii pul's zhizni: Zemlya v ob'yatiyakh Solntsa. Geliotaraksiya* [The cosmic pulse of life: The Earth in the arms of the Sun. Heliotaraxia]. Moscow, Mysl' Publ., 1995, 768 p.
4. Chetyrkin E.M. *Statisticheskie metody prognozirovaniya* [Statistical forecasting methods]. Moscow, Statistika Publ., 1977, 200 p.
5. Yuzbashev M.M., Popova O.V., Manellya A.I. [Statistical methods for studying the relationship of yield fluctuations with cycles of solar activity]. *Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Bulletin of Agricultural Science*, 1982, no. 8, pp. 56–64. (In Russ.)
6. Yuzbashev M.M., Manellya A.I. *Statisticheskii analiz tendentsii i koleblemosti* [Statistical analysis of trends and fluctuations]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1983, 207 p.
7. Tikhonov V.E., Neverov A.A. [Long-term forecast of crop yield on the basis of fundamental cycling of solar-planet relations]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2017, vol. 31, no. 4, pp. 62–67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dolgosrochnoe-prognozirovanie-urozhaynosti-polevyh-kultur-na-osnove-fundamentalnoy-tsiklichnosti-solnechno-planetnyh-svyazey?ysclid=m1avf994r3902857441> (In Russ.)
8. Tikhonov V.E., Neverov A.A., Kondrashova O.A., Abdrashitov R.R. [Impact of the Solar system planets on the dynamics of spring wheat yielding capacity in the Steppe Preduralye]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2011, no. 2, pp. 18–21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-planet-solnechnoy-sistemy-na-dinamiku-urozhaynosti-yarovoy-pshenitsy-v-stepnom-preduralie?ysclid=m1av5ajzkb422768801> (In Russ.)
9. Mizun Yu.V., Mizun Yu.G. *Tainy budushchego* [Secrets of the future]. Moscow, Veche Publ., 2000, 592 p.
10. Manellya A.I., Nagnibedova N.N., Frenkel' A.A., Vashchukov L.I. *Dinamika urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v RSFSR* [Dynamics of crop yields in the RSFSR]. Moscow, Statistika Publ., 1972, 192 p.

11. Kendall M. *Vremennye ryady* [Time Series]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1981, 199 p.

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.