

## МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КРИЗИСАМИ И АНОМАЛИИ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ

**Иванюк В.А.**

*Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия*  
VAIvanyuk@fa.ru

**Цвиркун А.Д.**

*Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, Москва, Россия*  
tsvirkun@ipu.ru

**Горошникова Т.А.**

*Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия*  
tagora@list.ru

**Шувалов К.И.**

*Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, Москва, Россия*  
shuval@ipu.ru

**Жолобова Г.Н.**

*Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия*  
gnzholobova@fa.ru

**Смирнов М.В.**

*Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия*  
mvsmirnov@fa.ru

*Аннотация. Экономисты часто рассматривают кризисы как свойство открытых систем. Данные открытые системы активно взаимодействуют с внешним миром, обмениваясь с ним энергией, материальной составляющей и информацией, и постоянно подвергаются каким-либо преобразованиям под влиянием политических, социальных, технологических и ряда других факторов. В статье рассматриваются методы обнаружения аномалий во временных рядах и методы управления кризисами.*

*Ключевые слова: кризис, модель, анализ, прогноз.*

### Введение

Проведем исследование по изучению свойств кризисов, как открытых систем:

- Неустойчивость (экономические и финансовые системы подвержены постоянному изменению и развитию, что приводит к накоплению внутренних и внешних дисбалансов и противоречий, которые в конечном итоге вызывают кризис).
- Сложность (открытые системы имеют разветвленную структуру, состоящую из множества взаимосвязанных элементов, что вызывает непредсказуемые, каскадные эффекты).
- Взаимозависимость (в открытых системах все элементы тесно связаны между собой и взаимодействуют друг с другом, в результате чего проблемы, возникшие в одной части системы, быстро перекидываются и на другие части).
- Неопределенность (подверженность влияниям различных внешних обстоятельств, неожиданных событий).
- Адаптивность (открытые системы способны адаптироваться к новым условиям и ситуациям во внешнем мире, но не всегда это происходит легко, быстро и эффективно, что, в свою очередь, также провоцирует кризисы).

В контексте экономической сферы, открытая система относится к экономике государства, которая активно участвует в международной торговле и инвестициях, а также взаимодействует с другими странами на политическом и культурном уровне.

Открытые экономические системы достаточно уязвимы к экономическим кризисам из-за своей зависимости от внешних факторов, таких как колебания мировых цен на сырье, изменение курса валют, глобальная экономическая конъюнктура и внешнеполитические риски. Однако открытые системы способны также извлекать пользу из глобализации и международного сотрудничества, что стимулирует их экономический рост и развитие.

Взаимосвязь между открытыми системами и экономическими кризисами можно отчетливо проследить через такие аспекты, как:

- внешняя торговля: зависимость от экспорта и импорта товаров и услуг, что может привести к увеличению экономической взаимосвязанности и риска передачи кризисов между странами;

слабость экономики одной страны может отразиться на хозяйственной жизни других государств через уменьшение спроса на экспорт и снижение инвестиций;

- финансовая интеграция: денежные рынки открытых систем становятся все более интегрированными на глобальном уровне, что может привести к усилению взаимосвязи между финансовыми институтами и увеличению системных рисков;
- валютные колебания: открытые экономические системы подвержены колебаниям валютных курсов, вызывающих кризисы (например, снижение курса национальной валюты может увеличить стоимость импорта и обслуживание внешнего долга и привести к инфляции, уменьшению покупательной способности населения и замедлению экономического роста);
- глобальные экономические дисбалансы: неравномерное распределение производства, спроса, долговых нагрузок между странами.

Открытые экономические системы являются двойственными в своем воздействии на экономические кризисы. С одной стороны, они увеличивают уязвимость экономики к внешним шокам и глобальным кризисам, а, с другой стороны, способствуют международному сотрудничеству и экономическому росту, что может помочь смягчить и преодолеть кризисы [1-3].

## 1. Методы управления кризисами

Для понимания природы кризисов многое сделал лауреат нобелевской премии Илья Пригожин.

И. Пригожин воспринимает кризис как фазовый переход в экономической системе, то есть как процесс, в ходе которого система переходит из одного состояния в другое. Это относится к изменениям в экономической активности, занятости, инфляции и других ключевых показателях.

Пригожин полагает, что фазовые переходы происходят тогда, когда система достигает определенного порога или точки бифуркации («пороговые» значения могут относиться к уровню долга, процентной ставке, инфляции). Достигнув порога, система по естественным экономическим законам переходит из одного состояния равновесия в другое, которое воспринимается как кризис.

Правильно понимая законы экономической системы и кризисных явлений, можно эффективно управлять этими явлениями. На основе данной концепции правительства, международные организации и банковские системы всего мира используют определенные меры для борьбы с кризисами. К ним относятся:

- макропруденциальное регулирование (усиление надзора и регулирования финансовых институтов и рынков, чтобы предотвратить чрезмерное кредитование, «пузыри» на рынке активов и системные риски);
- устойчивая фискальная политика (поддержание разумного уровня государственного долга и дефицита бюджета с целью сохранить доверие инвесторов и предотвратить долговые кризисы);
- монетарная политика (поддержание стабильности цен, определенного уровня занятости, контроль за инфляцией и долгосрочными процентными ставками);
- проведение структурных реформ, направленных на повышение производительности, улучшение делового климата и стимулирование инноваций, чтобы укрепить экономическую устойчивость и снизить уязвимость к кризисам;
- активное инвестирование сферы образования, науки, инфраструктуры для увеличения уровня человеческого капитала и улучшения конкурентоспособности экономики;
- международное сотрудничество (развитие взаимопомощи и плодотворных отношений между странами и различными организациями для координации экономической политики, предотвращения валютных войн и снижения глобальных дисбалансов);
- социальная защита населения (расширение социальных программ, смягчение последствий кризисов для наиболее уязвимых слоев населения, снижение социального неравенства);
- устойчивое развитие (обеспечение устойчивого развития экономики, продвижение экологических технологий для сокращения рисков, связанных с климатическими изменениями и природными катастрофами);
- повышение прозрачности и ответственности в экономическом управлении с целью предотвращения коррупции;
- разработка гибкой экономической политики, способной адаптироваться к изменяющимся условиям и предотвращать негативные последствия экономических шоков.

Полностью предотвращать экономические кризисы не представляется возможным, однако, перечисленные выше меры позволяют снизить вероятность возникновения кризисов и смягчить их последствия для экономики и общества [4-6].

Важную роль правительства, банки, бизнес должны уделять восстановительным экономическим мерам и грамотному выходу из кризиса: необходимо восстановить экономический рост, создать новые рабочие места, провести структурные реформы, привлечь инвестиции в развитие инновационных технологий, обеспечить расширение человеческого капитала.

## 2. Подходы к обнаружению аномалий в финансовых временных рядах

Выявление аномалий в финансовых временных рядах является важной задачей в экономике. Обнаружение аномалий важно на фондовом рынке. В первую очередь, практическая значимость выявления выбросов заключается в выявлении сверхприбыли за счет включения в торговые стратегии факторов, связанных с существованием аномалий. С. Г. Антипов и М. В. Фомина в работе «Проблема обнаружения аномалий на фондовом рынке» [7] отмечают, что сейчас возрастает использование временных рядов, которые описывают длительные процессы, протекающие во времени, в различных областях.

Существуют различные методы обнаружения аномалий. В. П. Шкодырев, К. И. Ягафаров, В. А. Баштовенко, Е. Э. Ильина в статье «Обзор методов обнаружения аномалий в потоках данных» [8] провели обзор методов обнаружения аномалий, сделав следующую классификацию: методы обнаружения аномалий, основанные на нейронных сетях, алгоритмы, основанные на классификации, например, метод опорных векторов, методы, основанные на кластеризации, например алгоритм k-means, статистические методы и гибридные.

Sheng Xue, Hualiang Chen и Xiaoliang Zheng в работе «Обнаружение и количественная оценка аномалий в сетях на основе комбинированной модели LSTM-ARIMA» [9] для решения проблемы обнаружения аномалий использовали прогностический метод на основе прогностической модели LSTM-ARIMA. Для обнаружения выбросов они использовали сравнение ошибок между фактическими и предсказанными значениями и показали, что данный метод обнаружения аномалий обладает хорошей точностью. В работе «Проблема обнаружения аномалий в наборах временных рядов» Антипов С. Г. и Фомина М. В. предлагают алгоритм TS-ADEEP для обнаружения аномалий, позволяющий эффективно строить критерии для распознавания аномалий [7]. Авторы отмечают, что алгоритм, который хорошо работает на одних типах данных, может давать плохие результаты на другом типе данных. Если говорить о качестве прогноза прогностических алгоритмов LSTM и ARIMA, то в работе «Сравнительный анализ прогнозных моделей ARIMA и LSTM на примере акций российских компаний» Алжеев А. В. и Кочкаров Р. А. [10] сосредоточились на лучшей модели для прогноза временных рядов с учетом минимизации ошибок и высокой точности прогноза и показали, что при использовании модели LSTM среднеквадратическая ошибка на 65% меньше, чем при использовании моделей ARIMA.

## 3. Типы аномалий во временных рядах

Термин «аномалия» впервые упоминается в 1970 году Томасом Куном, профессором Массачусетского технологического института. Шверт определяет аномалии как эмпирические результаты, которые не согласуются с имеющимися теориями ценообразования активов. На основе этого определения можем сформировать определение аномалий: аномалия (или же выброс) – это значение временного ряда, которое не соответствует ожидаемому значению. Выбросы встречаются почти в каждом временном ряде и вызваны они могут быть какими-либо событиями, например, кризисами.

Рассмотрим различные типы выбросов во временных рядах:

1. Аддитивный выброс. Аддитивный выброс – это единичный выброс в рассматриваемом временном ряду, который не влияет на последующее значение временного ряда. Пример аддитивного выброса (выделен красным цветом) можно увидеть на рисунке 1, представленном ниже.

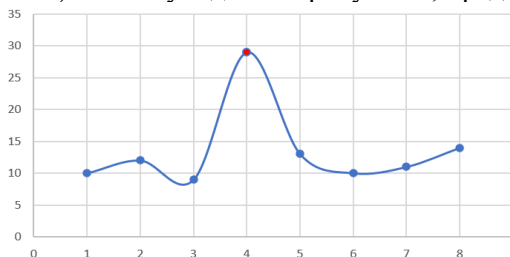
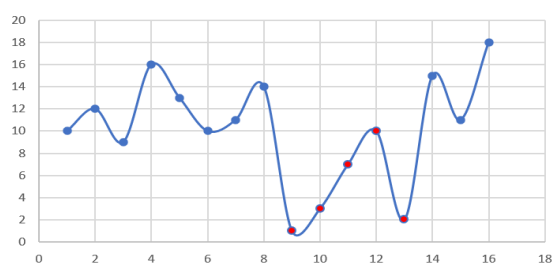


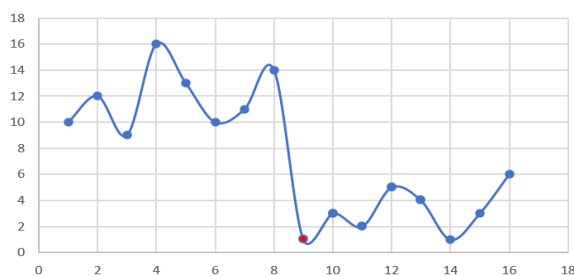
Рис. 1. Аддитивный выброс

2. **Инновационный выброс.** Инновационный выброс характеризуется начальным воздействием и влияет на последующие значения. Пример инновационного выброса представлен на рисунке 2.



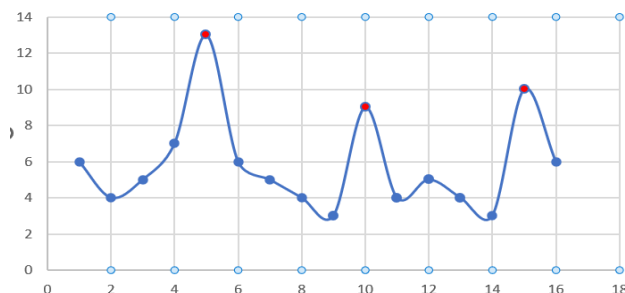
*Рис. 2. Инновационный выброс*

3. **Выброс сдвига уровня.** Выброс данного типа сдвигает значения к новому уровню и влияет на последующие значения. Пример выброса сдвига уровня представлен ниже на рисунке 3.



*Рис. 3. Сдвиг типа уровня*

4. **Сезонный аддитивный выброс.** Неожиданно большое или маленькое значение во временном ряду, которое встречается через равные промежутки времени. Пример такого выбросы можно увидеть на рисунке 4.



*Рис. 4. Сезонный аддитивный выброс*

#### 4. Заключение

Для устойчивого развития экономики необходимо сформировать эффективные механизмы противодействия экономическим и финансовым кризисам. Это включает в себя не только макроэкономическую и финансовую политику на уровне отдельных стран, но и разработку эконометрических моделей кризиса, исследование методов 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. *Ivanjuk 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. *Антипов С. Г., Фомина М. В.* Проблема обнаружения аномалий в наборах временных рядов //Программные продукты и системы. – 2012. – №. 2. – С. 78-82.
8. *Шкодывев В. П. и др.* Обзор методов обнаружения аномалий в потоках данных //Proc. of the Second Conference on Software Engineering and Information Management, Санкт-Петербург, Россия. – 2017. – Т. 1864.
9. *Xue S., Chen H., Zheng X.* Detection and quantification of anomalies in communication networks based on LSTM-ARIMA combined model //International Journal of Machine Learning and Cybernetics. – 2022. – Т. 13. – №. 10. – С. 3159-3172.
10. *Алжеев А. В., Кочкаров Р. А.* Сравнительный анализ прогнозных моделей ARIMA и LSTM на примере акций российских компаний //Финансы: теория и практика. – 2020. – Т. 24. – №. 1. – С. 14-23.