

# БАНКАЎСКІ ВЕСНІК

ТЭМАТЫЧНЫ ВЫПУСК • МАЙ • 2017

## ИССЛЕДОВАНИЯ БАНКА № 12

---

### Особенности сезонной корректировки денежного агрегата М3 в Республике Беларусь

А. Безбородова,  
Н. Нехребецка,  
С. Пучко,  
С. Профатилов

## ИССЛЕДОВАНИЯ БАНКА № 12

### Особенности сезонной корректировки денежного агрегата М3 в Республике Беларусь

А. Безбородова,  
магистр экономических наук

Н. Нехребецка,  
доктор экономических наук  
Narodowy Bank Polski, Uniwersytet Warszawski

С. Пучко, экономист
------------------------

С. Профатилов,  
экономист

Макроэкономические статистические данные представляют ключевой инструмент для выработки экономической стратегии, анализа, моделирования и прогнозирования делового цикла. Однако статистические данные часто зависят от сезонных колебаний и других воздействий, которые могут замаскировать соответствующие краткосрочные и долгосрочные движения показателей, что препятствует ясному пониманию экономических явлений. Следовательно, многие статистические данные подлежат сезонной корректировке.

В представленной работе подробно описывается методология анализа и сезонной корректировки временных рядов на примере статистических данных о широкой денежной массе и ее компонент в Республике Беларусь. Выбор именно широкой денежной массы в качестве иллюстрирующего примера анализа и сезонного сглаживания обусловливался двумя причинами. Во-первых, на текущий момент реализуемым правилом денежно-кредитной политики является монетарное таргетирование, что объясняет важность контроля денежного агрегата и его компонент. Во-вторых, широкая денежная масса Республики Беларусь включает ряд компонент, которые характеризуются ярко выраженной сезонностью, отсутствием сезонности, а также сезонностью, которая не может быть однозначно установлена. Последний факт позволяет в течение всей работы подчеркнуть важность покомпонентного сезонного сглаживания для временных рядов со сложной структурой.

**Классификация JEL:** C13, C18

**Ключевые слова:** сезонное сглаживание, сезонный паттерн, денежные агрегаты, Республика Беларусь, ARIMA-модель, прямое сезонное сглаживание, косвенная сезонная корректировка.

**E-mail авторов:** a.bezborodova@nbrb.by  
natalia.nehrebecka@nbp.pl, nnehrebecka@wne.uw.edu.pl  
s.profatilov@nbrb.by

Национальный банк Республики Беларусь

## Введение

На текущий момент анализ статистических данных, моделирование и прогнозирование временных рядов основных монетарных показателей являются ключевыми инструментами проводимой денежно-кредитной политики. Тем не менее, краткосрочные статистические данные часто характеризуются сезонными колебаниями и другими календарными эффектами, которые могут скрывать соответствующие краткосрочные и долгосрочные взаимосвязи макропеременных и препятствовать четкому пониманию экономических явлений. Основная цель сезонной корректировки – очистить динамику временного ряда от колебаний, обусловленных сезонными или календарными эффектами для получения четкой картины поведения макропеременных. Следует отметить, что применение данной операции предполагает устранение из исходного временного ряда показателя лишь сезонной составляющей, т. е. динамика сезонно сглаженного временного ряда, получаемого в результате, по-прежнему должна включать в себя все случайные колебания, выбросы и структурные сдвиги, обусловленные действием шоков, которые оказывали влияние на рассматриваемый показатель. Полученные в результате данные позволяют осуществлять корректное сопоставление временных рядов различных показателей, когда анализируется динамика некоторого экономического индикатора в контексте изменения других показателей (что включает в себя, в том числе и межстрановые сопоставления). Использование сезонно скорректированных временных рядов необходимо для оценки реальных изменений и краткосрочного прогноза динамики для тех показателей, которые существенно подвержены влиянию естественных сезонных факторов. Однако методология сезонной корректировки остается предметом дискуссии по ряду аспектов, а методы и инструменты сезонного сглаживания продолжают разрабатываться в настоящее время. Зачастую из-за достаточно большой гибкости в отношении спецификации и выбора модели, предназначенной для сезонного сглаживания, результаты работы по очистке ряда носят субъективный характер и являются обоснованными с точки зрения конкретного эксперта. Тем не менее следует отметить, что существуют определенные подходы по проведению статистической диагностики корректности результатов сезонной корректировки.

В целях структурирования знаний в области сезонной корректировки временных рядов был проведен подробный анализ денежного агрегата *M3* и его компонент, направленный на устранение в динамике показателей сезонных колебаний. Выбор данного экономического показателя обусловлен рядом причин, среди которых можно назвать правило денежно-кредитной политики – монетарное таргетирование, в рамках которого Национальный банк Республики Беларусь осуществляет свою деятельность, а также сложность структуры анализируемого показателя. Так, денежный агрегат *M3* включает в себя более 20 компонент, каждая из которых характеризуется индивидуальными особенностями динамики временного ряда. Демонстрация соответствующих преобразований, направленных на очищение ряда от сезонных колебаний, и является итоговой целью представленной работы.

К настоящему моменту разработано несколько математических методов для корректировки временных рядов с учетом сезонности. Основными применяемыми методами являются:

- TRAMO/SEATS (Банк Испании)<sup>1</sup>,
- X-12-ARIMA, X-13ARIMA-SEATS (Бюро переписи населения США)<sup>2</sup>.

Однако выполнение сезонной корректировки предполагает не просто применение какого-либо широко используемого математического метода, а выполнение определенного ряда ша-

<sup>1</sup> [http://www.bde.es/bde/en/secciones/servicios/Profesionales/Programas\\_estadi/Programas\\_estad\\_d9fa7f3710fd821.html](http://www.bde.es/bde/en/secciones/servicios/Profesionales/Programas_estadi/Programas_estad_d9fa7f3710fd821.html)

<sup>2</sup> <https://www.census.gov/srd/www/x13as/>

гов, представляющих собой в целом методику сезонного сглаживания, в связи с этим качество результатов сезонной корректировки зависит не от выбора одного из двух упомянутых подходов, а от корректности методики сезонного сглаживания в целом. Так, например, в Руководстве Европейской статистической системы по сезонной корректировке (2015, [2]), разработанном Евростатом, не отдается предпочтение какому-либо подходу, а даются рекомендации по всем стадиям, включенным в методику проведения сезонного сглаживания.

В то же время как удобство и трудоемкость выполнения процедур сезонного сглаживания, так и корректность результатов зависят от характеристик применяемого программного обеспечения. Сезонная корректировка с использованием вышеупомянутых методов реализована в значительном количестве разнообразных статистических пакетов. В целях проведения сезонной корректировки и иных операций с временными рядами в данном исследовании было выбрано эконометрическое программное обеспечения «JDemetra+»<sup>3</sup> – мультиплатформенный продукт с открытым исходным кодом. Данная программа была разработана Национальным банком Бельгии в сотрудничестве с Дойче Бундесбанком и Евростатом в соответствии с Руководством Европейской статистической системы (2015, [2]) и рекомендована Евростатом для сезонной корректировки официальной статистики<sup>4</sup>. Следует отметить, что подробная инструкция (Grudkowska, 2015, [3]) и справочное руководство (Grudkowska, 2015, [4]) по применению соответствующего пакета были разработаны специалистами Банка Польши и легли в основу представленной работы.

В данной работе рассматривались временные ряды следующих показателей:

1. 1. Наличные деньги в обороте – M0.
2. 2. Переводные депозиты в рублях.
3. 2.1. Переводные депозиты в рублях физических лиц.
4. 2.2. Переводные депозиты в рублях юридических лиц.
5. Денежный агрегат – M1.
6. 3. Срочные депозиты в рублях.
7. 3.1. Срочные депозиты в рублях физических лиц.
8. 3.2. Срочные депозиты в рублях юридических лиц.
9. Денежная масса в национальном определении – M2.
10. 4. Ценные бумаги, выпущенные банками в национальной валюте.
11. Рублевая денежная масса – M2\*.
12. 5. Депозиты в иностранной валюте.
13. 5.1. Переводные депозиты в иностранной валюте.
14. 5.1.1. Переводные депозиты в иностранной валюте физических лиц.
15. 5.1.2. Переводные депозиты в иностранной валюте юридических лиц.
16. 5.2. Срочные депозиты в иностранной валюте.
17. 5.2.1. Срочные депозиты в иностранной валюте физических лиц.
18. 5.2.2. Срочные депозиты в иностранной валюте юридических лиц.
19. 6. Ценные бумаги, выпущенные банками в иностранной валюте.
20. 7. Депозиты в драгоценных металлах.
21. Широкая денежная масса – M3.

<sup>3</sup> <https://www.nbb.be/en/publications-and-research/econometric-software-seasonal-adjustment-and-other-time-series-methods>

<sup>4</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/web/ess/-/jdemetra-officially-recommended-as-software-for-the-seasonal-adjustment-of-official-statistics>

Динамика рассматриваемых временных рядов анализировалась на месячных данных, на временном интервале с января 2002 г. по декабрь 2015 г. (кроме показателя 7. *Депозиты в драгоценных металлах*, данные по которому доступны лишь с декабря 2003 г.).

Структура представленного материала состоит из четырех глав. В первой главе дается общее описание теоретической базы, лежащей в основе процедуры сезонного сглаживания, а также приводится обзор наиболее популярных из существующих методов сезонной корректировки. Вторая глава посвящена проведению предварительного анализа временных рядов для установления наличия в них признаков сезонности, что является необходимым условием для проведения корректировки в дальнейшем. Материал второй главы разбит на две связанные части. В первой части на примере денежного агрегата *М0* приводится подробное описание применяемых диагностик, а также интерпретация полученных результатов. Вторая часть содержит основные результаты рассмотрения остальных компонент денежного агрегата *М3*. В третьей главе рассматривается процесс проведения сезонной корректировки для временных рядов тех показателей, которые были отобраны для этого в предыдущей главе. Данная глава также разбита на две части: более подробное описание на примере денежного агрегата *М0* приводится в первой части, а развернутые результаты для остальных компонент денежного агрегата *М3* собраны во второй. В заключительной главе данного исследования приводится сравнительная оценка двух подходов сезонного сглаживания агрегированных временных рядов: прямого и косвенного.

## 1. Обзор теории и методов сезонной корректировки временных рядов

Процедура сезонного сглаживания временного ряда наблюдаемого показателя опирается на предположение о существовании в его динамике определенной структуры (рисунок 1.1).

**Рисунок 1.1** Компоненты временного ряда



**Примечание.**

1. Составлено авторами.
2. Индекс  $t$  обозначает момент времени

Различные элементы, полученные после декомпозиции исходного временного ряда, имеют различные темпы изменения и определяются воздействием факторов, оказывающих влияние с разной интенсивностью. Так, систематическая составляющая временного ряда является результатом воздействия постоянно действующих факторов, а случайная составляющая определяется как случайный шум или ошибка, которая воздействует на временной ряд нерегулярно.

Разница между сезонной и циклической компонентами заключается в том, что сезонная компонента обладает более стабильной структурой, имеющей строго определенную цикличность и повторяющуюся каждый год, квартал, месяц и т. д., в то время как циклическая компонента

содержит изменения более продолжительные, чем период сезонности (циклы длительностью более одного года), и с более высокой амплитудой изменения. При корректировке на сезонность в выделяемую сезонную компоненту также добавляются календарные корректировки, которые устраняют то несезонное календарное воздействие на временной ряд показателя, по которому имеется статистическое доказательство и экономическое объяснение. Такое воздействие оказывает разное количество дней в месяцах, различное влияние дней в неделе (рабочие/нерабочие дни), государственные и религиозные праздники, високосный год.

Различают два типа сезонности: детерминированную и стохастическую. Первая из них является процессом, посредством которого безусловная средняя зависит от подпериода (субпериода) года (например, месяца, квартала). Она описывается уравнением:  $Y_t = \sum_{s=1}^S \beta_s \delta_{ts} + \varepsilon_t$ , где  $S$

соответствует периодичности наблюдений,  $\delta_{ts}$  – сезонные фиктивные переменные ( $\delta_{ts} = 1$ , принимающая значение 1 для подпериода (субпериода)  $s$  и 0 для остальных периодов, где  $s$  – количество субпериодов года,  $s = 1, \dots, S$ ),  $\beta_s$  – коэффициенты при сезонных фиктивных переменных, а  $\varepsilon_t$  – белый шум. Этот тип сезонности моделируется с помощью фиктивных переменных, число которых равно числу периодов в году. Значения наблюдаемого ряда, характеризующегося детерминированной сезонностью, колеблются вокруг постоянной и их амплитуда является относительно постоянной.

Стохастическая сезонность характеризуется изменяющимся паттерном во времени. Шоки, происходящие в этом типе процессов, в моменте  $t$  влияют на наблюдения в периодах  $t + S$ ,  $t + 2S$  и т. д., где  $S$  является количеством подпериодов (субпериодов) года. Примером процесса, отражающего стохастическую сезонность, является соотношение  $Y_t = Y_{t-S} + \varepsilon_t$ . Переменная  $y_t$  является сезонно интегрированной первого порядка (SI(1)).

Объединение трендовой и циклической компоненты, отражающее долговременные изменения в динамике рассматриваемого ряда, называют тренд-циклической компонентой ( $TC_t$ ).

Существует два основных вида декомпозиции временного ряда: аддитивная декомпозиция и мультипликативная декомпозиция. Применение аддитивной декомпозиции предполагает, что в динамике анализируемого временного ряда существуют приблизительно одинаковые изменения на протяжении всей длительности ряда. При этом сам ряд представляется в виде:  $Y_t = TC_t + S_t + D_t + E_t + I_t$ , где  $TC_t$  – тренд-циклическая компонента,  $S_t$  – сезонность,  $D_t$  – календарные эффекты,  $E_t$  – эффект Пасхи. Использование мультипликативной декомпозиции означает, что с течением времени амплитуда сезонных колебаний возрастает или уменьшается. Тогда,  $Y_t = TC_t \times S_t \times D_t \times E_t \times I_t$ .

Как уже было отмечено, существует два наиболее широко применяемых метода для выполнения вышеприведенного разложения: TRAMO/SEATS и X-12-ARIMA.

Метод TRAMO/SEATS, разработанный Виктором Гомесом и Августинном Мараваллом (Банк Испании), состоит из двух связанных подпрограмм TRAMO и SEATS. TRAMO (Time series Regression with ARIMA noise, Missing values and Outliers<sup>5</sup>) используется для предварительного корректирования рассматриваемого временного ряда. Данная часть общего метода выполняет оценивание, прогнозирование и интерполяцию регрессионной модели с шумом ARIMA и,

<sup>5</sup> Регрессия временного ряда с шумом ARIMA, пропущенными наблюдениями и выбросами.

возможно, с отсутствующими и (или) резко отклоняющимися значениями наблюдений. Данная подпрограмма используется для расширения ряда прогнозами и для выявления и оценки выбросов, календарных и иных эффектов. На втором этапе TRAMO передает ряд подпрограмме SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series<sup>6</sup>), которая выполняет его разложение на основе ARIMA-модели.

Семейство методов X-11, X-12-ARIMA и X-13ARIMA-SEATS разработано и сопровождается Бюро переписи населения США. Простейшая модель X-11 осуществляет сезонную корректировку путем выполнения сглаживания ряда (в несколько итераций) скользящими средними. Дальнейшее развитие данного подхода, направленное на устранение недостатков, связанных с особенностями использования фильтров, основанных на методах скользящего среднего, отразилось в версии X-12-ARIMA. Эта версия программы была усовершенствована введением этапа предварительной корректировки временных рядов. Основная цель предварительной корректировки заключается в продлении временного ряда расчетными значениями (как в будущем, так и в прошлом) для более корректной работы фильтров скользящего среднего на границах исходного временного ряда. Кроме этого, улучшения данной версии также включали в себя возможности по выявлению и корректировке календарных эффектов и выбросов посредством модели regARIMA до выявления сезонной компоненты. Последняя на текущий момент версия метода, разработанного Бюро переписи населения США, X-13ARIMA-SEATS позволяет реализовывать модели сезонной корректировки, использующие процедуру выделения сезонной компоненты как с применением улучшенной процедуры X-11, основанной на методах скользящего среднего, так и с применением ARIMA-моделей, используя подпрограмму SEATS.

Сезонная корректировка составного показателя, который складывается из некоторого числа компонент (например, *M3*), может проводиться с применением либо прямого, либо косвенного подхода. Прямой подход предполагает сглаживание непосредственно одного временного ряда рассматриваемого составного показателя. Данный подход является предпочтительным с точки зрения прозрачности и простоты процедуры, особенно когда временные ряды компонент демонстрируют подобные сезонные модели. Альтернативой использованию прямого подхода является применение косвенного, который заключается в том, что скорректированный с учетом сезонных изменений временной ряд исходного составного показателя получается путем объединения его сезонно сглаженных компонент. Применение косвенного подхода может дать более корректный результат в сравнении с прямым подходом, если временные ряды компонент демонстрируют существенно различающиеся сезонные модели. Следует отметить, что на текущий момент не существует строгих критериев, которые бы позволяли однозначно сделать вывод в пользу применения одного из подходов.

Таким образом, для получения корректно сезонно сглаженного временного ряда показателя широкой денежной массы следует провести оценку каждой компоненты данного составного экономического индикатора для установления индивидуальных особенностей сезонной компоненты, которая может присутствовать в их динамике.

---

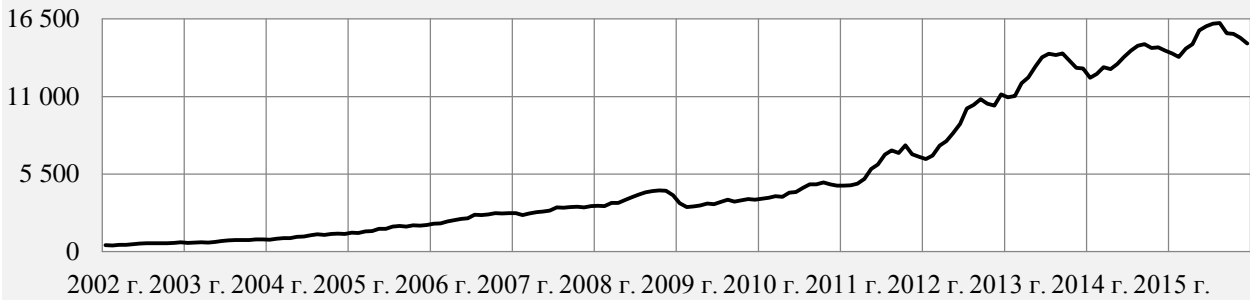
<sup>6</sup> Выделение сигнала во временном ряду ARIMA.

## 2. Предварительный анализ временных рядов

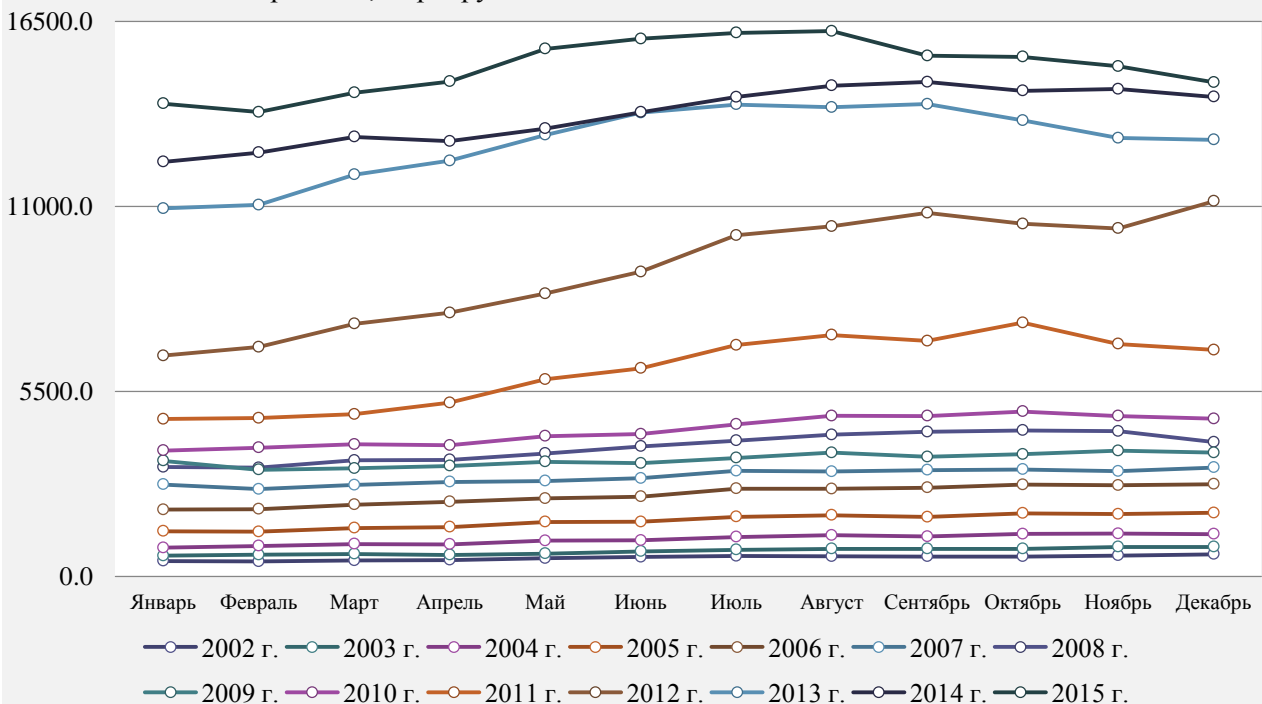
### 2.1. Анализ денежного агрегата М0

Наличие признаков сезонности является необходимым условием для проведения корректировки. В целях проведения предварительного тестирования присутствия сезонных колебаний в динамике ряда проводится его визуальный анализ (рисунок 2.1). Рассмотрение динамики временного ряда, проведенное отдельно в каждый год рассматриваемого временного горизонта, позволяет получить представление о существующих различиях в сезонных факторах, а также об особенностях детерминированной и стохастической сезонности (рисунок 2.2).

**Рисунок 2.1** Динамика денежного агрегата М0, млрд. руб.



**Рисунок 2.2** Динамика денежного агрегата М0 в каждый год рассматриваемого временного горизонта, млрд. руб.



**Примечание.** Составлено авторами по данным НБ РБ.

По результатам предварительного графического анализа можно отметить, что динамика рассматриваемого показателя М0 является нестационарным процессом, характеризуется мультипликативным трендом и сезонными колебаниями. Определенное наличие мультипликативного тренда служит основанием для предположения о том, что при осуществлении дальнейшего анализа будет использован прологарифмированный временной ряд данного показателя.

Для подтверждения наличия сезонности использовались такие элементы теории спектрального анализа временных рядов, как периодограмма и авторегрессионный спектр. Примене-



ние данных оценок спектральной плотности исходного и прологарифмированного рядов, взятых в первых разностях, позволяет обнаружить периодические зависимости во временных рядах. Последний факт свидетельствует как о наличии эффектов сезонности, так и о наличии эффектов операционных дней.

На полученных графиках могут быть визуально выделены пики, которые указывают на соответствующую частоту циклических колебаний. Периодичность сезонных частот для явления,

наблюдаемого с частотой  $n$  (раз в год), равна  $\frac{2\pi}{n}$ . Это значит, что для месячных временных

рядов ( $n = 12$ ) сезонными частотами являются  $\frac{\pi}{6}$ ,  $\frac{\pi}{3}$ ,  $\frac{\pi}{2}$ ,  $\frac{2\pi}{3}$ ,  $\frac{5\pi}{6}$  и  $\pi$ . Частота операцион-

ных дней  $\omega = \frac{2\pi}{7} \times (\frac{365.25}{n} \bmod 7) \approx 2.188$ , где 365.25 – средняя продолжительность года,

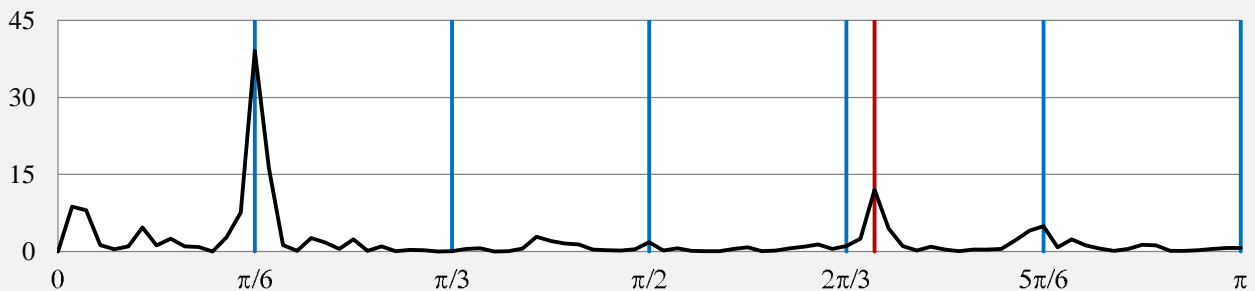
7 – число дней в неделе,  $n = 12$  соответствует месячной периодичности наблюдений.

На графиках периодограммы (рисунки 2.3, 2.4) и авторегрессионного спектра (рисунки 2.5, 2.6) сезонные частоты обозначены вертикальными синими линиями, а красная линия соответствует частоте операционных дней  $\omega$ . Вершины в обозначенных частотах указывают на наличие сезонности или эффектов операционных дней.

На графиках (рисунки 2.5, 2.6) авторегрессионный спектр отображает явную сезонность, присутствующую в исходных данных. На всех нижеприведенных спектральных графиках ярко выражены пики на частоте операционных дней  $\omega$  и частоте  $\frac{\pi}{6}$ , которая соответствует наличию в рассматриваемом временном

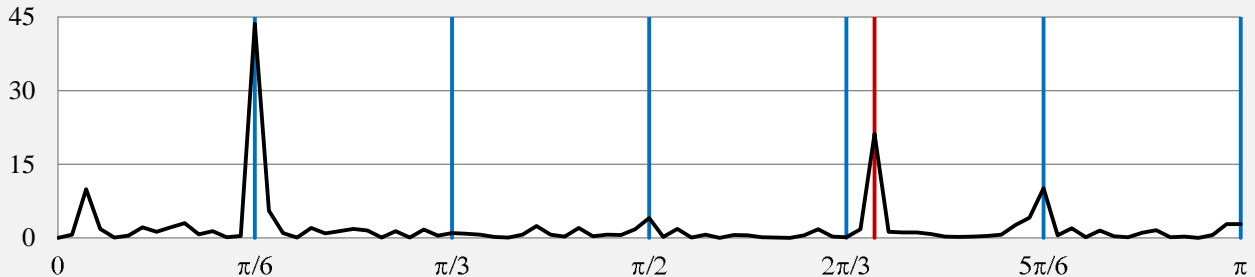
ряде циклической компоненты с периодом 1 год. Присутствие пиков на частоте  $\frac{5\pi}{6}$  соответствует наличию циклического процесса с периодом 2,4 месяца, т. е. который повторяется 5 раз в год.

**Рисунок 2.3** Периодограмма денежного агрегата  $M0$ , представленного в первых разностях



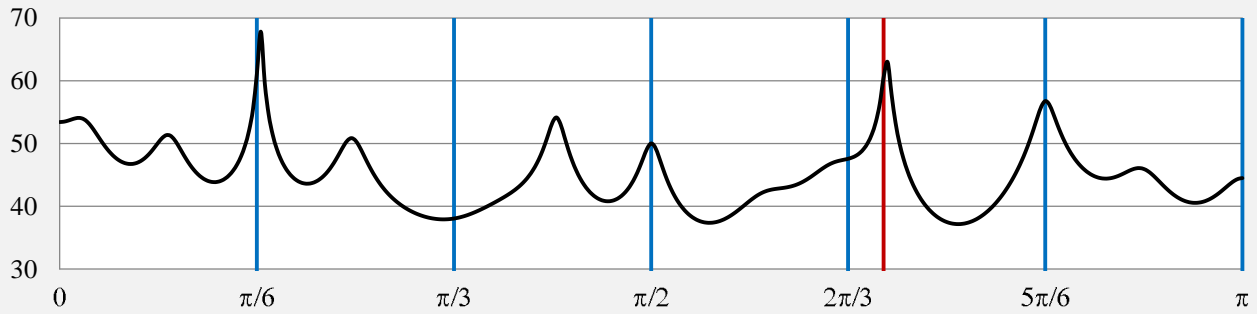
**Примечание.** Расчеты авторов.

**Рисунок 2.4** Периодограмма денежного агрегата  $M0$ , представленного в первых разностях логарифмов



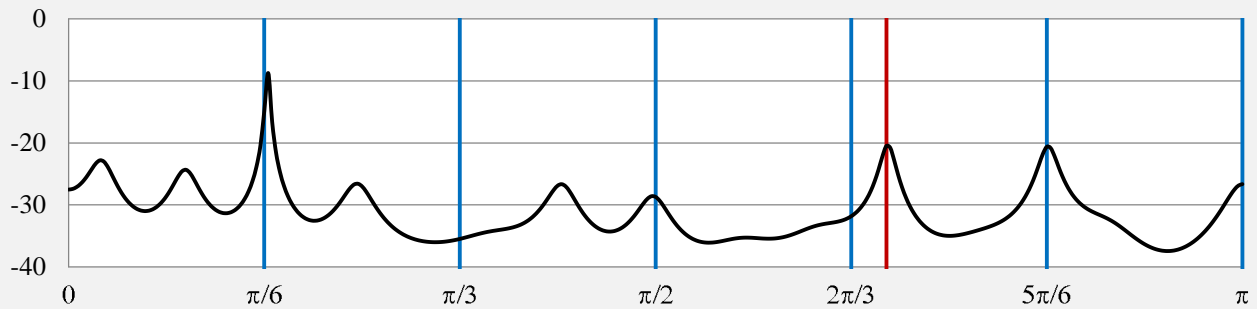
**Примечание.** Расчеты авторов.

**Рисунок 2.5** Авторегрессионный спектр денежного агрегата  $M0$ , представленного в первых разностях



**Примечание.** Расчеты авторов.

**Рисунок 2.6** Авторегрессионный спектр денежного агрегата  $M0$ , представленного в первых разностях логарифмов



**Примечание.** Расчеты авторов.

После визуальной оценки графических материалов и подтверждения первоначального предположения о существовании сезонной компоненты в динамике рассматриваемого показателя, представленного в логарифмах, переходят к анализу результатов статистических тестов на наличие сезонности. В *таблице 2.1* приведен перечень проведенных диагностик, который включает в себя как тесты, дающие численные оценки статистической значимости результатов, полученных в вышеупомянутых проверках (использующих элементы теории спектрального анализа), так и некоторые другие аналитические диагностики.

**Таблица 2.1** Результаты статистических тестов на наличие сезонности в динамике временного ряда  $M0$ , представленного в первых разностях логарифмов

Тест	$p$ -значение	Наличие сезонности
1. Сезонная автокорреляция	0.000	Да
2. Непараметрический тест Фридмана	0.000	Да
3. Непараметрический тест Краскела – Уоллиса	0.000	Да
4. Спектральные пики авторегрессионного спектра	<sup>-7</sup>	Да
5. Спектральные пики периодограммы	0.000	Да
6. Детерминированная сезонность	0.000	Да

**Примечание.** Расчеты авторов.

<sup>7</sup> Данная эмпирическая диагностика проверяет выполнение определенных критериев для величин авторегрессионного спектра, находящихся на сезонных частотах, и не опирается на предположения о распределении.

1. Тест на сезонную автокорреляцию – сезонность присутствует.

Тест на сезонную автокорреляцию является тестом Льюнг – Бокса, который проверяет корреляцию между фактическими наблюдениями и наблюдениями с лагом в 1 и 2 года. Оцениваемые автокорреляции обозначаются  $ac(12)$  и  $ac(24)$  соответственно. По причине того, что  $p$ -значение теста близко к нулю, то мы отклоняем нулевую гипотезу теста о том, что наблюдения являются случайными и независимо распределенными, что означает подтверждение наличия сезонности. Значения вычисленных автокорреляций:  $ac(12) = 0,442$ ,  $ac(24) = 0,3$

2. Непараметрический тест Фридмана – сезонность присутствует.

Этот тест разбивает тестируемый ряд на 12 рядов (по месяцам) и использует не исходные значения показателя, а их целочисленные ранги в соответствующих годах. Нулевая гипотеза теста – между полученными в разных месяцах измерениями имеются лишь случайные различия, что означает присутствие постоянно меняющейся скользящей сезонности. Статистика теста оценивает отношение дисперсии среднего ранга по месяцам к общей выборочной дисперсии. В соответствии с полученным  $p$ -значением нулевая гипотеза нестабильной сезонности отклоняется.

3. Непараметрический тест Краскела – Уоллиса – сезонность присутствует.

Этот тест также использует разбиение тестируемого ряда по месяцам на вспомогательные выборки, но значения показателя заменяются их порядковым номером (рангом) в исходном ряду, упорядоченном в порядке возрастания. Нулевая гипотеза теста – все месяцы имеют одинаковое математическое ожидание. Поскольку  $p$ -значение теста близко к нулю, мы отвергаем нулевую гипотезу, что означает присутствие сезонности.

4. Спектральные пики авторегрессионного спектра – сезонность присутствует.

Данная эмпирическая диагностика оценивает выполнение критериев для определения значимости спектральных пиков на сезонных частотах авторегрессионного спектра (синие линии на *рисунке 2.6*). Подтвержденная значимость пиков на частотах  $\frac{\pi}{6}$ ,  $\frac{\pi}{2}$ ,  $\frac{5\pi}{6}$  и  $\pi$  позволяет отвергнуть гипотезу об отсутствии циклических процессов в рассматриваемом ряду.

5. Спектральные пики периодограммы – сезонность присутствует.

Этот тест оценивает статистическую значимость пиков на сезонных частотах периодограммы (синие линии на *рисунке 2.4*). В соответствии с результатами теста, нулевая гипотеза (отсутствие сезонности) отклоняется.

6. Детерминированная сезонность – сезонность присутствует.

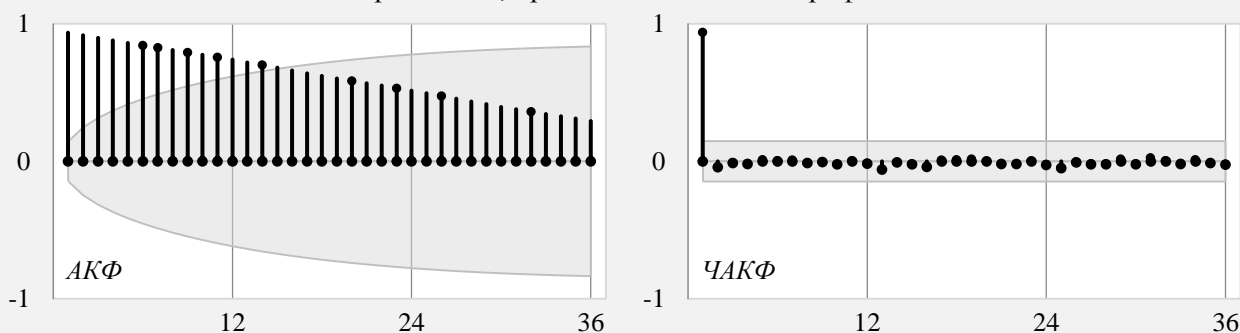
Тест на наличие детерминированной сезонности является критерием Фишера для сезонных фиктивных переменных, которые добавляются для описания динамики временного ряда. Статистика теста проверяет, являются ли сезонные фиктивные переменные совместно статистически незначимыми. Нулевая гипотеза – отсутствие детерминированной сезонности. По результатам теста можно сделать вывод, что нулевая гипотеза отклоняется, следовательно, в динамике временного ряда присутствует детерминированная сезонность.

В целях дальнейшего анализа проводился дополнительный тест Дики – Хасза – Фуллера на наличие в динамике временного ряда  $MO$  нестационарного сезонного процесса (этот тест является обобщением обычного теста Дики – Фуллера). При помощи него проверяют равенство нулю коэффициента  $\rho_s$  в уравнении вида  $\Delta^s y_t = \rho_s y_{t-s} + \varepsilon_t$ , где  $y_t$  – анализируе-

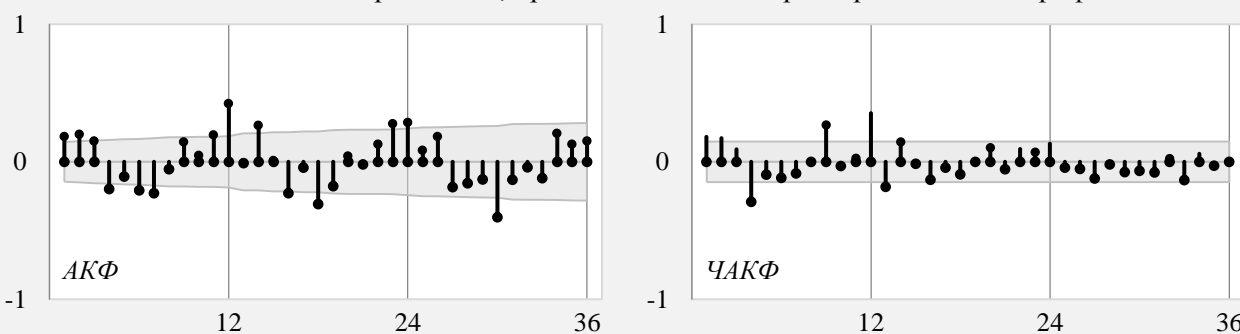
мый временной ряд,  $\varepsilon_t$  – белый шум,  $\Delta$  – разностный оператор, а  $s$  определяется периодичностью рассматриваемого ряда. По результатам теста нельзя отклонить нулевую гипотезу, что свидетельствует о том, что в динамике анализируемого временного ряда присутствует нестационарный сезонный процесс.

Проведенный тест на единичный корень, а также анализ автокорреляционной и частной автокорреляционной функций (рисунок 2.7) свидетельствуют о том, что прологарифмированный временной ряд  $MO$  является нестационарным процессом. При этом анализ АКФ и ЧАКФ денежного агрегата  $MO$ , представленного в первых разностях логарифмов (рисунок 2.8), свидетельствует о том, что данное преобразование приводит анализируемый временной ряд к процессу близкому к стационарному, с выраженной сезонной компонентой (с визуально идентифицируемой периодичностью АКФ). Значимость 12 и 24 лага на АКФ и 12 лага на ЧАКФ на рисунке 2.8 также указывает на наличие сезонности.

**Рисунок 2.7** Автокорреляционная (АКФ) и частная автокорреляционная (ЧАКФ) функция денежного агрегата  $MO$ , представленного в логарифмах



**Рисунок 2.8** Автокорреляционная (АКФ) и частная автокорреляционная (ЧАКФ) функция денежного агрегата  $MO$ , представленного в первых разностях логарифмов

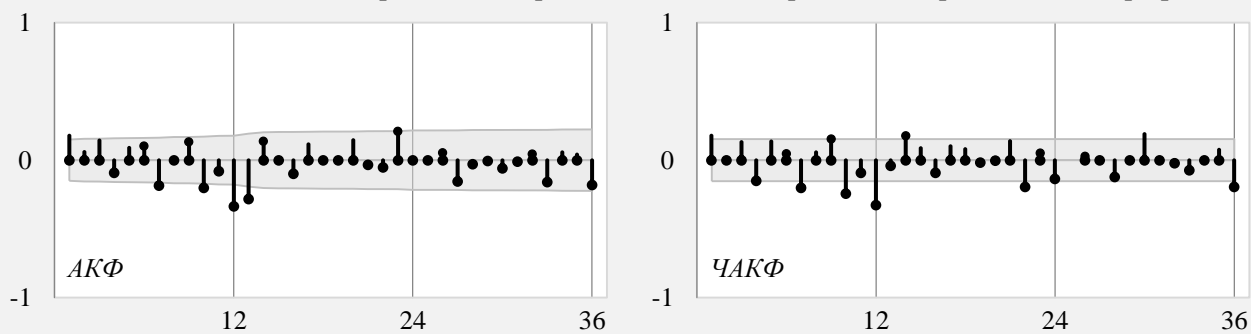


**Примечание.**

1. Расчеты авторов.
2. Доверительные интервалы построены для 5-процентного уровня значимости. Величины стандартной ошибки для АКФ получены с использованием формулы Бартлетта для процесса  $MA(q)$  (Brockwell, 2002, [1]).

Одновременное взятие первых и сезонных разностей показывает, что на основе ЧАКФ (рисунок 2.9) можем выявить приближение к нулю 12 и 24 лага, а на функции АКФ – пик при 12 лаге. Это свидетельствует о сезонном процессе  $SMA(1)$ . Проведенный графический анализ предоставляет предварительные результаты об особенностях динамики временного ряда экономического показателя  $MO$  и требует дальнейшего и более подробного анализа, основанного на тестировании ряда гипотез.

**Рисунок 2.9** Автокорреляционная (АКФ) и частная автокорреляционная (ЧАКФ) функция денежного агрегата  $M0$ , представленного в первых и в 12 разностях логарифмов

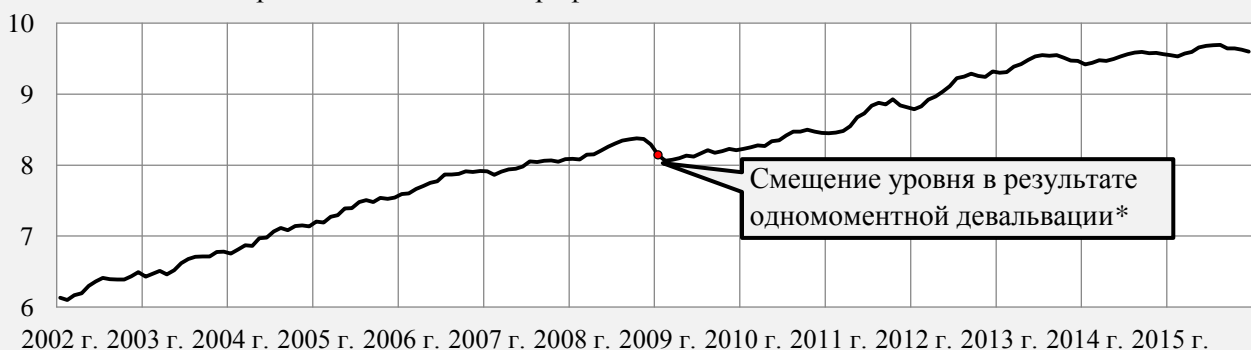


**Примечание.**

1. Расчеты авторов.
2. Доверительные интервалы построены для 5-процентного уровня значимости. Величины стандартной ошибки для АКФ получены с использованием формулы Бартлетта для процесса  $MA(q)$  (Brockwell, 2002, [1]).

На основе теста на наличие выбросов в динамике временного ряда  $M0$ , представленного в логарифмах, были идентифицированы следующие периоды (рисунок 2.10).

**Рисунок 2.10** Периоды, характеризующиеся выбросами в динамике денежного агрегата  $M0$ , представленного в логарифмах



**Примечание.**

1. Расчеты авторов.
2. Автоматическая идентификация шоков проводилась с использованием спецификации  $TR5$ .

\* 25-процентный прирост курса белорусского рубля по отношению к доллару США, 31 января 2009 г. к 1 января 2009 г.

Таким образом, по результатам проведенного предварительного анализа можно отметить, что ряд тестов (как графических, так и статистических) подтверждает наличие детерминированной<sup>8</sup> и стохастической<sup>9</sup> сезонной компоненты, а также эффекта операционных дней в динамике ряда  $M0$ , представленного в логарифмах. При этом как сам временной ряд  $M0$ , представленный в логарифмах, является нестационарным, так и существующий в его динамике сезонный процесс также является нестационарным.

<sup>8</sup> По результатам теста на детерминированную сезонность.

<sup>9</sup> По результатам проведенных предварительных тестов (как графических, так и статистических, представленных в таблице 2.1) и теста Дики – Хасза – Фуллера.

## 2.2. Результаты анализа компонент денежного агрегата МЗ

Аналогичным образом анализировалась каждая из компонент денежного агрегата МЗ. Графики временных рядов представлены на *рисунке 1* в приложении. На основе графического анализа рассмотренных временных рядов можно сделать предварительный вывод, что динамика показателей характеризуется мультипликативным трендом (за исключением временно-го ряда показателя 7. *Депозиты в драгоценных металлах*). В целях линеаризации временных рядов и уменьшения их волатильности была проведена процедура логарифмирования.

Анализировался авторегрессионный спектр и периодограмма каждого из рядов, представленных в логарифмической форме (*рисунки 2, 3* в приложении). По результатам анализа можно выделить четыре группы показателей:

- I. Показатели, характеризующиеся наличием вершин в сезонных частотах и частотах операционных дней:
  1. 2.1. *Переводные депозиты в рублях физических лиц;*
  2. 2.2. *Переводные депозиты в рублях юридических лиц.*
- II. Показатели, имеющие вершины только в сезонных частотах:
  1. 2. *Переводные депозиты в рублях;*
  2. *Денежный агрегат – М1;*
  3. *Денежная масса в национальном определении – М2;*
  4. 4. *Ценные бумаги, выпущенные банками в национальной валюте;*
  5. *Рублевая денежная масса – М2\*;*
  6. 5.2. *Срочные депозиты в иностранной валюте;*
  7. 6. *Ценные бумаги, выпущенные банками в иностранной валюте.*
- III. Показатели, характеризующиеся наличием вершин только в частотах операционных дней:
  1. 3. *Срочные депозиты в рублях.*
- IV. Показатели, не имеющие вершин ни в сезонных частотах, ни в частотах операционных дней:
  1. 3.1. *Срочные депозиты в рублях физических лиц;*
  2. 3.2. *Срочные депозиты в рублях юридических лиц;*
  3. 5. *Депозиты в иностранной валюте;*
  4. 5.1. *Переводные депозиты в иностранной валюте;*
  5. 5.1.1. *Переводные депозиты в иностранной валюте физических лиц;*
  6. 5.1.2. *Переводные депозиты в иностранной валюте юридических лиц;*
  7. 5.2.1. *Срочные депозиты в иностранной валюте физических лиц;*
  8. 5.2.2. *Срочные депозиты в иностранной валюте юридических лиц;*
  9. 7. *Депозиты в драгоценных металлах;*
  10. *Широкая денежная масса – МЗ.*

Этот результат подтверждается нижеприведенными тестами. В *таблице 2.2* приведена краткая характеристика статистических тестов на сезонность каждого из рассматриваемых показателей.

**Таблица 2.2** Результаты статистических тестов на наличие сезонности в динамике временных рядов компонент денежного агрегата МЗ

Показатель	Тесты компонент, представленных в логарифмической форме				Тесты компонент, представленных в первых разностях логарифмов					
	Структурные изменения в динамике		Нестационарный процесс	Нестационарный сезонный процесс	Сезонная автокорреляция	Непараметрический тест Фридмана	Непараметрический тест Краскела — Уоллиса	Значимость пиков авторегрессионного спектра на сезонных частотах	Спектральные пики периодограммы	Детерминированная сезонность
	Тип	Период								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>2. Переводные депозиты в рублях</i>	LS	2009m02	Да	Да	0.000*	0.000*	0.000*	$\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \frac{2\pi}{3}, \frac{5\pi}{6}$	0.000*	0.000*
<i>2.1. Переводные депозиты в рублях физических лиц</i>	АО	2015m09	Да	Да	0.000*	0.000*	0.000*	$\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	0.000*	0.000*
<i>2.2. Переводные депозиты в рублях юридических лиц</i>	–	–	Да	Да	0.000*	0.000*	0.000*	$\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$	0.000*	0.000*
<i>Денежный агрегат – М1</i>	LS	2009m02	Да	Да	0.000*	0.000*	0.000*	$\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \frac{2\pi}{3}, \frac{5\pi}{6}$	0.000*	0.000*
	АО	2011m02								
<i>3. Срочные депозиты в рублях</i>	LS	2009m02	Да	Нет	0.002*	0.022**	0.072	$\frac{\pi}{6}, \frac{5\pi}{6}$	0.079	0.018**
	ТС	2011m11								
<i>3.1. Срочные депозиты в рублях физических лиц</i>	–	–	Да	Нет	0.002*	0.015**	0.016**	$\frac{\pi}{6}$	0.061	0.031**
<i>3.2. Срочные депозиты в рублях юридических лиц</i>	ТС	2009m01	Да	Нет	0.581	0.047**	0.105	$\frac{5\pi}{6}$	0.328	0.067
<i>Денежная масса в национальном определении – М2</i>	LS	2009m02	Да	Да	0.000*	0.000*	0.000*	$\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{6}$	0.000*	0.000*
<i>4. Ценные бумаги, выпущенные банками в национальной валюте</i>	LS	2008m03	Да	Нет	0.384	0.051	0.094	$\frac{\pi}{3}$	0.026**	0.031**
	АО	2010m01, 2015m01, 2015m05								
	ТС	2014m11								
<i>Рублевая денежная масса – М2*</i>	LS	2009m02	Да	Да	0.000*	0.000*	0.000*	$\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{2}, \frac{2\pi}{3}, \frac{5\pi}{6}$	0.000*	0.000*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Депозиты в иностранной валюте	LS	2009m01, 2009m02, 2011m06, 2011m10, 2015m01	Да	Нет	0.886	0.027**	0.094	$\frac{5\pi}{6}$	0.599	0.324
	AO	2008m11								
	TC	2011m11, 2015m02, 2015m09								
5.1. Переводные депозиты в иностранной валюте	LS	2011m01	Да	Нет	0.762	0.118	0.434	–	0.897	0.888
	AO	2011m06								
5.1.1. Переводные депозиты в иностранной валюте физических лиц	LS	2005m01, 2009m01, 2011m04, 2011m06, 2011m10	Да	Нет	0.708	0.174	0.484	$\frac{\pi}{2}$	0.937	0.651
	TC	2011m11								
5.1.2. Переводные депозиты в иностранной валюте юридических лиц	LS	2007m11, 2009m01, 2010m11, 2011m01, 2011m06, 2011m10, 2015m01, 2015m09	Да	Нет	0.794	0.208	0.603	–	0.937	0.933
	AO	2011m07, 2012m06								
	TC	2010m07, 2011m11								
5.2. Срочные депозиты в иностранной валюте	AO	2015m06, 2015m09	Да	Нет	0.806	0.023**	0.017**	$\frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{6}$	0.271	0.029**
	LS	2009m01, 2009m02, 2011m04, 2011m06, 2011m10, 2015m01								
	TC	2011m01, 2011m11, 2015m02								
5.2.1. Срочные депозиты в иностранной валюте физических лиц	AO	2015m06, 2015m09	Да	Нет	0.604	0.000*	0.000*	$\frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{6}$	0.286	0.027**
	LS	2008m12, 2009m01, 2009m02, 2011m04, 2011m06, 2011m10, 2015m01								
	TC	2005m01, 2009m03, 2010m12, 2011m07, 2011m11, 2015m02								



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5.2.2. Срочные депозиты в иностранной валюте юридических лиц	LS	2006m01, 2011m01, 2011m06, 2011m10, 2011m11	Да	Нет	0.999	0.604	0.604	–	0.325	0.323
6. Ценные бумаги, выпущенные банками в иностранной валюте	AO	2002m02, 2002m09, 2002m12, 2003m08	Да	Нет	0.035**	0.651	0.351	$\frac{\pi}{2}$	0.044**	0.110
	LS	2005m02								
7. Депозиты в драгоценных металлах	AO	2010m11, 2011m06, 2011m11	Да	Нет	0.999	0.078	0.172	$\frac{5\pi}{6}$	0.204	0.051
	LS	2004m01, 2011m01, 2011m03, 2015m01								
Широкая денежная масса – М3	TC	2009m01	Да	Нет	0.776	0.001*	0.005*	$\frac{\pi}{6}, \frac{5\pi}{6}$	0.403	0.144
	LS	2011m06, 2011m10, 2011m11, 2015m01								

**Примечание.**

1. Расчеты авторов.

2. LS (Level Shift) – смещение уровня, TC (Temporary Change) – кратковременное изменение, AO (Additive Outlier) – аддитивный выброс.

\* Полученное р-значение позволяет отвергнуть нулевую гипотезу теста об отсутствии циклических процессов в рассматриваемом ряду на 1-процентном уровне значимости.

\*\* Гипотеза о наличии сезонности может быть принята на 5-процентном уровне значимости.

Наибольшим количеством структурных изменений в динамике характеризуются компоненты денежного агрегата *M3*, выраженные в иностранной валюте. Так, значительная часть шоков в динамике временных рядов наблюдалась в периоды макроэкономической нестабильности:

- последствия мирового финансово-экономического кризиса (IV кв. 2008 г. – I кв. 2009 г.)
- последствия кредитной экспансии на фоне глобальной рецессии (конец 2010 г. – 2011 г.)
- ухудшение внешней макроэкономической конъюнктуры, значительная девальвация российского рубля (конец 2014 г. – I кв. 2015 г.).

Следует отметить, что в периоды значительного обесценения белорусского рубля<sup>10</sup> значения выбросов в динамике ряда имеют положительные значения, что обусловливается балансовым эффектом, когда компоненты *M3*, выраженные в иностранной валюте, увеличиваются на соответствующий уровень девальвации. В то же время в течение 2011 г. выделяются месяцы, в которых структурные изменения в динамике временных рядов, выраженных в иностранной валюте, принимали отрицательные значения. Данный факт объясняется множественностью валютных курсов в данный период, снижением доверия экономических агентов к банковской системе, а также введенными пошлинами на импортные автомобили в июле 2011 г., что обусловило дополнительные расходы экономических агентов и еще больший отток валютных вкладов.

Среди периодов структурных изменений динамики временных рядов выделяется IV кв. 2010 г. В данный период проводилась чрезмерно мягкая бюджетная и денежно-кредитная политика, направленная на стимулирование экономического роста через расширение потребления. В результате рост доходов населения, существенно опережавший рост производительности труда, создал возможность осуществления значительных дополнительных сбережений.

Аддитивные выбросы в динамике ряда показателя ценные бумаги, выпущенные банками в иностранной валюте, в 2002–2003 гг. обуславливаются зарождением данного финансового инструмента в указанный период, что объясняет отсутствие стабильной устойчивой динамики статистического ряда.

По результатам статистических тестов временные ряды можно разделить на три группы:

- I. Ряды, характеризующиеся ярко выраженной детерминированной сезонностью и стохастической сезонностью:
  1. 2. *Переводные депозиты в рублях;*
  2. 2.1. *Переводные депозиты в рублях физических лиц;*
  3. 2.2. *Переводные депозиты в рублях юридических лиц;*
  4. *Денежный агрегат – M1;*
  5. *Денежная масса в национальном определении – M2;*
  6. *Рублевая денежная масса – M2\*.*
- II. Ряды, не содержащие сезонную компоненту:
  1. 3.2. *Срочные депозиты в рублях юридических лиц;*
  2. 5. *Депозиты в иностранной валюте;*
  3. 5.1. *Переводные депозиты в иностранной валюте;*
  4. 5.1.1. *Переводные депозиты в иностранной валюте физических лиц;*

<sup>10</sup> Прирост курса белорусского рубля по отношению к доллару США: за январь 2009 г. – 25%; за май 2011 г. – 65%, за октябрь 2011 г. – 51% (за 2011 г. – 178%); за январь 2015 г. – 29%.

5. 5.1.2. Переводные депозиты в иностранной валюте юридических лиц;
6. 5.2.2. Срочные депозиты в иностранной валюте юридических лиц;
7. 7. Депозиты в драгоценных металлах.

III. Ряды, характеризующиеся не ярко выраженными сезонными колебаниями<sup>11</sup>:

1. 3. Срочные депозиты в рублях;
2. 3.1. Срочные депозиты в рублях физических лиц;
3. 4. Ценные бумаги, выпущенные банками в национальной валюте;
4. 5.2. Срочные депозиты в иностранной валюте;
5. 5.2.1. Срочные депозиты в иностранной валюте физических лиц;
6. 6. Ценные бумаги, выпущенные банками в иностранной валюте;
7. Широкая денежная масса – МЗ.

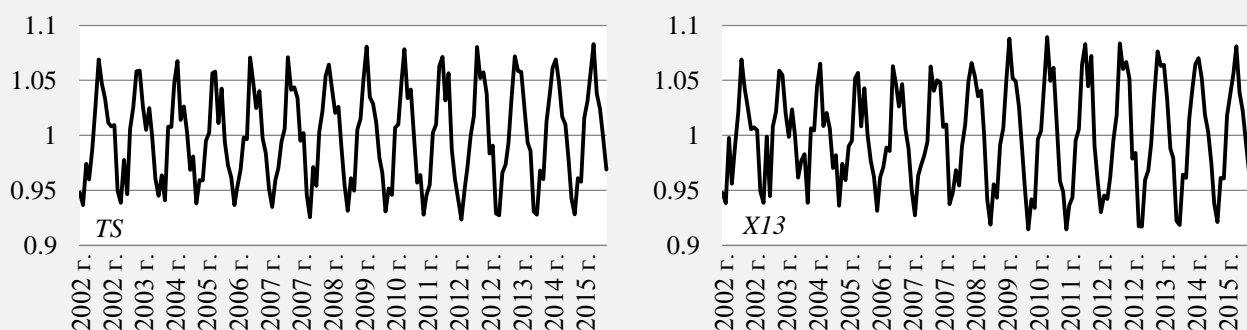
Также согласно тестам Дики – Фуллера и Квятковского – Филлипса – Шмидта – Шина временные ряды экономических показателей, представленные в логарифмах, являются интегрированными первого порядка.

### 3. Сезонная корректировка

#### 3.1. Особенности проведения сезонной корректировки денежного агрегата $M0$

Первоначальный выбор метода для проведения сезонной корректировки не задается строго определенным алгоритмом, а осуществляется на основании субъективных оценок качества проведенного сглаживания, с применением предустановленных спецификаций. Предустановленные спецификации методов TRAMO/SEATS и X-13ARIMA-SEATS могут различаться в разных версиях используемого программного обеспечения. Обычно различия в наборе спецификаций связаны со способами подбора ARIMA-модели и определением календарных эффектов (рабочие дни, операционные дни, високосный год). Первоначальный выбор рекомендуется осуществлять из наиболее широких спецификаций: RSAfull для TRAMO/SEATS, RSA4c или RSA5c для X-13ARIMA-SEATS. На рисунках 3.1, 3.2 показаны компоненты временного ряда  $M0$ , полученные в результате применения сезонной корректировки методами TRAMO/SEATS (RSAfull<sup>12</sup>) и X-13ARIMA-SEATS (RSA4c<sup>12</sup>).

**Рисунок 3.1** Динамика сезонного фактора временного ряда  $M0$ , полученного в результате применения TRAMO/SEATS (TS) и X-13ARIMA-SEATS (X13)

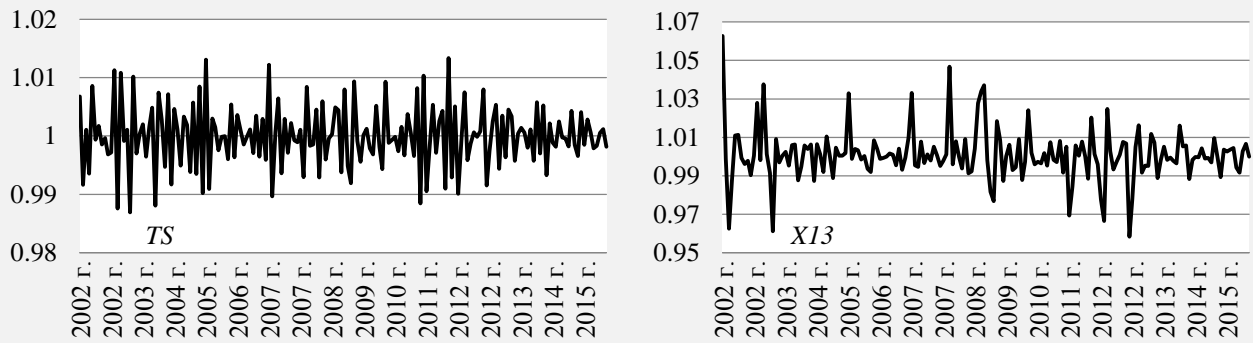


**Примечание.** Расчеты авторов.

<sup>11</sup> Т. е. часть статистических тестов свидетельствует о наличии сезонной компоненты, на основе иной части тестов не отвергается нулевая гипотеза об отсутствии сезонности.

<sup>12</sup> С отмененной опцией автоматического принятия решения о логарифмировании исходного временного ряда.

**Рисунок 3.2** Динамика нерегулярной компоненты временного ряда  $M0$ , полученного в результате применения TRAMO/SEATS (TS) и X-13ARIMA-SEATS (X13)



**Примечание.** Расчеты авторов.

При рассмотрении полученных результатов можно сделать вывод, что на основе процедуры сезонной корректировки TRAMO/SEATS были получены лучшие результаты декомпозиции временного ряда. Так, сезонный фактор временного ряда  $M0$  сохраняет свою форму в течение всего рассматриваемого временного горизонта, в то время как по результатам разложения ряда  $M0$  через процедуру X-13ARIMA-SEATS сезонный фактор меняется, при этом возрастает амплитуда его колебания. Также негативным моментом сезонной корректировки на основе X-13ARIMA-SEATS являются высокие значения нерегулярной компоненты (в определенные моменты), сопоставимые с сезонным фактором, что делает оценку проблематичной.

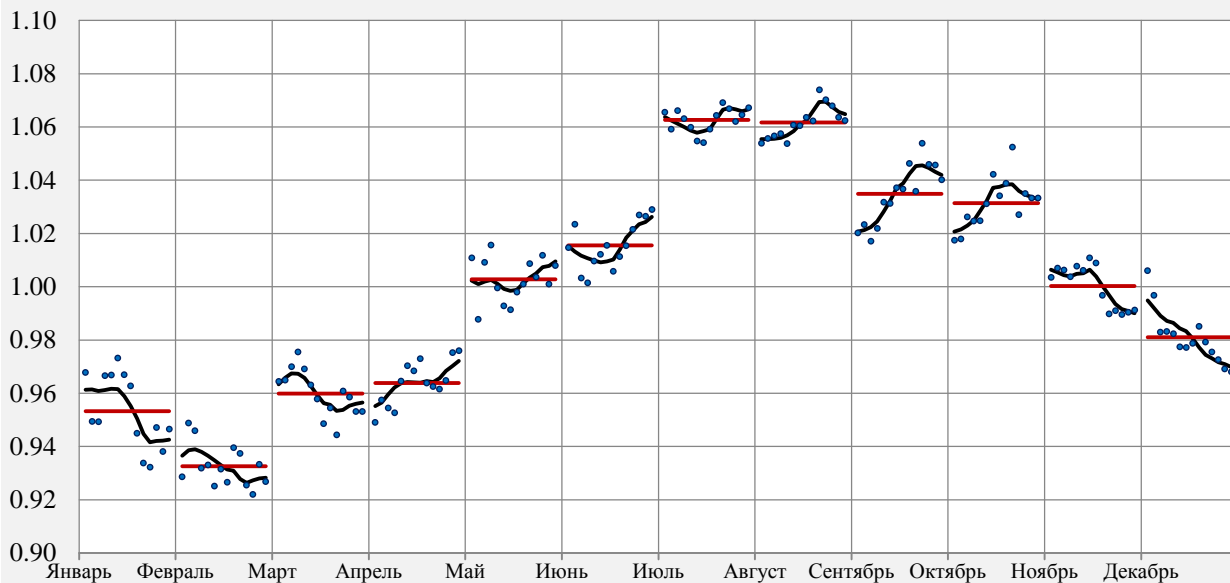
Анализ графика соотношения  $S-I^{13}$  (рисунки 3.3, 3.4) необходим для оценки изменений в выделенном сезонном факторе. Рассмотрение совместной динамики сезонной и нерегулярной компоненты, проведенное отдельно в каждом месяце рассматриваемого временного интервала, позволяет получить представление о наличии скользящей сезонности и существовании сезонных разрывов. Под сезонным разрывом понимается существенное изменение характера сезонности. Резкое возрастание или убывание значений сезонного паттерна в отдельном месяце может означать наличие сезонного разрыва, особенно если это наблюдается в одни и те же годы в течение большинства месяцев. Методы сезонной корректировки, основанные на использовании скользящих средних, чувствительны к сезонным разрывам, также сезонные разрывы могут затруднять выявление эффекта операционных дней и автоматический подбор ARIMA-модели.

На графиках соотношения  $S-I$  (рисунки 3.3, 3.4) черные линии соответствуют значениям выделенной сезонной компоненты, прямые красные линии представляют собой средние значения сезонного фактора для каждого периода. Точками обозначаются значения совместной сезонно-нерегулярной компоненты, которая соответствует значениям исходного временного ряда с исключенной тренд-циклической компонентой.

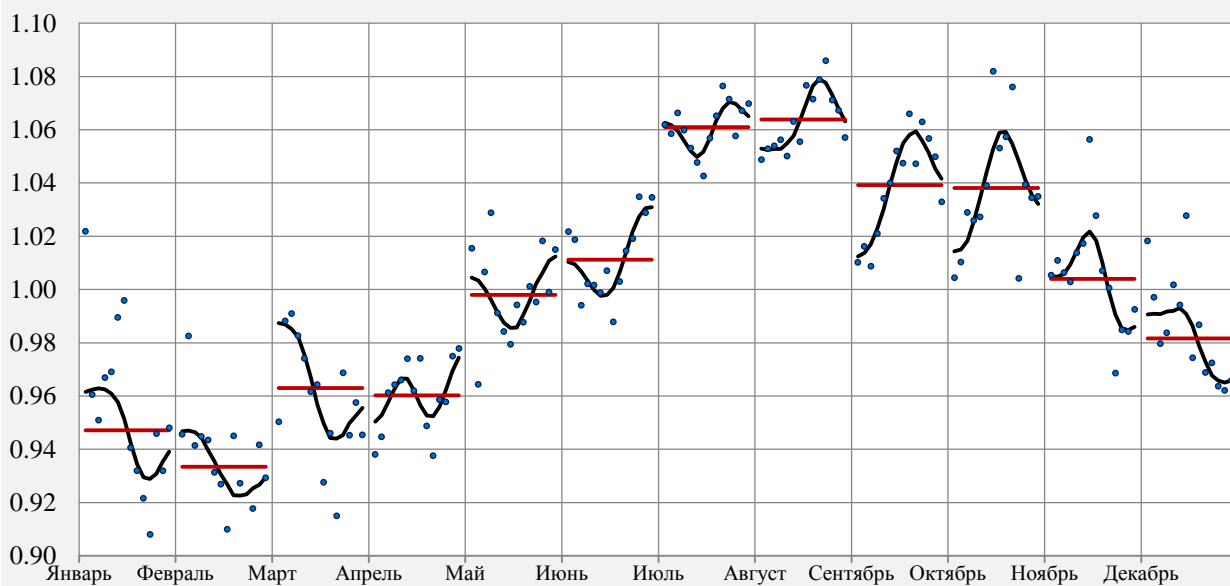
Анализ динамики сезонного паттерна на основе графиков, представленных на рисунках 3.3, 3.4 подтверждает ранее сделанный вывод о том, что сезонный фактор, полученный на основе процедуры X-13ARIMA-SEATS нестабилен. Кроме этого, значения сезонно-нерегулярной компоненты, полученной в результате применения X-13ARIMA-SEATS, расположены достаточно далеко от сезонной составляющей (особенно в начале года), указывая на то, что динамика нерегулярной компоненты доминирует над сезонной.

<sup>13</sup> Сезонность – Нерегулярность (Seasonal – Irregular).

**Рисунок 3.3** График соотношения S-I временного ряда  $MO$ , полученного в результате применения TRAMO/SEATS



**Рисунок 3.4** График соотношения S-I временного ряда  $MO$ , полученного в результате применения X-13ARIMA-SEATS



**Примечание.** Расчеты авторов.

Следующим этапом сравнения результатов процедур сезонной корректировки является сопоставление основных статистических результатов тестов остатков. Остатки должны быть случайными и независимыми. Среднее значение временного ряда остатков должно быть равно нулю, остатки не должны содержать сезонность и они должны быть распределены в соответствии с нормальным законом. Проведенные тесты (таблица 3.1) свидетельствуют о том, что остатки модели, полученные по результатам сезонной корректировки на основе метода TRAMO/SEATS, характеризуются нормальным распределением, не имеют спектральных пиков, а также независимы. В то же время остатки модели, полученные по результатам применения X-13ARIMA-SEATS, не являются нормально распределенными. Полученные результаты подтверждают сделанные выводы о предпочтении применения процедуры TRAMO/SEATS к сезонной корректировке временного ряда  $MO$ .

**Таблица 3.1** *p*-значения статистик тестов остатков модели сезонной корректировки

Тестируемые характеристики	TRAMO/SEATS	X-13ARIMA-SEATS
Нормальное распределение	0,831	0,016
Независимость	0,384	0,881
Отсутствие спектральных пиков в операционных днях	0,170	0,112
Отсутствие сезонных спектральных пиков	0,543	0,472

**Примечание.** *Расчеты авторов.*

Таким образом, дальнейшее сезонное сглаживание временного ряда *MO* будет основываться на спецификации RSAfull метода TRAMO/SEATS. Этапы последующего рассмотрения представляют собой анализ результатов предварительной обработки и декомпозиции.

Рассмотрение проведенной предварительной обработки включает в себя анализ:

- статистических свойств выбранной модели ARIMA<sup>14</sup> (таблица 3.2);
- регрессионных переменных (таблицы 3.3, 3.4);
- статистических свойств остатков (таблица 3.5).

В целом автоматическое выявление ARIMA-модели (таблица 3.2) дает удовлетворительные результаты, и необходимость выбирать модель вручную отсутствует. Так, полученная в автоматическом режиме спецификация предполагает, что стационарность исследуемого ряда обеспечивается взятием первых и сезонных разностей, т. к. порядки интегрированности как регулярной, так и сезонной компоненты равны 1. Этот факт подтверждается положительными результатами проведенных ранее тестов на наличие в динамике временного ряда показателя *MO* обычных и сезонных единичных корней, поэтому мы можем принять автоматически выбранную ARIMA-модель без дополнительных корректировок.

**Таблица 3.2** Характеристики модели ARIMA

ARIMA-модель (1, 1, 0)(0, 1, 1)			
Параметр	Значение	t-статистика	<i>p</i> -значение
Phi(1)	-0,367	-4,760	0,000
BTheta(1)	-0,765	-13,750	0,000

**Примечание.** *Расчеты авторов.*

<sup>14</sup> В спецификации модели ARIMA  $(p, d, q)(P, D, Q)$  регулярная компонента определяется параметрами  $(p, d, q)$ , где  $p$  – порядок авторегрессии,  $d$  – порядок интегрированности временного ряда,  $q$  – порядок скользящего среднего. Порядки сезонной компоненты  $(P, D, Q)$  определяются аналогично.

**Таблица 3.3** Регрессионные переменные (операционные дни)

День	Значение	t-статистика	p-значение
1	2	3	4
Понедельник	0,004	1,710	0,089
Вторник	-0,004	-1,590	0,115
Среда	-0,001	-0,310	0,760
Четверг	-0,003	-1,250	0,213
Пятница	-0,011	-4,410	0,000*
Суббота	0,006	2,280	0,024*

*p*-значение критерия Фишера совместной статистической незначимости – 0,000\*\*.

**Примечание.** Расчеты авторов.

\* Статистическая значимость коэффициента подтверждается на 5-процентном уровне значимости.

\*\* Несмотря на то, что некоторые регрессионные переменные операционных дней не являются значимыми на 5-процентном уровне, результаты совместного F-теста показывают, что регрессионные переменные операционных дней являются совместно статистически значимыми.

Резко отклоняющиеся значения наблюдений (выбросы) могут влиять на надежность результатов оценки сезонного паттерна. В данном случае по результатам предварительной обработки была подтверждена статистическая значимость смещения уровня в январе 2009 г. (таблица 3.4), которое было выявлено на этапе анализа денежного агрегата М0 (рисунок 2.10).

**Таблица 3.4** Регрессионные переменные (выбросы)

Тип	Период	Значение	t-статистика	p-значение
Смещение уровня	2009m01	-0,097	-3,610	0,0004*

**Примечание.** Расчеты авторов.

\* Статистическая значимость коэффициента подтверждается на 5-процентном уровне значимости.

Диагностические тесты остатков (таблица 3.5) не выявляют статистических проблем. В целом можно сделать вывод, что распределение остатков отвечает теоретическим требованиям, т. е. является случайным, нормальным и независимым.

**Таблица 3.5** p-значения статистик тестов остатков модели сезонной корректировки

Тестируемые характеристики		p-значение
1	2	3
Нормальное распределение	Среднее значение	0,290
	Асимметрия	0,821
	Экссесс	0,903
	Общий	0,831

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3
Независимость	Тест Льюнга – Бокса*	0,278
	Тест Бокса – Пирса*	0,403
	Тест Льюнга – Бокса на сезонность**	0,129
	Тест Бокса – Пирса на сезонность**	0,159
Случайность	Количество колебаний около среднего	0,375
	Длительность колебаний около среднего	0,999
	Количество периодов роста и спада	0,999
	Длительность периодов роста и спада	0,999
Линейность	Тест Льюнга – Бокса квадратов*	0,240
	Тест Бокса – Пирса квадратов*	0,373

**Примечание.** 1. Расчеты авторов.

2. Нулевые гипотезы тестов соответствуют подтверждению наличия тестируемых характеристик, указанных в первом столбце, в динамике рассматриваемого ряда.

\* Тестируется отсутствие автокорреляции для 24 обычных лагов.

\*\* Тестируется отсутствие автокорреляции для 2 сезонных лагов.

В рамках рассмотрения результатов декомпозиции анализируются характеристики, связанные с выделенной сезонной компонентой и с полученным сезонно скорректированным рядом.

В таблице 3.6 приводятся эмпирические оценки кросс-корреляций для всех пар компонент, полученных в результате декомпозиции. Также приводятся  $p$ -уровни, полученные при тестировании статистической гипотезы об отсутствии взаимной корреляции между временными рядами рассматриваемой пары. Данный тест позволяет установить, выполняется ли предположение об ортогональности канонического разложения, согласно которому между оцениваемыми составляющими нет корреляции.

Таблица 3.6 Кросс-корреляция результатов декомпозиции

Пара компонент		Эмпирическая оценка	$p$ -значение
Тренд-циклическая	Сезонная	-0,213	0,078*
Тренд-циклическая	Нерегулярная	0,112	0,711*
Сезонная	Нерегулярная	0,054	0,250*

**Примечание.** Расчеты авторов.

\* Нулевая гипотеза об отсутствии взаимной корреляции не может быть отклонена на 5-процентном уровне значимости.

Следующим этапом анализа результатов является тестирование наличия сезонной компоненты в динамике временного ряда показателя, очищенного от сезонности, календарных и прочих эффектов. Тестирование, проводимое на данном этапе, аналогично тому, что проводилось ранее для исходного временного ряда показателя (таблица 2.1). Правильность проведенной корректировки подтверждается полученными результатами тестов (таблица 3.7), которые демонстрируют, что нулевые гипотезы тестов об отсутствии признаков сезонности не отвергаются на 5-процентном уровне значимости.



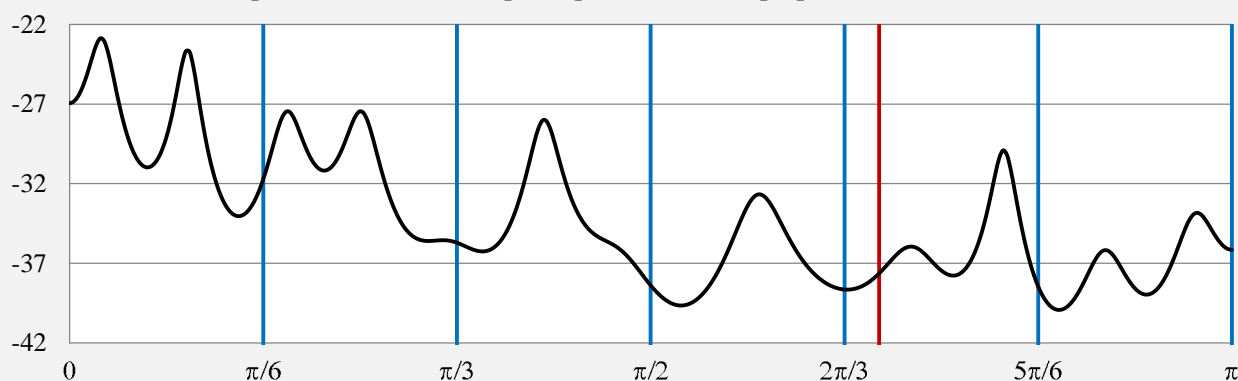
**Таблица 3.7** Результаты статистических тестов на наличие сезонности в динамике сезонно скорректированного временного ряда  $M0$

Тест	$p$ -значение	Наличие сезонности
1. Сезонная автокорреляция	1	Нет
2. Непараметрический тест Фридмана	0,986	Нет
3. Непараметрический тест Краскела – Уоллиса	1	Нет
4. Спектральные пики авторегрессионного спектра	–	Нет
5. Спектральные пики периодограммы	1	Нет
6. Детерминированная сезонность	1	Нет

**Примечание.** Расчеты авторов.

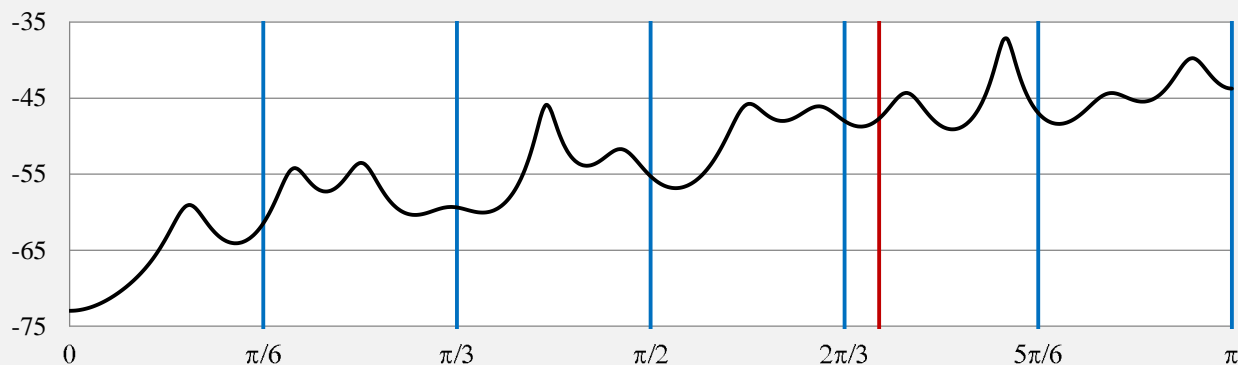
Проведение аналогичного набора тестов для временного ряда нерегулярной компоненты также позволило принять гипотезу об отсутствии периодических колебаний. Данные выводы подтверждаются анализом оценок спектральной плотности сезонно скорректированного ряда (рисунки 3.5, 3.7) и нерегулярной компоненты (рисунки 3.6, 3.8).

**Рисунок 3.5** Авторегрессионный спектр сезонно скорректированного временного ряда  $M0$ , представленного в первых разностях логарифмов



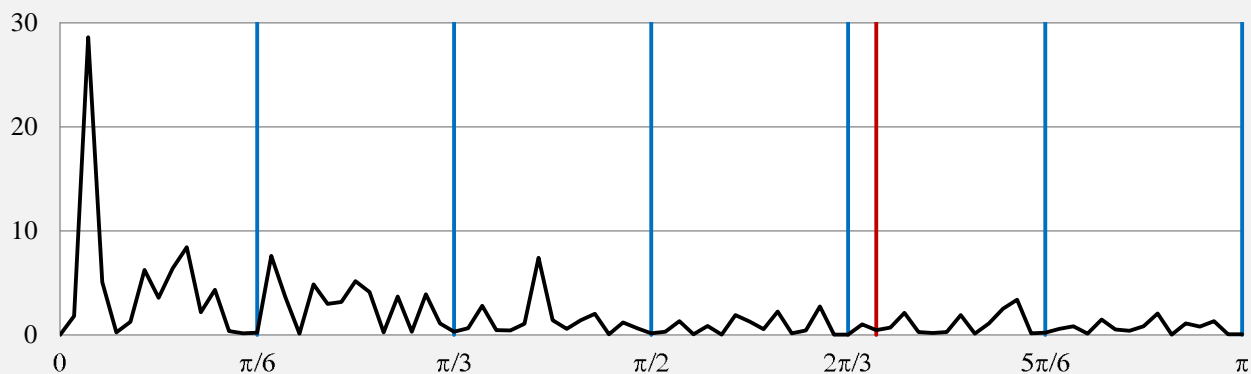
**Примечание.** Расчеты авторов.

**Рисунок 3.6** Авторегрессионный спектр нерегулярной компоненты



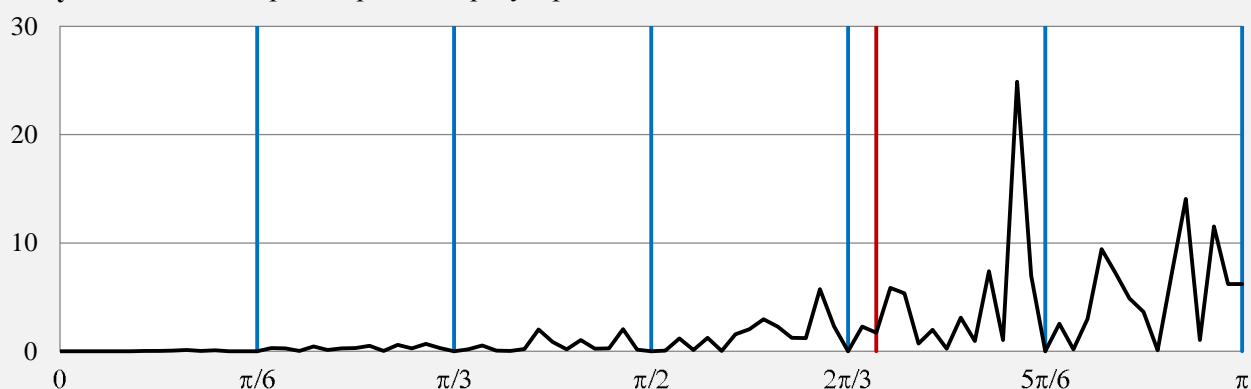
**Примечание.** Расчеты авторов.

**Рисунок 3.7** Периодограмма денежного сезонно скорректированного временного ряда  $M0$ , представленного в первых разностях логарифмов



**Примечание.** Расчеты авторов.

**Рисунок 3.8** Периодограмма нерегулярной компоненты

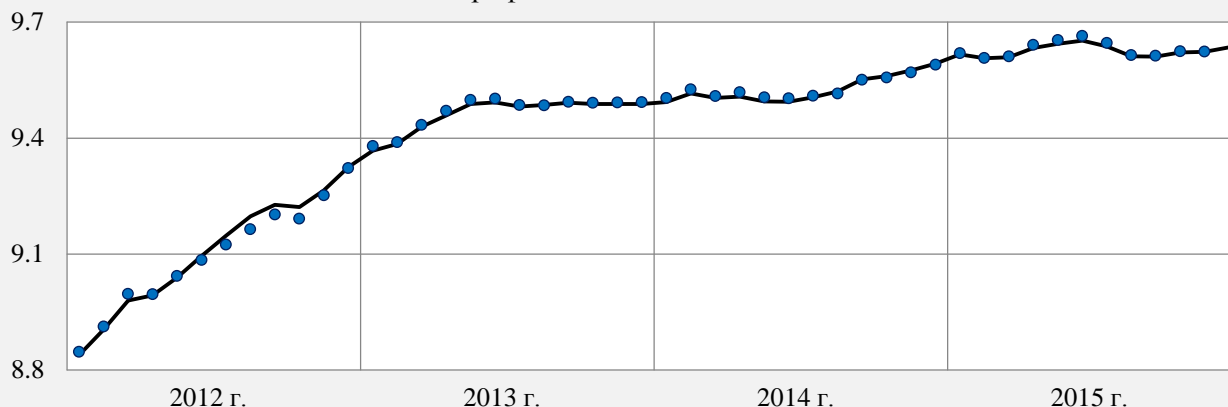


**Примечание.** Расчеты авторов.

Следующий этап диагностики позволяет оценить стабильность выбранного подхода сезонной корректировки путем анализа истории пересмотров. Важность данной диагностики обусловлена тем, что добавление новых наблюдений во временной ряд корректируемого показателя приводит к неминуемому изменению оценок его тренда и сезонной компоненты. Таким образом, от применяемой методики сезонного сглаживания можно было бы ожидать определенного уровня стабильности, что выражается в отсутствии значительных пересмотров оценок компонент, получаемых в результате декомпозиции. На текущий момент не существует тестов, которые бы позволяли оценить статистическую значимость исторических пересмотров модели сезонной корректировки для заданного уровня значимости, поэтому анализ данной описательной характеристики возможен лишь на основе субъективных экспертных оценок. Следует отметить, что данная диагностика может быть использована на этапе выбора методики сезонного сглаживания, когда для некоторого показателя приемлемыми являются сразу несколько вариантов. Тогда использование выводов, сделанных на основе тестов стабильности, может отфильтровать методы, которые показывают худшие результаты.

На *рисунке 3.9* представлен итоговый сезонно скорректированный временной ряд  $M0$  в логарифмах (черная линия). Точечный график отражает значения рассматриваемого сезонно скорректированного временного ряда, полученные в результате сокращения анализируемого временного горизонта и осуществления ретроспективного анализа на основе отобранной модели сезонной корректировки. В результате графического анализа можно сделать вывод, что выбранная модель сезонной корректировки соответствует требованию стабильности.

**Рисунок 3.9** Анализ пересмотров сезонно скорректированного временного ряда  $M0$ , представленного в логарифмах



**Примечание.** Расчеты авторов.

Таким образом, для сезонного сглаживания денежного агрегата  $M0$ , представленного в логарифмах, после сравнительного анализа доступных методик сезонной корректировки выбор был сделан в пользу применения TRAMO/SEATS. Корректировка данным методом с использованием стандартной спецификации RSAfull (с отмененной опцией автоматического принятия решения о логарифмировании временного ряда) позволила получить результаты, которые характеризуются более стабильным образом сезонности и менее волатильной нерегулярной компонентой, чем корректировка с применением аналогичной спецификации RSA4c метода X-13ARIMA-SEATS. Автоматически выбранная на этапе предварительной обработки ARIMA-модель была принята без дополнительных корректировок, т. к. ее спецификация корректно учитывает наличие как обычной, так и сезонной нестационарности, присутствие которых было подтверждено на этапе предварительного анализа. В рамках диагностики результатов проведенной декомпозиции было установлено, что выделенные компоненты характеризуются приемлемыми результатами как в части отсутствия взаимных корреляций и признаков остаточной сезонности, так и в части стабильности применяемого метода.

### 3.2. Результаты проведения сезонной корректировки компонент $M3$ , характеризующихся ярко выраженными сезонными колебаниями

Аналогичным образом производилась сезонная корректировка для каждого из временных рядов, относящихся к первой группе, характеризующихся ярко выраженной детерминированной и стохастической сезонностью:

1. 2. Переводные депозиты в рублях.
2. 2.1. Переводные депозиты в рублях физических лиц.
3. 2.2. Переводные депозиты в рублях юридических лиц.
4. Денежный агрегат –  $M1$ .
5. Денежная масса в национальном определении –  $M2$ .
6. Рублевая денежная масса –  $M2^*$ .

Проведение сезонной корректировки рядов из первой группы было осуществлено поэтапно. Вначале к рассматриваемым рядам были применены диагностические тесты, целью которых было установить подходящий метод сезонного сглаживания для каждого из показателей. Первоначальное определение спецификаций<sup>15</sup> было выполнено по общему правилу – осуществлять предварительный выбор из наиболее широких спецификаций для каждого метода. Характеристики качества проведенной предварительной обработки (таблица 3.8) и декомпо-

<sup>15</sup> RSAfull и RSA5c для TRAMO/SEATS и X-13ARIMA-SEATS соответственно.

зиции (таблица 3.9), а также результаты статистических тестов выделенной компоненты остатков (таблица 3.10) свидетельствуют о том, что корректировка всех рассматриваемых рядов с применением метода TRAMO/SEATS позволяет в целом добиться более качественных результатов.

По результатам анализа тестовых характеристик ARIMA-моделей можно сделать вывод, что все рассматриваемые временные ряды характеризуются порядком скользящего среднего, равным 1, и содержат сезонный процесс, который может быть одинаково специфицирован для всех рядов (P, D, Q) – (0, 1, 1).

**Таблица 3.8** ARIMA-модели, выбранные по результатам автоматической предварительной обработки

Показатель	TRAMO/SEATS	X-13ARIMA-SEATS
2. Переводные депозиты в рублях	(0, 1, 1)(0, 1, 1)	(0, 1, 1)(0, 1, 1)
2.1. Переводные депозиты в рублях физических лиц	(1, 1, 0)(0, 1, 1)	(0, 2, 1)(0, 1, 1) <sup>16</sup>
2.2. Переводные депозиты в рублях юридических лиц	(0, 1, 1)(0, 1, 1)	(0, 1, 0)(1, 1, 1)
Денежный агрегат – M1	(0, 1, 1)(0, 1, 1)	(1, 1, 1)(0, 1, 1)
Денежная масса в национальном определении – M2	(0, 1, 1)(0, 1, 1)	(1, 1, 2)(0, 1, 1)
Рублевая денежная масса – M2*	(0, 1, 1)(0, 1, 1)	(2, 1, 2)(0, 1, 1)

**Примечание.** Расчеты авторов.

**Таблица 3.9** Характеристики стабильности декомпозиции

Показатель	TRAMO/SEATS		X-13ARIMA-SEATS	
	Среднее отклонение	Среднеквадратическая ошибка	Среднее отклонение	Среднеквадратическая ошибка
2. Переводные депозиты в рублях	-0.0004	0.0975	-0.0071	0.1425
2.1. Переводные депозиты в рублях физических лиц	0.0099	0.0624	0.0129	0.1659
2.2. Переводные депозиты в рублях юридических лиц	-0.0023	0.1451	-0.0239	0.1701
Денежный агрегат – M1	-0.0143	0.0695	-0.0048	0.0769
Денежная масса в национальном определении – M2	0.0009	0.0356	-0.0112	0.0777
Рублевая денежная масса – M2*	0.0025	0.0391	-0.0103	0.0687

**Примечание.** Расчеты авторов.

Основным замечанием к результатам тестов остатков модели сезонной корректировки методом X-13 (таблица 3.10) является слабая линейность. Это может объясняться наличием неинтерпретируемых изменений характера сезонности на начальном участке временных рядов показателей. При этом поскольку результаты корректировки методом TRAMO/SEATS позволяют получить более качественные результаты по большинству протестированных характеристик, то попытки добиться лучшего результата в части линейности остатков не являются столь необходимыми. Кроме того, в ряду 2.2. Переводные депозиты в рублях юридических

<sup>16</sup> Т. к. на основании предварительного анализа был сделан вывод о том, что стационарность временного ряда данного показателя можно получить при помощи первых и 12 разниц, то для дальнейшего рассмотрения автоматически выбранная ARIMA-модель не применялась, а использовалась определенная вручную модель (0, 1, 1)(0, 1, 1).

лиц отвергается гипотеза об отсутствии спектральных пиков, что не является критичным, поскольку в дальнейшем он будет использоваться только как составляющая временного ряда

*2. Переводные депозиты в рублях.*

**Таблица 3.10** *p*-значения статистик тестов остатков модели сезонной корректировки методами TRAMO/SEATS (TS) и X-13ARIMA-SEATS (X13)

Тестируемые характеристики		2. Переводные депозиты в рублях		2.1. Переводные депозиты в рублях физических лиц		2.2. Переводные депозиты в рублях юридических лиц		Денежный агрегат – <i>M1</i>		Денежная масса в национальном определении – <i>M2</i>		Рублевая денежная масса – <i>M2*</i>	
		TS	X13	TS	X13	TS	X13	TS	X13	TS	X13	TS	X13
Нормальное распределение	Среднее значение	0,993	0,921	0,761	0,818	0,804	0,978	0,543	0,924	0,970	0,982	0,935	0,974
	Асимметрия	0,336	0,189	0,786	0,272	0,975	0,711	0,604	0,932	0,848	0,758	0,844	0,679
	Экссесс	0,712	0,205	0,762	0,605	0,651	0,925	0,046*	0,553	0,442	0,802	0,539	0,238
	Общий	0,513	0,176	0,726	0,421	0,997	0,887	0,044*	0,562	0,882	0,749	0,944	0,252
Независимость	Общий	0,852	0,548	0,073	0,504	0,449	0,500	0,389	0,150	0,277	0,407	0,230	0,491
	Тест Льюнга – Бокса	0,768	0,489	0,042*	0,387	0,336	0,383	0,283	0,071	0,189	0,203	0,152	0,216
	Тест Бокса – Пирса	0,834	0,581	0,079	0,525	0,422	0,460	0,443	0,131	0,281	0,288	0,229	0,337
	Тест Льюнга – Бокса (сез.)	0,746	0,508	0,197	0,970	0,208	0,999	0,618	0,271	0,648	0,802	0,489	0,316
	Тест Бокса – Пирса (сез.)	0,782	0,568	0,228	0,973	0,240	0,999	0,681	0,323	0,685	0,830	0,541	0,999
Отсутствие спектральных пиков в операционных днях		0,306	0,695	0,159	0,070	0,003*	0,013*	0,254	0,106	0,227	0,026*	0,084	0,315
Отсутствие сезонных спектральных пиков		0,257	0,349	0,059	0,509	0,464	0,502	0,127	0,333	0,534	0,685	0,418	0,312
Случайность	Количество колебаний около среднего	0,687	0,174	0,705	0,603	0,361	0,441	0,383	0,293	0,902	0,388	0,264	0,469
	Длительность колебаний около среднего	1	1	0,999	0,999	1	0,999	1	0,999	0,221	0,999	0,999	0,999
	Количество периодов роста и спада	1	1	0,999	0,999	1	0,999	1	0,999	0,221	0,999	0,999	0,999
	Длительность периодов роста и спада	1	1	0,999	0,999	1	0,999	1	0,999	0,221	0,999	0,999	0,999
Линейность	Тест Льюнга – Бокса квадратов	0,892	0,011*	0,149	0,514	0,365	0,012*	0,126	0,001*	0,047*	0,025*	0,061	0,374
	Тест Бокса – Пирса квадратов	0,930	0,030*	0,239	0,645	0,521	0,029*	0,259	0,001*	0,081	0,050	0,106	0,481

**Примечание.** Расчеты авторов.

\* Нулевая гипотеза о наличии тестируемой гипотезы отклоняется на 5-процентном уровне значимости.

Результаты тестов остатков моделей сезонной корректировки приведены уже для измененных спецификаций, включающих в себя изменение календарных эффектов и, в случае необходимости, выбросов.

Согласно предположению о каноническом разложении между оцениваемыми составляющими нет корреляции. По результатам, представленным в *таблице 3.11*, выбранные модели удовлетворяют условию ортогональности составляющих ряда.

**Таблица 3.11** Кросс-корреляция результатов декомпозиции для рядов, сглаживание которых проводилось с использованием метода TRAMO/SEATS

Показатель	Пара компонент		Эмпирическая оценка	p-значение
<i>2. Переводные депозиты в рублях</i>	Тренд-циклическая	Сезонная	-0.056	0.735*
	Тренд-циклическая	Нерегулярная	0.090	0.667*
	Сезонная	Нерегулярная	0.030	0.895*
<i>2.1. Переводные депозиты в рублях физических лиц</i>	Тренд-циклическая	Сезонная	-0.084	0.547*
	Тренд-циклическая	Нерегулярная	0.144	0.403*
	Сезонная	Нерегулярная	0.013	0.965*
<i>2.2. Переводные депозиты в рублях юридических лиц</i>	Тренд-циклическая	Сезонная	-0.072	0.868*
	Тренд-циклическая	Нерегулярная	0.011	0.440*
	Сезонная	Нерегулярная	0.061	0.541*
<i>Денежный агрегат – M1</i>	Тренд-циклическая	Сезонная	-0.129	0.504*
	Тренд-циклическая	Нерегулярная	0.117	0.810*
	Сезонная	Нерегулярная	0.051	0.240*
<i>Денежная масса в национальном определении – M2</i>	Тренд-циклическая	Сезонная	-0.111	0.274*
	Тренд-циклическая	Нерегулярная	0.205	0.397*
	Сезонная	Нерегулярная	0.023	0.457*
<i>Рублевая денежная масса – M2*</i>	Тренд-циклическая	Сезонная	-0.108	0.285*
	Тренд-циклическая	Нерегулярная	0.237	0.224*
	Сезонная	Нерегулярная	0.016	0.646*

Примечание. *Расчеты авторов.*

\* Нулевая гипотеза об отсутствии взаимной корреляции не может быть отклонена на 5-процентном уровне значимости.

В процессе предварительного анализа динамики временных рядов были статистически определены и экономически интерпретированы структурные сдвиги и выбросы рассматриваемых показателей. Исходя из предположения о том, что корректно выбранная модель сезонной корректировки должна учитывать такую информацию, была произведена проверка выбросов и смещений уровней, определенных по результатам предварительной обработки, выбранными моделями сезонной корректировки. Выявленные выбросы (*таблица 3.12*) соответствуют шокам, которые были установлены ранее в процессе предварительного анализа.

**Таблица 3.12** Выбросы, выбранные по результатам предварительной обработки

Показатель	Тип	Период	Значение	p-значение
1	2	3	4	5
<i>2. Переводные депозиты в рублях</i>	Смещение уровня	2009m2	-0.128	0.000*
<i>2.1. Переводные депозиты в рублях физических лиц</i>	Аддитивный выброс	2015m9	-0.075	0.002*

Продолжение таблицы 3.12

1	2	3	4	5
2.2. Переводные депозиты в рублях юридических лиц	–	–	–	–
Денежный агрегат – M1	Смещение уровня	2009m2	-0.085	0.001*
	Аддитивный выброс	2011m2	0.052	0.001*
Денежная масса в национальном определении – M2	Смещение уровня	2009m2	-0.104	0.000*
Рублевая денежная масса – M2*	Смещение уровня	2009m2	-0.103	0.000*

Примечание. *Расчеты авторов.*

*\* Статистическая значимость подтверждается на 5-процентном уровне значимости.*

Результаты тестов на наличие сезонности в динамике временных рядов, уже скорректированных на сезонную компоненту, показывают, что полученные ряды не демонстрируют наличие признаков сезонности (тест на автокорреляцию сезонных колебаний, непараметрический тест Фридмана, непараметрический тест Краскела – Уоллиса, тест на спектральные пики, анализ периодограммы).

Проведенный тест на остаточную сезонность показал, что для всех рассматриваемых показателей на уровне 10% отсутствуют признаки остаточной сезонности во всем ряду и за последние три года.

Таким образом, была осуществлена сезонная корректировка рядов компонент денежного агрегата M3, характеризующихся ярко выраженной детерминированной сезонностью и стохастической сезонностью.

По результатам проведенных статистических тестов и диагностик лучшим методом для сезонного сглаживания для большинства рассмотренных показателей является метод TRAMO/SEATS. При этом следует отметить, что несмотря на наличие структурных сдвигов и единичных выбросов в динамике рассматриваемых временных рядов, использование метода TRAMO/SEATS с автоматически предлагаемой спецификацией ARIMA-моделей в большинстве случаев позволяет получить корректно сглаженный ряд и не требует дополнительной корректировки со стороны эксперта.

### **3.3. Дополнительный анализ и корректировка рядов, характеризующихся не ярко выраженными сезонными колебаниями**

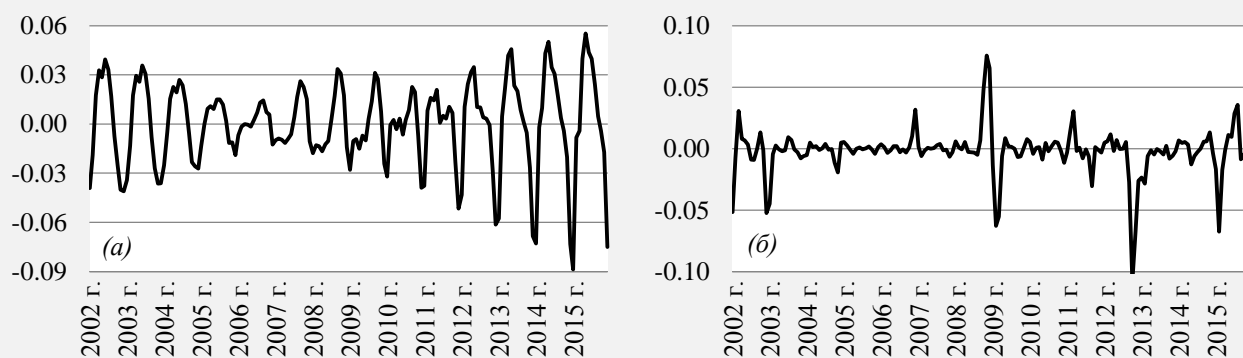
По результатам предварительного анализа рассматриваемых показателей была выделена группа, для которой часть статистических тестов свидетельствовала о наличии сезонной компоненты, а на основе иной части тестов нельзя было отвергнуть гипотезу об отсутствии сезонности. Целью дальнейшего исследования было установить возможность корректной сезонной корректировки таких рядов.

Рассмотрение показателей, входящих в эту группу, позволило установить, что применение наиболее общих спецификаций методов TRAMO/SEATS и X-13ARIMA-SEATS дает неприемлемые результаты как в части характера сезонной и нерегулярной компонент, так и в части выявления выбросов и определения соответствующей ARIMA-модели. Таким образом, для каждого из показателей, входящих в эту группу, была предпринята попытка подбора наиболее подходящей спецификации вручную. По результатам такого индивидуального анализа было получено, что использование спецификаций метода TRAMO/SEATS выделяло сезонную компоненту, которая оказывалась незначительной по отношению к исходному временному ряду, т. е.



никакой существенной корректировки не происходило, а результаты применения спецификаций метода X-13ARIMA-SEATS оказывались нестабильными. Так, на примере показателя 3.1. *Срочные депозиты в рублях физических лиц* было получено, что спецификацию RSA4 можно было бы считать подходящей для обеих методик сезонной корректировки. Такой первоначальный вывод был сделан на основании результатов тестов нерегулярной компоненты, анализе выбранной ARIMA-модели и тестировании на наличие сезонности сезонно скорректированной и случайной компоненты, полученных в результате декомпозиции. Однако простой визуальный анализ графиков сезонной и нерегулярной компонент позволил определить, что выявляемая сезонная составляющая очень мала при использовании TRAMO/SEATS и очень нестабильна при применении X-13ARIMA-SEATS (рисунок 3.10).

**Рисунок 3.10** Динамика сезонного фактора (а) и нерегулярной компоненты (б) логарифма временного ряда 3.1. *Срочные депозиты в рублях физических лиц*, полученного в результате применения X-13ARIMA-SEATS, RSA4



**Примечание.** Расчеты авторов.

Попытки исправить спецификацию вручную позволили установить, что лишь сокращение временного интервала способно обеспечить выполнение основных требований к качеству сезонной корректировки.

Таким образом, для всех показателей, попавших в данную группу, можно сформулировать общий вывод о том, что содержащаяся в динамике данных временных рядов сезонность, признаки которой были выявлены на этапе предварительной обработки, не проявляется одинаково на всем рассматриваемом временном интервале. При этом для большинства показателей, входящих в данную группу, на этапе предварительной обработки было выявлено значительное количество выбросов (таблица 2.2). Исходя из выше отмеченного можно заключить, что корректировка таких показателей на сезонность невозможна на всем рассматриваемом временном интервале.

Отличаются только результаты анализа показателя *Широкая денежная масса – М3*, входящего в данную группу. При добавлении аддитивного выброса (АО) в точке 2009m01 критерии, проверяющие наличие сезонности, подтверждают ее присутствие в исходном ряду, а *p*-значения статистик тестов остатков модели сезонной корректировки (таблица 3.13) свидетельствуют о корректности сезонной корректировки.

**Таблица 3.13** *p*-значения статистик тестов остатков модели сезонной корректировки методом TRAMO/SEATS (TS) ряда *Широкая денежная масса – МЗ*

Тестируемые характеристики		<i>p</i> -значения
Нормальное распределение	Среднее значение	0,059
	Асимметрия	0,414
	Экссесс	0,856
	Общий	0,697
Независимость	Общий	0,171
	Тест Льюнга – Бокса	0,108
	Тест Бокса – Пирса	0,160
	Тест Льюнга – Бокса (сез.)	0,994
	Тест Бокса – Пирса (сез.)	1
Отсутствие спектральных пиков в операционных днях		0,077
Отсутствие сезонных спектральных пиков		0,620
Случайность	Количество колебаний около среднего	0,511
	Длительность колебаний около среднего	1
	Количество периодов роста и спада	1
	Длительность периодов роста и спада	1
Линейность	Тест Льюнга – Бокса квадратов	0,127
	Тест Бокса – Пирса квадратов	0,194

*Примечание.* Расчеты авторов.

## 4. Прямая и косвенная сезонная корректировка показателя *МЗ*

### 4.1. Прямой подход против косвенного

Прямая сезонная корректировка предполагает, что временной ряд экономического показателя, представляющего собой сумму компонент, сглаживается напрямую без его разложения на данные составляющие и без учета их индивидуальных особенностей сезонных колебаний. Косвенная сезонная корректировка осуществляется путем дезагрегации временного ряда, рассмотрения особенностей сезонности каждой из компонент, сглаживания по отдельности каждого временного ряда данных компонент и последующего суммирования сезонно скорректированных рядов. Какую из корректировок использовать более уместно – прямую или косвенную – это все еще нерешенный вопрос. На текущий момент отсутствуют теоретические или эмпирические свидетельства в пользу того или иного подхода.

Для обоснованного выбора между прямым и косвенным подходами пользователям нужно учитывать следующее:

- описательную статистику, отражающую качество косвенной и прямой корректировки временного ряда, например плавность временных рядов компонент, тесты остаточной сезонности при косвенной корректировке и др.;

- характеристики сезонного паттерна временных рядов каждой из рассматриваемых компонент;
- потребность пользователей в последовательных и согласованных результатах.

Также при сравнении прямого и косвенного подходов можно использовать различные статистические тесты для выбора наилучшего решения.

#### 4.2. Процедура косвенного сезонного сглаживания показателя *M3*

В первую очередь необходимо отметить, что программное обеспечение JDemetra+ позволяет выполнить сглаживание путем применения косвенного подхода и сравнить результаты с полученными при осуществлении прямой корректировки. Явным недостатком реализованного алгоритма косвенной корректировки является невозможность выбора метода и спецификации для каждой компоненты, процедура сглаживания всех рядов осуществляется одним и тем же выбранным методом.

**Таблица 4.1** Результаты статистических тестов на наличие сезонности в динамике сезонно скорректированного прямым и косвенным методами временного ряда *M3*

Тест	Наличие сезонности	
	Прямой подход	Косвенный подход
1. Сезонная автокорреляция	Нет	Нет
2. Непараметрический тест Фридмана	Нет	Нет
3. Непараметрический тест Краскела – Уоллиса	Нет	Нет
4. Спектральные пики авторегрессионного спектра	Нет	Нет
5. Спектральные пики периодограммы	Нет	Нет
6. Детерминированная сезонность	Нет	Нет

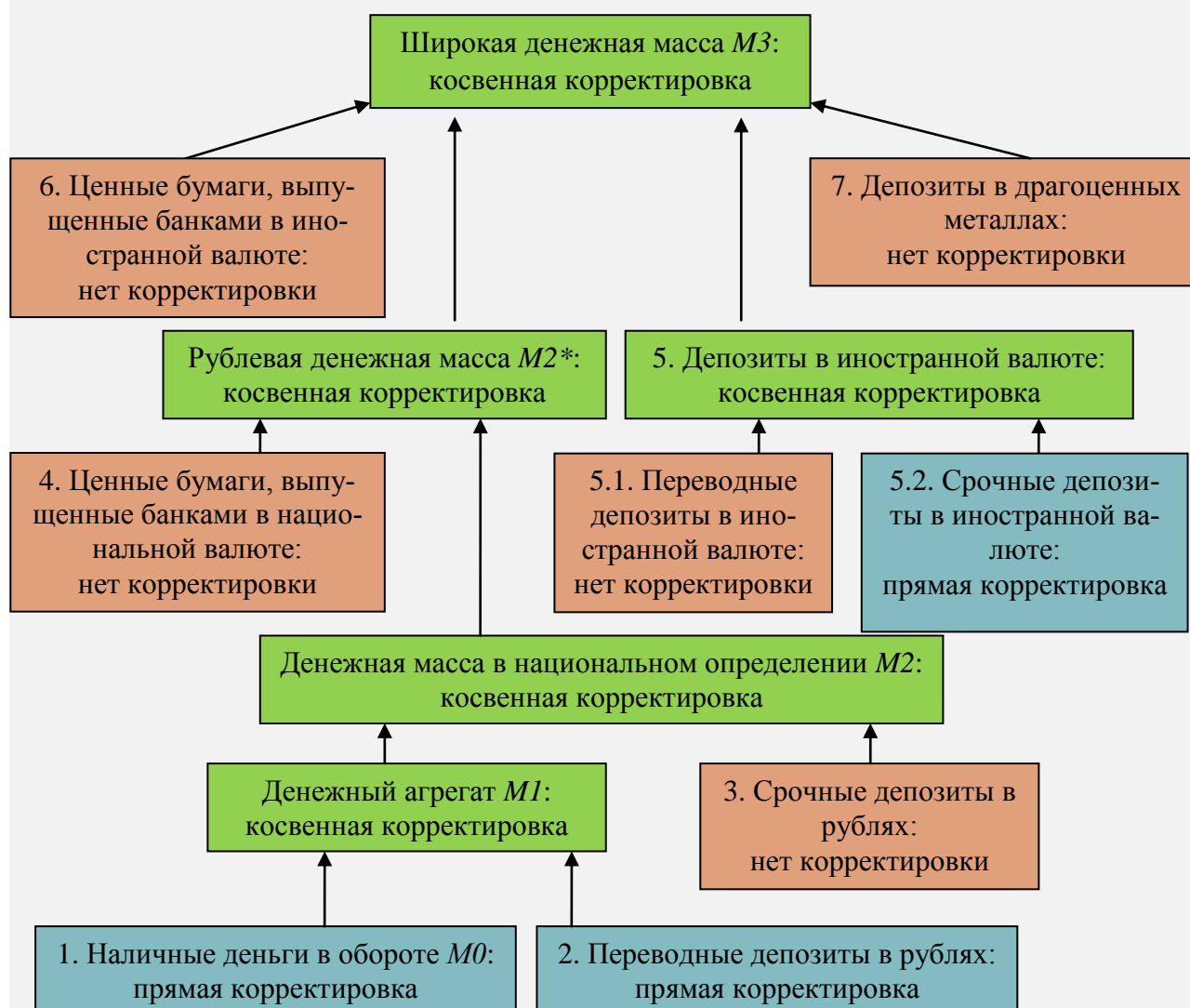
*Примечание.* Расчеты авторов.

Как видно из *таблицы 4.1*, оба подхода, реализованных с помощью JDemetra+, дают схожие результаты, свидетельствующие о корректности проведенных процедур. В *таблице 4.2* отражены различия в статистических показателях использованных методов.

**Таблица 4.2** Результаты сравнения основных статистических показателей

Показатель	Отличие, %
Среднее	0
Стандартное отклонение	0,009
Минимальное значение	-0,028
Максимальное значение	0,022

Далее в ходе анализа рассматривался неавтоматический подход косвенной сезонной корректировки показателя *M3*, что обосновывается сложностью структуры самого агрегата и отсутствием сезонных колебаний в ряде его компонент. Схематично реализованную процедуру можно представить следующим образом (*рисунок 4.1*):

**Рисунок 4.1** Схема, отражающая процедуру косвенной сезонной корректировки показателя  $M3$ 

**Примечание.** Составлено авторами.

Как видно выше (рисунок 4.1), только три временных ряда были сезонно скорректированы напрямую, остальные компоненты  $M3$  либо не содержат значимого сезонного фактора, либо были сезонно скорректированы косвенным методом. При этом если на каком-либо этапе нужно было принять решение, что сезонно корректировать – агрегированный ряд или его компоненты, то в соответствии со статистическими тестами выбирался ряд с наиболее ярко выраженной сезонностью. Так, было принято решение применить прямую сезонную корректировку к переводным депозитам в рублях и косвенную – к денежному агрегату  $M1$ .

### 4.3. Сравнение результатов прямой и косвенной корректировки $M3$

В целях обоснования выбора метода сезонной корректировки приведем таблицу 4.3 с результатами статистических тестов<sup>17</sup>, где отмечено, какой подход каждый тест определяет как более эффективный.

<sup>17</sup> Подробнее о статистических тестах: [5].

Таблица 4.3 Результаты сравнения тестирования прямого и косвенного методов

Метод	TRAMO/SEATS	
	косвенный	прямой
<b>Мера качества сезонного сглаживания</b>		
Анализ темпов роста		
процент несоответствия знаков	–	–
среднее различие темпов роста		X
стандартное отклонение разниц темпов роста		X
максимальное отклонение разниц темпов роста		X
Плавность приспособления		
$R_1$	X	
$R_2$	X	
MAR (TC)	X	
Ревизии		
средняя ошибка ревизии		X
стандартное отклонение ревизии	X	
MAR	X	
RMSR	X	
темп конвергенции		X
Прогноз <i>out-of-sample</i>		
MAPD(SA)	X	
MAPD(TC)		X

**Примечание.** Расчеты авторов.

Как видно из *таблицы 4.3*, статистический анализ не дает однозначного ответа относительно наиболее эффективного подхода к сезонной корректировке. Для обоснованного вывода необходимо учесть дополнительные факты:

- многие компоненты показателя *M3* не обладают ярко выраженной сезонностью;
- различия в наиболее эффективных спецификациях при сглаживании компонент с ярко выраженной сезонностью;
- большое количество значимых выбросов в компонентах показателя *M3*, агрегирование которых может серьезно повлиять на выделение сезонной компоненты.

На основании всей доступной информации был сделан вывод, что использование косвенного сезонного сглаживания *M3* является более обоснованным и эффективным относительно прямого. Тем не менее стоит учитывать тот факт, что косвенная сезонная корректировка требует больших трудозатрат относительно прямого подхода. В данной работе прямой подход пусть несколько уступает косвенному, но также позволяет получить приемлемый результат.

## Заключение

В представленной работе были подробно описаны особенности сезонной корректировки временных рядов на примере широкой денежной массы Республики Беларусь. Проведенное исследование предлагает ряд рекомендаций по корректировке на сезонность денежного агрегата *M3*, особенностью которого является сложность его структуры.

Следует отметить, что по итогу работы можно увидеть, что в большинстве случаев для корректного сезонного сглаживания компонент денежного агрегата *M3* целесообразно использовать метод TRAMO/SEATS, в том числе и в автоматическом режиме, который позволяет получить модель с хорошими статистическими характеристиками.

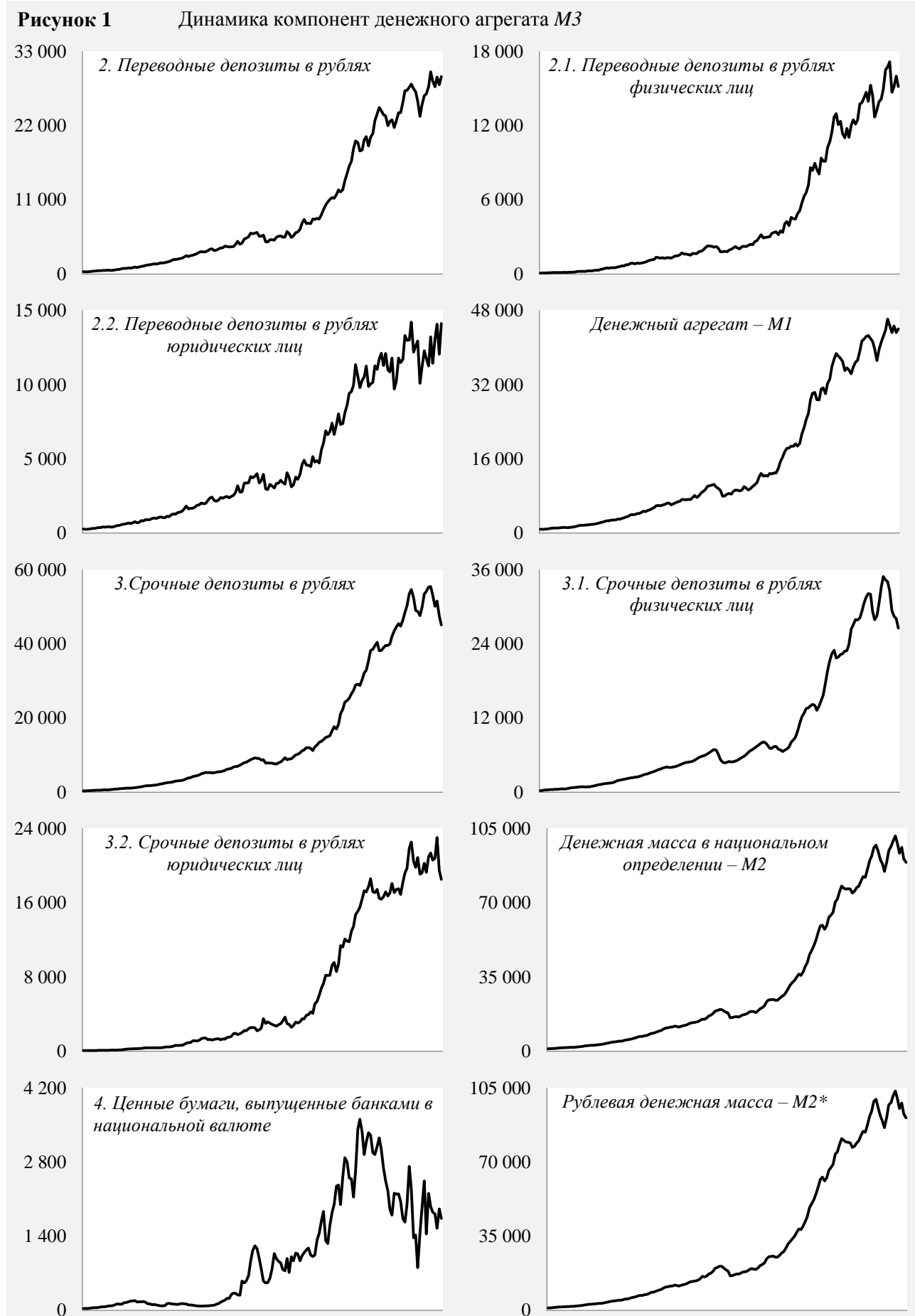
Важным этапом в осуществлении сезонной корректировки является предварительный анализ временных рядов, выявляющий их динамические характеристики: порядок интегрированности временного ряда, порядок интегрированности сезонности, определение выбросов в динамике ряда и др. Некоторые ряды могут характеризоваться наличием календарных эффектов и отсутствием сезонных эффектов. В этом случае будет целесообразной только корректировка на календарные эффекты. Наоборот, другой ряд может характеризоваться наличием только сезонных эффектов и отсутствием календарных эффектов; в этом случае должна быть выполнена только сезонная корректировка. Как было показано в данной работе, результаты сезонной корректировки зависят от априорных предположений, лежащих в основе выбранной модели.

По результатам сезонного сглаживания широкой денежной массы Республики Беларусь можно сделать следующий вывод: временные ряды, имеющие сложную структуру, требуют покомпонентной сезонной корректировки. Только такой подход к данному типу рядов является корректным, дающим приемлемые результаты, которые могут быть использованы для анализа текущей ситуации или описания проводимой политики.

**Источники:**

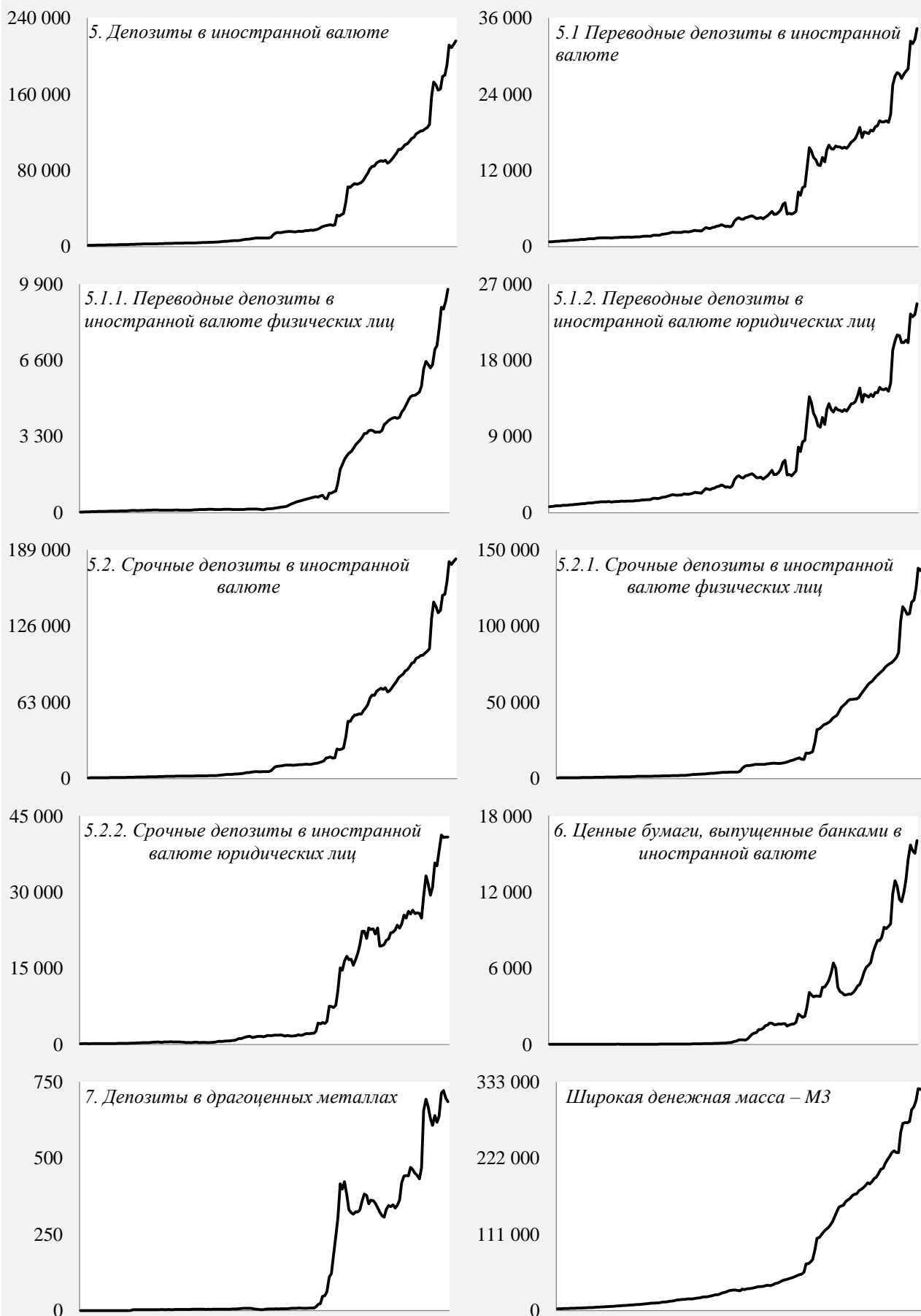
1. Brockwell P. Introduction to Time Series and Forecasting / P. Brockwell, R. Davis // Springer New York. – 2002. – № 94. – 428 p.
2. ESS guidelines on seasonal adjustment // Eurostat. – 2015. – 47 p.
3. Grudkowska S. JDemetra+ User Guide // Narodowy Bank Polski. – 2015. – 144 p.
4. Grudkowska S. JDemetra+ Reference Manual Version 1.1 // Narodowy Bank Polski. – 2015. – 302 p.
5. Manna M. Seasonal adjustment / M. Manna, R. Peronaci // European Central Bank. – 2003. – 161 p.

## Приложение



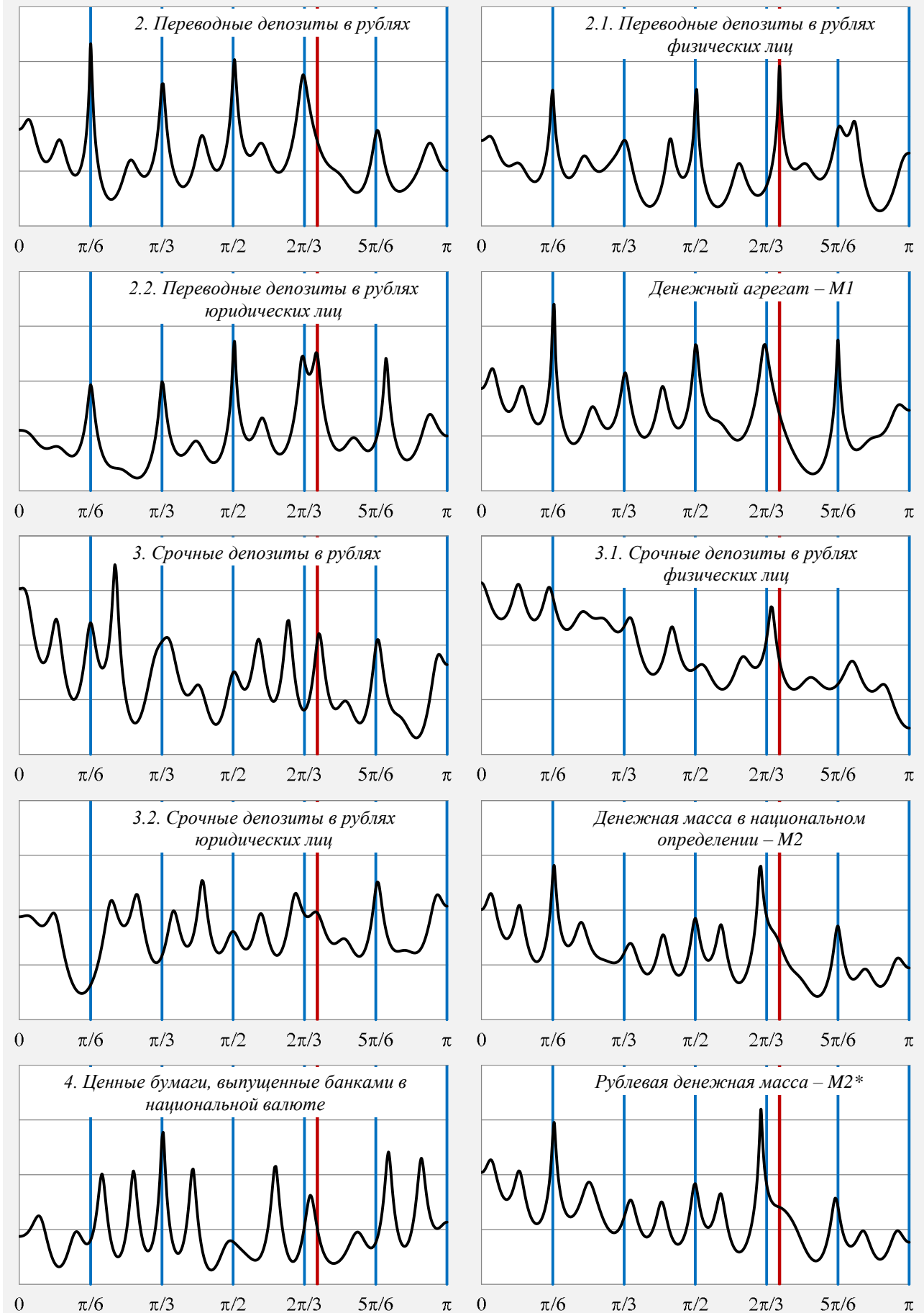


## Продолжение рисунка 1

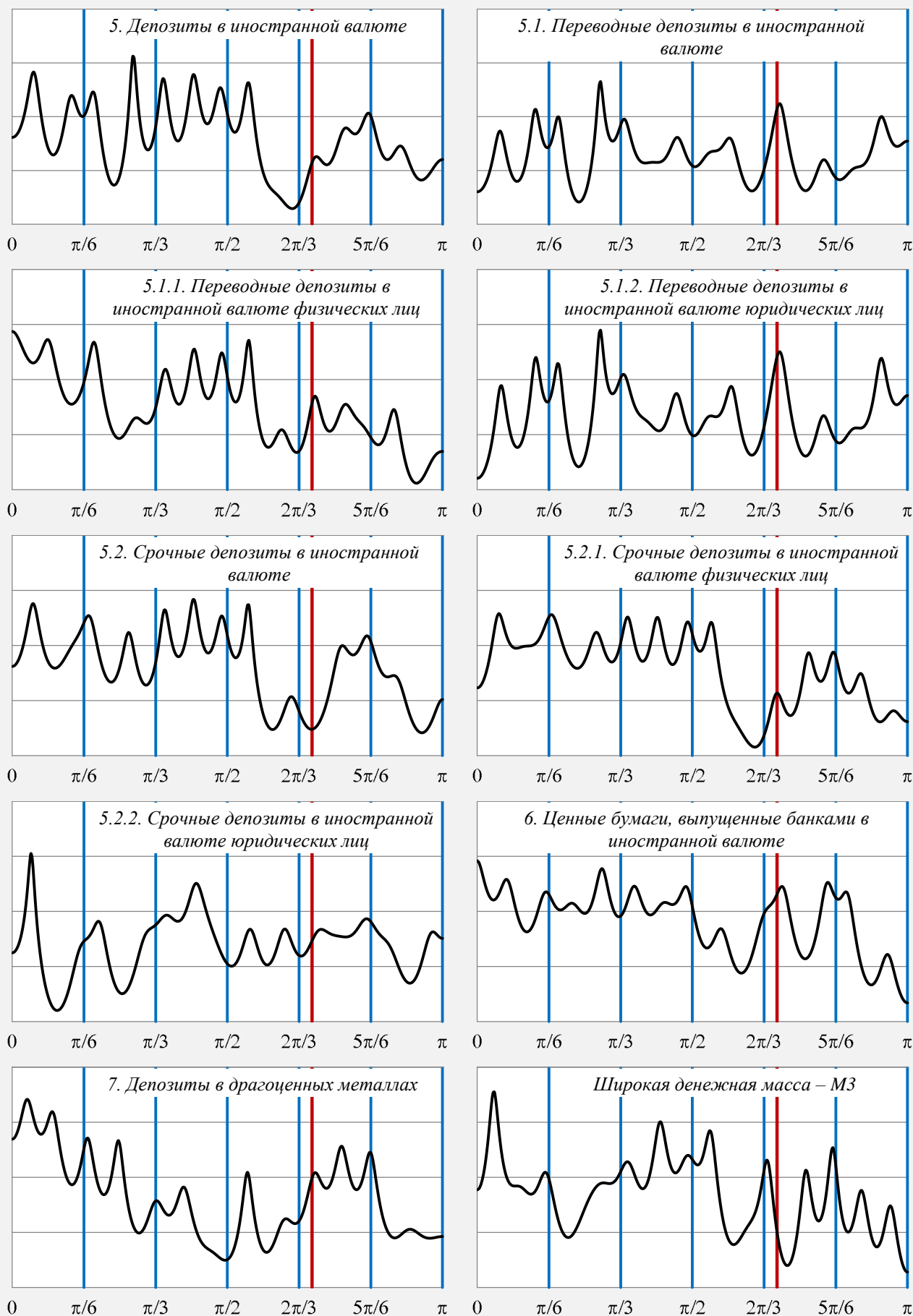


**Примечание.** Составлено авторами на основании данных НБ РБ.

**Рисунок 2** Авторегрессионные спектры временных рядов компонент денежного агрегата М3, представленных в логарифмической форме

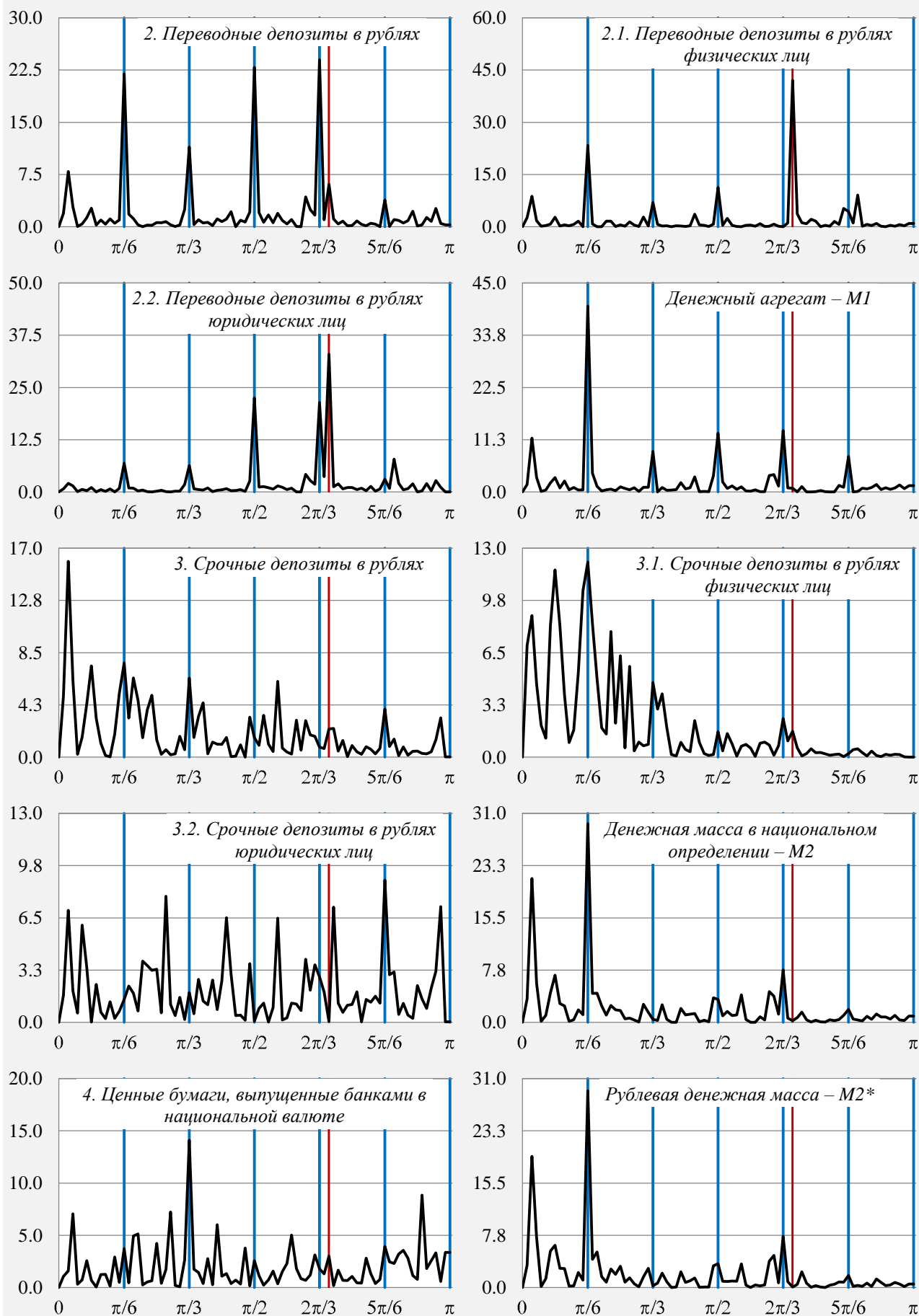


## Продолжение рисунка 2

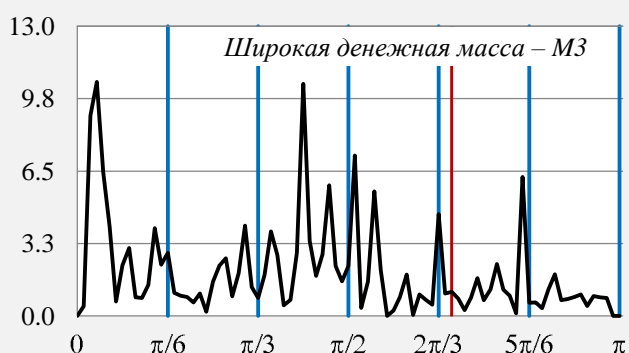
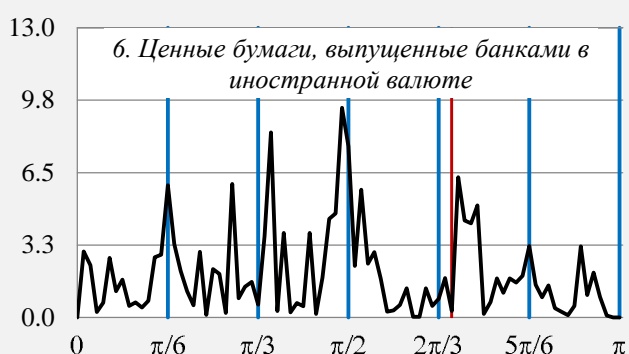
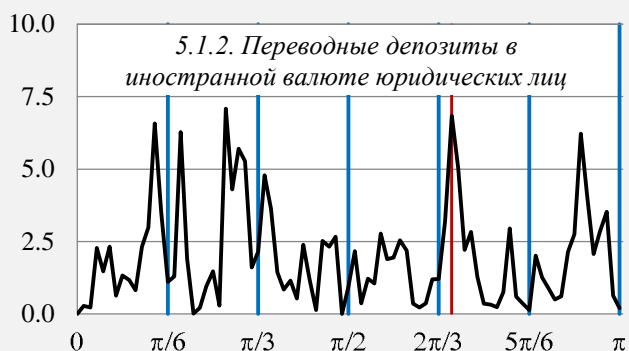
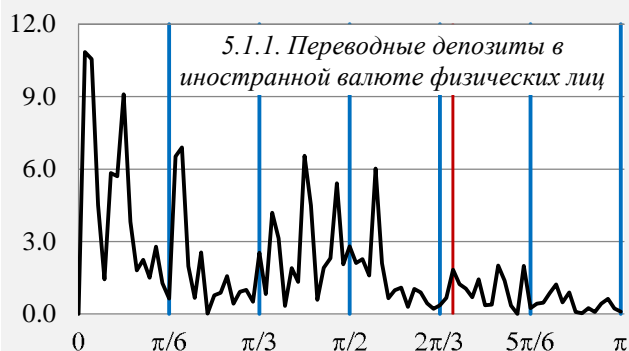
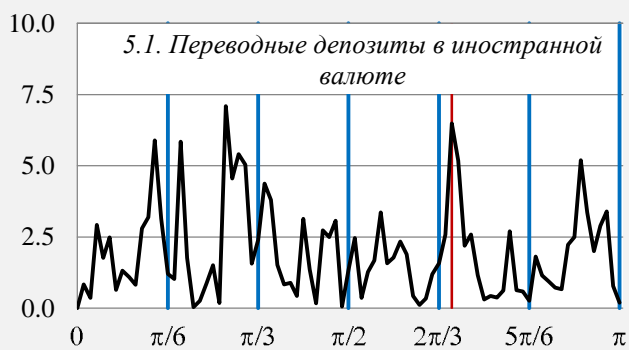


**Примечание.** Расчеты авторов.

**Рисунок 3** Периодограммы временных рядов компонент денежного агрегата  $M3$ , представленных в логарифмической форме



## Продолжение рисунка 3



Примечание. Расчеты авторов.

**Электронное приложение к журналу «Банкаўскі веснік»**

**Номер подготовлен**

Управлением исследований Национального банка Республики Беларусь

Управлением информации и общественных связей Национального банка Республики Беларусь

**Редакционно-издательский совет**

П.А. Маманович, кандидат экономических наук  
(председатель совета, главный редактор)

А.О. Тихонов, доктор экономических наук  
(заместитель председателя совета)

А.М. Тимошенко

А.Ф. Галов, кандидат экономических наук  
Д.Л. Калечиц  
С.В. Калечиц

Е.Ф. Киреева, доктор экономических наук  
М.М. Ковалев, доктор физико-математических наук

В.Н. Комков, доктор экономических наук

И.В. Новикова, доктор экономических наук  
С.В. Салак

В.И. Тарасов, доктор экономических наук

Ю.М. Ясинский, доктор экономических наук

**Главный редактор**

Петр Алексеевич Маманович

**Зам. главного редактора**

А.М. Тимошенко

**Адрес редакции**

220008, г. Минск, просп. Независимости, 20

Тел.: (017) 219-23-84, 219-23-87, 220-21-84

Тел./факс 327-17-01

e-mail: bvb@nrb.by

www.nrb.by/bv/

*Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 20.03.2009*

*Свидетельство о регистрации № 175*

*Перепечатка материалов – согласно Закону Республики Беларусь*

*«Об авторском праве и смежных правах»*

*Журнал внесен в Перечень научных изданий Республики Беларусь  
для опубликования результатов диссертационных исследований по экономическим наукам*

*Точка зрения редакции не всегда совпадает с мнением авторов*

**Учредитель – Национальный банк Республики Беларусь**

© Банкаўскі веснік, 2017