

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.

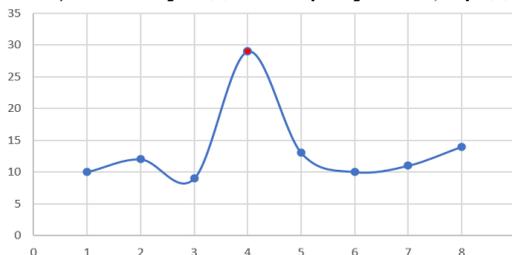


Рис. 1. Аддитивный выброс

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

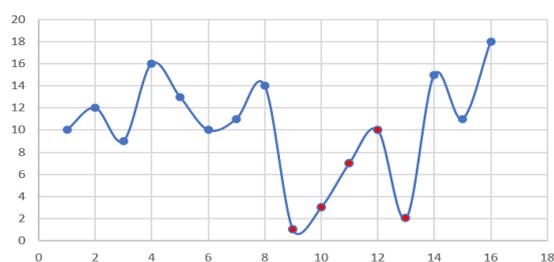


Рис. 2. Инновационный выброс

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.

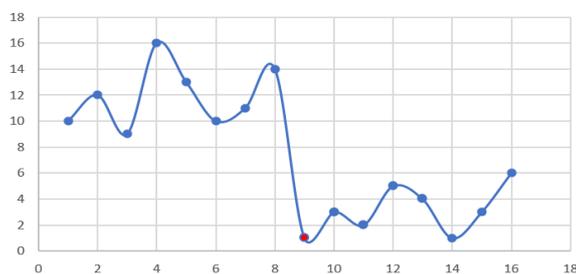


Рис. 3. Сдвиг типа уровня

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.

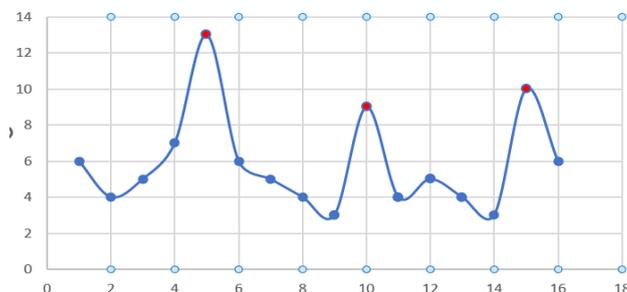


Рис. 4. Сезонный аддитивный выброс

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.