

УДК 338.3

DOI: 10.26140/anie-2019-0804-0080

**АНОМАЛИИ В СТРУКТУРЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ
УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА**

© 2019

AuthorID: 724843

SPIN: 3763-1273

ORCID: 0000-0003-2195-8640

Генералов Иван Георгиевич, старший преподаватель
кафедры «Сервис»

AuthorID: 894024

SPIN: 1458-1806

Завиваева Ольга Евгеньевна, аспирантка кафедры
«Экономика и автоматизация бизнес-процессов»

AuthorID: 531491

SPIN: 4040-2965

ResearcherID: S-8276-2019

ORCID: 0000-0003-1189-8023

Суслов Сергей Александрович, кандидат экономических наук, доцент кафедры
«Экономика и автоматизация бизнес-процессов»*Нижегородский государственный инженерно-экономический университет
(606340, Россия, Княгинино, ул. Октябрьская, 22, e-mail: nccmail4@mail.ru)*

Аннотация. Уровень производства зерна зависит от многих факторов, что сказывается непосредственно на его устойчивости, поэтому изучение динамики и структуры временного ряда является актуальным направлением. Цель исследования заключается в выявлении аномалий в структуре временных рядов производства зерна в Нижегородской области. Исследование проводилось по данным за период с 1999 г. по 2018 г. При поиске аномалий в структуре временного ряда авторами использовались следующие методы и приемы: при статистической обработке выбросов данных – правило Томпсона; при объединении периодов, имеющих сходный уровень производства по всем категориям хозяйств – метод кластерного анализа. В результате обработки выбросов во временном 20-летнем ряде по правилу Томпсона авторами было выявлено три нетипичных периода для разных категорий хозяйств Нижегородской области. Кластерный анализ временных периодов по категориям хозяйств региона позволил выделить схожие периоды (5 кластеров) и определить аномальный кластер (1999 г. и 2010 г.). Авторы также прогнозируют, что в период с 2019 г. по 2021 г. в Нижегородской области должен проявиться производственный кризис в зерновом хозяйстве.

Ключевые слова: аномалия, валовой сбор, временной ряд, зерно, зерновое хозяйство, кластерный анализ, производство зерна, сельское хозяйство, статистический выброс, устойчивость производства, экономическая эффективность.

**ANOMALIES IN THE STRUCTURE OF TIME SERIES WHEN ASSESSING
THE STABILITY OF GRAIN PRODUCTION**

© 2019

Generalov Ivan Georgiyevich, senior lecturer of the chair «Service»**Zavivaeva Olga Evgenyevna**, aspirant of the chair «Economics
and automation of business processes»**Suslov Sergey Alexandrovich**, the candidate of economic sciences, associate professor
of the chair «Economics and automation of business processes»*(606340, Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya St., 22, e-mail: nccmail4@mail.ru)*

Abstract. The level of production of grain depends on many factors that affects directly its stability therefore studying of dynamics and structure of a time series is the relevant direction. The research objective consists in identification of anomaly in structure of time series of production of grain in the Nizhny Novgorod Region. The research was conducted by data from 1999 for 2018. By search of anomalies in structure of a time series by authors used the following methods and receptions: at statistical processing of emissions of data – Thompson's rule; at association of the periods having similar level of production on all categories of farms – a method of cluster analysis. As a result of processing of emissions in a time 20-year series by Thompson's rule by authors revealed three atypical periods for different categories of farms of the Nizhny Novgorod Region. Cluster analysis of the temporary periods on categories of farms of the region allowed to select the similar periods (5 clusters) and to define an abnormal cluster (1999 and 2010). Authors also predict that during the period from 2019 to 2021 in the Nizhny Novgorod Region production crisis in grain farm should be shown.

Keywords: anomaly, gross collection, time series, grain, grain economy, cluster analysis, grain production, agriculture, statistical release, production sustainability, economic efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. Развитие социально-экономического положения страны повышает необходимость анализа развития субъектов рыночных отношений с целью принятия оптимальных управленческих решений, направленных на повышение эффективности их функционирования [1, с. 5]. Исследование экономических явлений во времени позволяет достичь понимания причинных механизмов, обусловивших поведение изучаемого процесса, а также разработать необходимые модели временных рядов, которые не только объясняют поведение процесса, но и могут быть использованы для оценки прогноза развития экономического

процесса [2, с. 46].

Зернопродуктовый подкомплекс обладает ведущим местом в аграрной экономике [3]. При этом рынок зерна и продуктов его переработки несет стратегическое значение в целом для Российской Федерации [4, с. 17]. В свою очередь А. И. Алтухов отмечает, что уровень развития зернового хозяйства является одним из индикаторов экономического благополучия государства [5, с. 3].

Зерновое хозяйство является основой растениеводства и всего сельскохозяйственного производства. В зависимости от его состояния оно стимулирует или, наоборот, сдерживает развитие многих других сопряженных отраслей, продуктовых и сырьевых рынков [6, с. 9]. Однако специфика зернового производства требует ис-

следований, связанных со структурой временных рядов, а также выявлением аномальных периодов. Проблема обнаружения аномалий на некотором множестве дискретных данных, характеризующих единый процесс, сейчас является весьма актуальной [7, с. 59].

Аномальными значениями временного ряда считаются такие, которые явно выделяются из общей совокупности данных, существенно от них отличаются и могут оказать влияние на результаты дальнейшего исследования [8, с. 160].

Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор. Исследования, посвященные зерновому хозяйству всегда являются актуальными и перспективными ввиду специфичности данной отрасли народного хозяйства.

Следует отметить исследования, связанные с данной тематикой, таких ученых, как Аварского Н. Д., Алексеевой С. Н., Алтухова А. И., Амировой Э. Ф., Винничек Л. Б. и др.

Стабильное и эффективное функционирование зернового хозяйства является приоритетным направлением в развитии отечественного агропромышленного комплекса, поэтому вопросы поиска и обнаружения аномалий во временных рядах показателей развития зернопроизводства требуют дополнительного развития, ввиду чего данное направление исследования является актуальным.

МЕТОДОЛОГИЯ

Формирование целей статьи. Уровень производства зерна зависит от многих факторов, что сказывается непосредственно на его устойчивости, поэтому изучение динамики и структуры временного ряда в данном случае является актуальным направлением. Целью данного исследования является выявление аномалий в структуре временных рядов производства зерна.

Постановка задания. Объектом исследования являются производители зерна в Нижегородской области. В качестве статистических материалов использовались данные о производстве зерна сельскохозяйственными организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями, а также хозяйствами населения в Нижегородской области за период с 1999 г. по 2018 г.

Используемые в исследовании методы, методики и технологии. Для реализации поставленной цели авторами использовались следующие методы и приемы: при статистической обработке выбросов данных – правило Томпсона; при объединении периодов, имеющих сходный уровень производства по всем категориям хозяйств – метод кластерного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов. При анализе статистических данных, одной наиболее сложных проблем является обнаружение и анализ выбросов. Как правило их наличие свидетельствует об ошибках измерений. Однако в противном случае наличие выбросов в структуре данных позволяет также получить информацию о наличии аномалий. В соответствии с Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ ИСО 16269-4-2017 «Статистические методы. Статистическое представление данных» под выбросом понимают элемент маломощного подмножества выборки, существенно отличающийся от остальных элементов выборки [9].

Классические подходы выделения аномалий на временных рядах базируются как правило на статистическом и частотно-временном подходах, а также применении методов искусственного интеллекта и алгоритмов нечеткой логики [10, с. 101].

Для обработки выбросов используется ряд подходов: правила Томпсона и «ящик с усами», критерий Смирнова-Граббса, Титьена-Мура, Диксона, Дина–

Диксона, Шовене и др. В исследовании выбросов данных о производстве зерна в Нижегородской области нами будет применяться правило Томпсона (таблица 1).

Таблица 1 – Обработка выбросов данных по правилу Томпсона

| Категория хозяйств | Выбросы периода 1999–2018 гг. | Выбросы периода 2004–2018 гг. | Выбросы периода 2009–2018 гг. | Выбросы периода 2014–2018 гг. |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Сельскохозяйственные организации | 2010 г. | 2010 г. | 2010 г. | 2017 г. |
| Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели | 2017 г. | - | 2010 г. | - |
| Хозяйства населения | 2001 г. | 2004 г. | 2017 г. | - |
| Хозяйства всех категорий | 2010 г. | 2010 г. | 2010 г. | 2017 г. |

Обработка выбросов данных по правилу Томпсона авторами проводилась по нескольким временным периодам: 1999–2018 гг., 2004–2018 гг., 2009–2018 гг., 2014–2018 гг. В результате было установлено, что для различных категорий хозяйств на 20-летнем временном ряде было выделено три выброса: для сельскохозяйственных организаций – 2010 г.; для крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей – 2017 г.; для хозяйств населения – 2001 г. Обработка выбросов подтверждает системообразующую роль сельскохозяйственных организаций в зерновом хозяйстве, что выражено в полном их соответствии с кризисными периодами (2010 г.) общего регионального производства. Выброс в 2017 г. вызван рекордным урожаем за 20 лет у крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей – 2072,24 тыс. ц. Примечательно, что выбросы во временном ряду производства зерна по всем периодам лет в хозяйствах населения связаны с производственными всплесками.

Статистический разброс выбросов данных по категориям хозяйств не отражает общих тенденций в зерновом хозяйстве региона, поэтому в исследовании необходимо также провести поиск аномалий по общим характеристикам объектов в исследуемом периоде лет.

Под кластеризацией принято понимать группировку исследуемых объектов по схожести их свойств [11, с. 30].

Кластерный анализ следует считать одним из универсальных методов поиска аномалий, который обладает как положительной, так и отрицательной стороной. Данный метод способен выделить аномальный временной ряд целиком, но при этом нет возможности получить информацию о точности границ аномальных последовательностей [12; 7].

При выделении нетипичных объектов, которые не присоединяются ни к одному из кластеров интерес в нашем случае будут представлять кластеры с малым числом объектов (от 1 до 3) [12, с. 31].

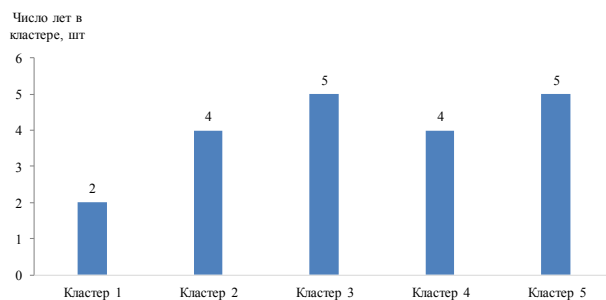


Рисунок 1 – Размер кластеров

В результате анализа было выделено пять кластеров. В первый кластер вошли два года – 1999 г. и 2010 г.; во второй вошли 4 года – 2000 г., 2002 г., 2005 г., 2007 г.; в третий вошли 5 лет – 2001 г., 2006 г., 2008 г., 2009 г., 2011 г.; в четвертый вошли 4 года – 2003 г., 2004 г., 2012 г., 2013 г.; в пятый вошли пять лет – 2014 г., 2015 г., 2016 г., 2017 г., 2018 г. (рисунок 1).

Далее необходимо изучить средние показатели производства в отдельных кластерах.

Таблица 2 – Средние показатели производства зерна в кластере 1

| Категория хозяйств | 1999 г. | 2010 г. | В среднем по кластеру 1 |
|--|----------|----------|-------------------------|
| Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели | 151,9 | 392,02 | 271,96 |
| Сельскохозяйственные организации | 6 686,77 | 4 999,32 | 5 843,045 |
| Хозяйства населения | 47,79 | 22,14 | 34,965 |
| Хозяйства всех категорий | 6 886,45 | 5 413,47 | 6 149,96 |

Исследуя производственные показатели первого кластера следует отметить, что в среднем хозяйствами всех категорий в регионе было произведено 6149,96 тыс. ц. зерна, в частности сельскохозяйственными организациями – 5843,045 тыс. ц., крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями – 271,96 тыс. ц., хозяйствами населения – 34,965 тыс. ц. (таблица 2).

Таблица 3 – Средние показатели производства зерна в кластере 2

| Категория хозяйств | 2000 г. | 2002 г. | 2005 г. | 2007 г. | В среднем по кластеру 2 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели | 208,97 | 283,86 | 478,19 | 538,54 | 377,39 |
| Сельскохозяйственные организации | 9 807,33 | 9 972,04 | 9 594,61 | 9 868,54 | 9 810,63 |
| Хозяйства населения | 63,73 | 73,05 | 54,72 | 18 | 52,375 |
| Хозяйства всех категорий | 10 080,03 | 10 328,95 | 10 127,52 | 10 425,08 | 10 240,395 |

Производство зерна во втором кластере характеризуется тем, что в среднем хозяйствами всех категорий было произведено 10240,395 тыс. ц., в частности сельскохозяйственными организациями – 9810,63 тыс. ц., крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями – 377,39 тыс. ц., хозяйствами населения – 52,375 тыс. ц. (таблица 3).

Таблица 4 – Средние показатели производства зерна в кластере 3

| Категория хозяйств | 2001 г. | 2006 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2011 г. | В среднем по кластеру 3 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели | 296,63 | 558,75 | 821,78 | 1 104,43 | 1 182,3 | 792,778 |
| Сельскохозяйственные организации | 11 517 | 11 056,3 | 12 146,14 | 13 193,29 | 11 790,86 | 11 940,718 |
| Хозяйства населения | 79,49 | 43,86 | 24,23 | 25,27 | 34,13 | 41,396 |
| Хозяйства всех категорий | 11 893,12 | 11 658,91 | 12 992,15 | 14 322,99 | 13 007,29 | 12 774,892 |

Рассматривая уровень производства в третьем кластере, следует отметить, что в среднем хозяйствами всех категорий Нижегородской области было произведено 12774,892 тыс. ц., из них сельскохозяйственными организациями – 11940,718 тыс. ц., крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями – 792,778 тыс. ц., хозяйствами населения – 41,396 тыс. ц. (таблица 4).

Таблица 5 – Средние показатели производства зерна в кластере 4

| Категория хозяйств | 2003 г. | 2004 г. | 2012 г. | 2013 г. | В среднем по кластеру 4 |
|--|----------|----------|----------|----------|-------------------------|
| Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели | 325,3 | 375,17 | 1 061,14 | 1 143,99 | 726,4 |
| Сельскохозяйственные организации | 8 275,48 | 8 121,6 | 8 224,96 | 8 010,17 | 8 158,053 |
| Хозяйства населения | 59,31 | 66,77 | 32,65 | 26,86 | 46,398 |
| Хозяйства всех категорий | 8 660,09 | 8 563,53 | 9 318,75 | 9 181,03 | 8 930,85 |

Общий уровень производства в четвертом кластере характеризуется тем, что в среднем хозяйствами всех категорий в исследуемом регионе составило 8930,85 тыс. ц., из них сельскохозяйственными организациями – 8158,053 тыс. ц., крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями – 726,4 тыс. ц., хозяйствами населения – 46,398 тыс. ц. (таблица 5).

Рассматривая уровень производства в пятом кластере, следует отметить, что в среднем хозяйствами всех категорий здесь было произведено 11775,354 тыс. ц., из них сельскохозяйственными организациями – 9963,872 тыс. ц., крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями – 1774,956 тыс. ц., хозяйствами населения – 36,526 тыс. ц. (таблица 6).

Таблица 6 – Средние показатели производства зерна в кластере 5

| Категория хозяйств | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | В среднем по кластеру 5 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------------------|
| Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели | 1 396,15 | 1 782,39 | 1 684,46 | 2 072,24 | 1 939,54 | 1 774,956 |
| Сельскохозяйственные организации | 9 906,55 | 9 689,6 | 9 561,63 | 11 129,96 | 9 531,62 | 9 963,872 |
| Хозяйства населения | 25,27 | 26,04 | 39,94 | 49,24 | 42,14 | 36,526 |
| Хозяйства всех категорий | 11 327,97 | 11 498,03 | 11 286,02 | 13 251,45 | 11 513,3 | 11 775,354 |

Результаты кластерного анализа и средние показатели по всем категориям хозяйств в выделенных кластерах свидетельствуют о том, что периоды в первом кластере являются аномальными, а именно 1999 г. и 2010 г.

ВЫВОДЫ

Выводы исследования. Проблема обеспечения устойчивого развития бизнеса является одной из обсуждаемых в управлении [13, с. 33]. Это отражается также и на зерновом хозяйстве. Применение современных приемов и методов в управлении устойчивостью производства на различных иерархических уровнях, позволяет оценить уровень развития аграрного сектора и совершенствование процесса управления [14; 15; 16]. Несомненно, качественный анализ временных рядов позволяет получать более достоверную информацию для прогноза, а также выявлять причины нестабильности уровней ряда динамики [17].

В результате обработки выбросов во временном 20-летнем ряде по правилу Томпсона было выявлено три нетипичных периода для разных категорий хозяйств Нижегородской области. Кластерный анализ временных периодов по категориям хозяйств региона позволил выделить схожие периоды и определить аномальный кластер, в который вошли 1999 г. и 2010 г.

Перспективы дальнейших изысканий данного направления. Судя по выявленной динамике повторения аномалий в зерновом хозяйстве, в период с 2019 г. по 2021 г. в Нижегородской области должен проявиться производственный кризис во всех категориях хозяйств длительностью в один год. Поэтому дальнейшее исследование имеет перспективу развития, а полученные результаты следует учитывать при прогнозировании производства зерна в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Садовникова Н. А. Шмойлова Р. А. Анализ временных рядов и прогнозирование. Вып. 5: учебно-методический комплекс. М.: ЕАОИ. 2011. 260 с.
2. Ярушкис Н. Г., Афанасьева Т. В. Нечеткие временные ряды как инструмент для оценки и измерения динамики процессов // Датчики и системы. 2007. № 12. С. 46–50.
3. Аморова Э. Ф. Перспективные направления повышения эффективности зернопродуктового подкомплекса // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2008. Т. 3. № 2 (8). С. 9–12.
4. Аварский Н. Д., Пролыгина Н. А., Гасанова Х. Н., Федюшин Д. Ю. Государственные интервенции как форма маркетингового регулирования рынка зерна // Экономика сельского хозяйства России. 2014. № 6. С. 12–18.
5. Алтухов А. И. Зерновое хозяйство и продовольственная безопасность России // АПК: Экономика, управление. 2009. № 1. С. 3–12.
6. Кострова Д. О., Тевяшова А. С. Статистические методы оценки динамики валовых сборов зерновых культур // Региональный вестник. 2016. № 2 (3). С. 9–11.
7. Заварзин Д. В. К вопросу поиска аномалий во временных рядах // Инновации в науке. 2014. № 29. С. 59–64.
8. Голубчикова И. С. Исследование применимости методов обнаружения аномалий во временных рядах // Электронные средства и системы управления. 2017. № 1-2. С. 160–163.
9. ГОСТ Р ИСО 16269-4:2017 Статистические методы. Статистическое представление данных. Часть 4. Выявление и обработка выбросов. 53 с.
10. Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р. Определение аномалий на временных рядах методами нечеткого распознавания // Доклады Академии наук. 2008. Т. 421. № 1. С. 101–105.
11. Федин Ф. О., Федин Ф. Ф. Анализ данных. Часть 2. Инструменты Data Mining: учебное пособие. М.: Московский городской педагогический университет. 2012. 308 с.
12. Deepthi Cheboli. Anomaly Detection of Time Series. Faculty Of The Graduate School Of The University Of Minnesota. 2010. 75 pp.
13. Гузля А. А. Стейкхолдерский подход к обеспечению устойчивого развития бизнеса // Вестник НГИЭИ. 2015. № 3 (46). С. 33–37.
14. Винничук Л. Б., Алтухов А. И., Иванов А. А., Макаренко Г. Л., Кукушкина Е. Е., Федотова О. В., Позубенкова Э. И., Позубенков

П. С., Уланова О. И., Ефимов А. М., Котенев А. Д., Евдошенко В. В., Алексеева С. Н., Харитонова Т. В., Савватеева С. А., Кухарев О. Н., Сёмов И. Н., Старостин И. А., Гайнуллина М. К., Якимов О. А. и др. Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства: монография. Пенза. РИОПГСХА. 2014. 220 с.

15. Ковылкин Д. Ю., Иванов А. А., Иванова Н. Д., Колесов К. И., Плеханова А. Ф. Система показателей оценки уровня привлекательности отраслей экономики // Научное обозрение. 2015. № 19. С. 274–277.

16. Шамин А.Е., Фролова О.А. Экономический механизм регулирования межхозяйственных отношений в агропромышленных объединениях // Региональная экономика: теория и практика. 2011. № 33. С. 20–25.

17. Иванова Н. Д., Иванов А. А., Колесов К. И., Плеханова А. Ф., Ковылкин Д. Ю. Отрасль как экономическая система // Научное обозрение. 2015. № 16. С. 359–362.

Статья поступила в редакцию 11.09.2019

Статья принята к публикации 27.11.2019