

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ И МЕТОДЫ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ<sup>1</sup>

Иванюк В. А.

Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия

VAIvanyuk@fa.ru

*Аннотация. В данном научном исследовании анализируются причины возникновения, последствия, стратегии и способы преодоления кризисов, происходящих в экономике. Особое внимание уделяется в статье изучению таких понятий как: аномалии, микро- и макрошоки в финансовых временных рядах.*

*Ключевые слова: кризисы, причины, последствия, экономика.*

## Введение

Экономические и финансовые кризисы – комплексные события, происходящие в результате различных факторов, среди которых – макроэкономические, геополитические, социальные и психологические аспекты. Кризисы являются ключевыми проблемами современной хозяйственной жизни. Они представляют собой периоды значительного экономического спада и характеризуются резким снижением экономического роста, уровня производства, увеличением безработицы, дефляцией активов, сокращением инвестиций, утратой финансовой стабильности, падением уровня общего благосостояния [1-3].

## 1. Причины возникновения экономических и финансовых кризисов

Перечислим основные факторы, приводящие к экономическим кризисам:

1. Макроэкономические дисбалансы. Несбалансированный экономический рост, долгосрочные диспропорции в международной торговле, бюджетных дефицитах и инфляции, избыточное кредитование, неравномерное распределение доходов и накоплений могут вызвать экономические кризисы. Примером такой ситуации является долговой кризис в Еврозоне, который был вызван государственными долгами, нарастающими дефицитами и ухудшением социально-экономической ситуации в некоторых странах.

2. Финансовые факторы, к которым относятся так называемые финансовые пузыри и крахи: неконтролируемое развитие финансовых инноваций, низкая степень прозрачности финансовых рынков. Финансовые пузыри возникают, если стоимость активов растет быстрее, чем их реальная стоимость, что может привести к нерациональному инвестированию и спекуляциям. Когда пузырь лопается, стоимость активов рушится, инвесторы теряют деньги, и это может вызвать панику на финансовых рынках, приводя к экономическому кризису.

3. Геополитические события: войны, терроризм, политическая нестабильность могут иметь серьезные последствия для мировой экономики. В результате возникают нарушения цепочек поставок, увеличение государственных расходов на оборону и сокращение инвестиций, что может провоцировать серьезные экономические кризисы.

Причины экономических кризисов многообразны и сложны, и их понимание требует учета множества различных факторов [4-6].

## 2. Последствия экономических кризисов

Последствия экономических кризисов могут быть разнообразными. Рассмотрим наиболее значимые последствия экономических кризисов:

1. Экономические: снижение Валового Внутреннего Продукта (ВВП) из-за сокращения общего объема производства и услуг, что может способствовать долгосрочной стагнации экономики и замедлению роста.

2. Социальные: рост безработицы из-за падения спроса на товары и услуги предприятий и сокращения рабочих мест, снижение уровня жизни населения, качества образования,

<sup>1</sup> Работа сделана при поддержке гранта РФФ 23-41-10001 «Математические модели и компьютерные технологии календарного планирования производства и энергетики в условиях экономической неопределённости».

здравоохранения, увеличение числа бедных и мигрантов, неравномерное развитие регионов, социальное напряжение.

3. Финансовые: сокращение кредитования, нарушение финансового равновесия, банкротство предприятий и финансовых институтов, инфляция (рост общего уровня цен) или дефляция (снижение общего уровня цен), имеющие негативные последствия для экономики и стабильности населения.

### 3. Стратегии преодоления экономических кризисов

Предотвращение экономических кризисов является одной из важнейших задач для правительств и финансовых организаций по всему миру. В экономической науке выработан ряд эффективных методов борьбы с кризисами, направленных на стабилизацию экономики и устранение дисбалансов. Рассмотрим основные из них.

1. Макроэкономические методы: антициклическое регулирование, рациональная фискальная и монетарная политика, стимулирование экономического роста, поддержка национальной валюты, производства, инфраструктуры, инноваций, инвестиции в образование и науку, содействие экспорту и привлечение иностранных инвестиций, обеспечение стабильных и прозрачных экономических условий для развития предприятий и предпринимательства, что включает в себя создание гибкого рынка труда, снижение административных барьеров для бизнеса и обеспечение доступа к кредитам для предприятий.

2. Финансовые меры: усиление регуляции и надзора над финансовыми рынками, контроль за деятельностью банков, страховых компаний и других финансовых учреждений, повышение капитализации банков, ограничение рискованных инвестиций.

3. Международное сотрудничество: так как экономические кризисы часто имеют мировой характер, их предотвращение требует сотрудничества на глобальном уровне, поэтому страны должны активно участвовать в международных организациях, таких как Всемирный банк, Международный валютный фонд и др.

Рассмотрим какие виды кризисов существуют:

1. Циклические: являются частью экономического цикла и происходят с определенной периодичностью, связаны с колебаниями спроса и предложения, инвестиций и производства, делятся на четыре фазы: рост, пик, спад и дно.

2. Структурные: возникают из-за фундаментальных изменений в экономической структуре страны или мировой экономики, могут быть вызваны технологическими изменениями, демографическими сдвигами или изменениями в глобальных торговых отношениях.

3. Финансовые: происходят, когда финансовая система становится нестабильной, что может привести к банкротству банков, дефолту на долгах и снижению кредитования, могут быть вызваны чрезмерным кредитным ростом, пузырями на рынке активов или неправильным регулированием финансового сектора.

4. Внешнеторговые: возникают, когда страна сталкивается с серьезными проблемами в торговле с другими странами, такими как дефицит торгового баланса, валютные колебания или протекционистские меры со стороны торговых партнеров.

5. Государственные долговые кризисы: происходят, когда страна не может выплатить долговые обязательства, что может привести к дефолту, реструктуризации долга или международной финансовой помощи.

Для того, чтобы идентифицировать кризисы, смягчить их последствия и выработать эффективные стратегии выхода из них, экономисты и инвесторы используют ряд аналитических методов, которые помогают своевременно отслеживать возникающие аномалии, микро- и макрошоки в экономике и финансовой сфере. Рассмотрим основные из них:

1. Авторегрессионные модели (одной из наиболее распространенных является авторегрессионная интегрированная модель скользящего среднего – ARIMA, применяемая для прогнозирования будущих значений временного ряда и определения аномалий и шоков на основе отклонений прогнозов от реальных значений).

2. Модели GARCH (обобщенные авторегрессионные условно-гетероскедастичные модели, которые используются для анализа волатильности временных рядов и обнаружения аномалий и шоков, связанных с изменениями волатильности).

3. Эконометрические модели построения кризисов. На основе методов математической статистики и машинного обучения.

#### 4. Аномалии, микро- и макрошоки в финансовых временных рядах

Аномалии, микро- и макрошоки в финансовых временных рядах – важные понятия в экономической науке и аналитике. Они характеризуют неожиданные события, изменения, которые могут оказывать влияние на финансовые показатели и ситуацию, происходящую на рынке.

1. Аномалии – отклонения в данных, которые не соответствуют стандартным экономическим ожиданиям. Они возникают из-за ошибок в данных, изменений в рыночных условиях и других неожиданных событий. Аномалии способны оказывать как негативное, так и позитивное влияние на инвестиционные решения и стратегии.

2. Микрошоки – незначительные и кратковременные изменения в финансовых показателях, таких как цены акций, валютные курсы или процентные ставки. Они могут быть спровоцированы различными факторами (корпоративными новостями, изменениями в экономической политике) и, как правило, имеют краткосрочное воздействие на рынок. Предоставляют инвесторам возможности для спекулятивных сделок.

3. Макрошоки – глобальные и длительные изменения в финансовых показателях. Способны оказывать влияние на всю экономику и рынок. Вызываются фундаментальными трансформациями в экономических условиях, такими, как рецессия, война, политическая нестабильность, природные катастрофы, эпидемии. Оказывают продолжительное воздействие на рынок, могут вызывать значительные изменения в инвестиционных стратегиях и решениях.

Для предсказания и исследования кризисов, а также поиска путей выхода из них аналитики активно используют эконометрические модели кризисов. Они представляют собой статистические модели, которые используются для анализа кризисных процессов. Данные модели основаны на применении эконометрики, изучающей количественные закономерности в экономике с помощью математических и статистических методов.

Экономическая наука выделяет несколько типов эконометрических инструментов для определения кризиса:

- Регрессионные модели (применяются для анализа связи между одной либо несколькими независимыми факторами и зависимой переменной, являющейся признаком кризиса; могут быть линейными и нелинейными).
- Временные ряды (используются для оценки «поведения» экономических переменных во времени и помогают предсказать их будущие действия; среди них выделяют: авторегрессионные модели (AR), модели скользящего среднего (MA), авторегрессионно-интегрированные модели скользящего среднего (ARIMA).
- Панельные данные (требуются для анализа данных, собранных в разные периоды времени для различных объектов, к которым относятся государства, предприятия; позволяют учесть временную и пространственную динамику экономических процессов).
- Модели прогнозирования кризисов (анализируют исторические факты и помогают спрогнозировать вероятность наступления кризиса в конкретный момент; среди них выделяются логит- и пробит-модели).
- Модели экономических показателей (оценивают состояние экономической сферы и определяют вероятность наступления кризиса с помощью определенного набора экономических параметров; могут использовать как один, так и несколько показателей: ВВП, уровень безработицы, индекс потребительских цен и др.

#### 5. Обзор алгоритмов обнаружения аномалий

Рассмотрим основные алгоритмы поиска аномалий во временных рядах. Эти алгоритмы можно разделить на две категории: статистические и методы машинного обучения.

Статистические включают в себя традиционные методы, такие как ARIMA, экспоненциальное сглаживание и скользящее среднее, в то время как в машинном обучении используются такие алгоритмы, как  $k$  ближайших соседей, деревья решений и метод опорных векторов. С другой стороны, методы глубокого обучения включают в себя нейронные сети, сверточные нейронные сети и рекуррентные нейронные сети. Каждый из этих методов имеет свои сильные и слабые стороны и может использоваться в различных случаях в зависимости от типа данных и решаемой проблемы.

В большинстве работ, посвященных поиску аномалий [7], применяется подход, основанный на выявлении объектов, выделяющихся из общего распределения данных. Один из наиболее распространенных методов в этой области - использование статистических тестов для определения аномалий в данных. Например, в работе [8] авторы применяли различные методы обнаружения

выбросов в одномерных временных рядах и сделали вывод о том, что «метод 3 сигм» и метод обнаружения выбросов по Z-оценке не являются хорошей моделью для детектирования аномалий. Как показала работа, проведенная в этом исследовании, метод стандартного отклонения очень популярен из-за относительной простоты его применения, однако это все же не лучший метод проверки выбросов, потому что он использует такие параметры, как среднее значение и стандартное отклонение, которые сами по себе легко изменяются при наличии выбросов во временных рядах.

В статье Эндрю Кука [9] содержится всесторонний обзор различных методов, которые широко используются для обнаружения аномалий во временных рядах IoT. Статистические методы: ARIMA, ARMA и экспоненциальное сглаживание показывают довольно точные результаты в моделировании временных рядов и выявлении аномалий. Эти методы используют исторические данные для моделирования ожидаемого поведения системы. Когда новое наблюдение получено, оно сравнивается с текущей моделью данной системы, и если оно не соответствует этой модели, то наблюдение регистрируется как аномалия. Также, в статье Эндрю Кука рассматриваются методы, основанные на машинном обучении, такие как метод k-ближайшего соседей (KNN), метод опорных векторов (SVM) и деревья решений, основанные на обучении на исторических данных. В свою очередь, методы глубокого обучения, такие как RNN и CNN, использовались для моделирования сложных временных закономерностей и для обнаружения аномалий в во временных рядах. Автор подчеркивает сильные и слабые стороны различных подходов и дает представление о том, как их можно применить к реальным задачам.

Обнаружение выбросов в потоковых данных временных рядов является особенно сложной проблемой, поскольку новые точки данных поступают непрерывно и должны обрабатываться в режиме реального времени. Юпинг Лу и др. рассмотрели эту проблему в своей статье [10]. Авторы предоставляют подробный обзор проблем и ограничений существующих методов обнаружения выбросов и предлагают новый подход, специально разработанный для потоковой передачи данных с распределенной сети датчиков ARM. Предлагаемый метод основан на скользящем окне, который постоянно обновляет модель по мере появления новых наблюдений. Авторы сравнивают свой метод с несколькими существующими методами обнаружения выбросов и показывают, что он превосходит их по точности и эффективности.

Существуют некоторые ключевые проблемы, связанные с обнаружением аномалий во временных рядах:

1. Высокая степень шума и неопределенности в данных временных рядов, что может затруднять точное определение аномалий.
2. Сложности с выбором оптимального порога для определения аномалий в данных.
3. Необходимость быстрого обнаружения аномалий в потоковых данных, где данные поступают в режиме реального времени и требуют мгновенной обработки.

Приведем пример алгоритма, основанный на предсказании:

1. Предположим, нам известны последние  $T$  значений временного ряда. Модель обучается на этих данных, чтобы предсказывать  $T + 1$ -ое значение, следующее за ним.

2. Обученная модель применяется к тестовым данным: для каждого временного отсчета, начиная с  $T + 1$ , прогнозируется его значение на основе предыдущих  $T$  наблюдений. Ошибка прогноза зависит от разницы между прогнозируемым значением, реальным наблюдением и определенными параметрами модели.

В качестве измерения ошибки прогноза может использоваться метрика MAPE:

$$MAPE = \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|$$

Аномалиями признаются те значения временного ряда, которые отклоняются от прогноза более чем на пороговое значение. В качестве порогового значения принимается 95 перцентиль от метрики MAPE. 95-ый перцентиль является стандартной мерой для определения порогового значения при обнаружении аномалий во временных рядах. Это означает, что точки, отклоняющиеся от прогноза на более чем 95% случаев, считаются аномалиями. Использование 95-ого перцентиля позволяет установить более жесткий порог для определения аномалий и уменьшить вероятность ложных срабатываний.

## 6. Заключение

В статье проведены причины возникновения, последствия, стратегии и способы преодоления кризисов, происходящих в экономике. В работе приведен обзор литературы по теме моделирование кризисных ситуаций. Проанализированы методы статистического моделирования и машинного обучения для обнаружения аномалий во временных рядах.

## Литература

1. *Radosteva, M., Soloviev, V., Ivanyuk, V., & Tsvirkun, A.* Use of neural network models in the market risk management // *Advances in Systems Science and Applications*. – 2018. – Т. 18. – №. 2. – С. 53-58.
2. *Иванюк В. А., Андропов К. Н., Цвиркун А. Д.* Анализ состояния рынка и построение модели кризиса // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – №. 6. – С. 581-581.
3. *Иванюк В. А., Цвиркун А. Д., Попов В. Ю.* Классические подходы к анализу и прогнозированию риска // *Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016*. – 2016. – С. 286-288.
4. *Иванюк В. А., Андропов К. Н., Цвиркун А. Д.* Разработка методологии долгосрочного прогнозирования на основе мультитрендового прогноза // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – №. 12-5. – С. 1032-1035.
5. *Иванюк В. А., Андропов К. Н., Цвиркун А. Д.* Методология совокупного прогнозирования активов и их рисков // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – №. 12-5. – С. 1028-1031.
6. *Ivanyuk V.* Econometric forecasting models based on forecast combination methods // *2018 Eleventh International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD)*. – IEEE, 2018. – С. 1-4.
7. *Arindam Banerjee Varun Chandola and Vipin Kumar*, Anomaly detection: A survey, *ACM Computing Surveys*, 2009. *Butenko Iu. I., Margaryan T. D., Bolotova E. E.* Scientific and Technical Text Corpus as the Basis for Aerospace Terminology Standardization. *Applied Linguistics Research Journal*. 2021; Vol. 5(3): pp. 113-119. DOI: 10.14744/alrj.2021.72677.
8. *Nkechinyere E. M., Andrew I., Idochi O.* Comparison of different methods of outlier detection in univariate time series data // *International Journal for Research in Mathematics and Statistics*. – 2015. – Т. 1. – №. 1. – С. 55-83
9. *Cook A. A., Mısırlı G., Fan Z.* Anomaly detection for IoT time-series data: A survey // *IEEE Internet of Things Journal*. – 2019. – Т. 7. – №. 7. – С. 6481-6494.
10. *Lu Y. et al.* Detecting outliers in streaming time series data from ARM distributed sensors // *2018 IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW)*. – IEEE, 2018. – С. 779-786.