



# Методика сезонной корректировки индекса потребительских цен Банка России

## Оглавление

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                               | 1  |
| I. Основные определения .....                                | 2  |
| II. Принципы сезонной корректировки .....                    | 5  |
| III. Алгоритм .....                                          | 7  |
| Данные и веса .....                                          | 7  |
| Сезонная корректировка .....                                 | 7  |
| Объединение выборок .....                                    | 8  |
| Особые подходы к сезонной корректировке .....                | 8  |
| Агрегирование .....                                          | 8  |
| IV. Источники информации .....                               | 9  |
| Приложение 1. Спецификации сезонной корректировки ИПЦ .....  | 10 |
| Приложение 2. Пример сезонной корректировки ИПЦ одежды ..... | 11 |
| Экономическое обоснование сезонности .....                   | 11 |
| Анализ сезонной корректировки в автоматическом режиме .....  | 11 |
| Принятие решения о дальнейшей декомпозиции .....             | 12 |
| Препроцессинг сезонной корректировки .....                   | 12 |
| Сезонная корректировка .....                                 | 14 |
| Тестирование качества сезонности .....                       | 14 |
| Итоговая спецификация .....                                  | 15 |

## Введение

Настоящая Методика сезонной корректировки индекса потребительских цен (далее – Методика) разработана Банком России с целью определения принципов, этапов и алгоритмов формирования оценок сезонно скорректированных рядов динамики ежемесячных значений индекса потребительских цен (далее – ИПЦ) и его основных компонент.

Методика позволяет в значительной степени повысить качество идентификации текущих кратко- и среднесрочных информационно значимых тенденций в динамике потребительских цен, учитываемых Банком России при принятии решений по вопросам денежно-кредитной политики.

Изложенные в Методике инструкции, дополненные практическим примером и программными кодами, обеспечивают прозрачность применяемых алгоритмов сезонной корректировки ИПЦ и дают возможность пользователю статистики понять и при необходимости дублировать процесс элиминирования сезонной составляющей в динамике потребительских цен.

Методика базируется на принципах и подходах, изложенных в публикации Банка России (Сапова А.К., Поршаков А.С., Андреев А.В., Шатило Е.Ю. Обзор методологических осо-



бенностей сезонной корректировки индекса потребительских цен в Банке России // Серия докладов об экономических исследованиях в Банке России. 2018. Июнь. № 33)<sup>1</sup>. При составлении Методики учитывался международный опыт сезонной корректировки экономических показателей, изложенный в руководствах ЕЭК ООН, Евростата, ЕЦБ, Бюро переписи США (US Census Bureau), Бундесбанка, Национального банка Польши, а также статистических служб Австралии, Сингапура, Мальты.

К периодическим изданиям Банка России, в которых используются оценки динамики потребительских цен с поправкой на сезонность, относятся Доклад о денежно-кредитной политике, информационно-аналитический комментарий «Динамика потребительских цен», а также макроэкономический бюллетень Департамента исследований и прогнозирования «О чем говорят тренды». Кроме того, на рассчитываемых Банком России сезонно скорректированных темпах роста потребительских цен основан комплекс дополнительных аналитических показателей, характеризующих баланс среднесрочных инфляционных рисков. К ним, в частности, относятся оценки трендовой инфляции и модифицированные оценки базовой инфляции. Данные показатели имеют важное значение для Банка России при принятии решений по денежно-кредитной политике в целях сохранения устойчиво низкой инфляции (около 4%) на среднесрочном горизонте, позволяя отслеживать динамику фундаментального инфляционного давления на базе краткосрочной статистики.

## I. Основные определения

**Сезонная корректировка** – выявление и нивелирование влияния сезонного фактора, подразумевающее очистку исходного экономического временного ряда от систематических (но не обязательно появляющихся в одно и то же время) внутригодовых колебаний, обусловленных сменой времен года (погодных условий, длины светового дня, температуры), ритмичностью производственных процессов, периодами массовых отпусков и т.д.

**Календарная корректировка** – процедура исключения календарной составляющей временного ряда, которая выполняется на этапе его предварительной обработки наряду с обнаружением выбросов.

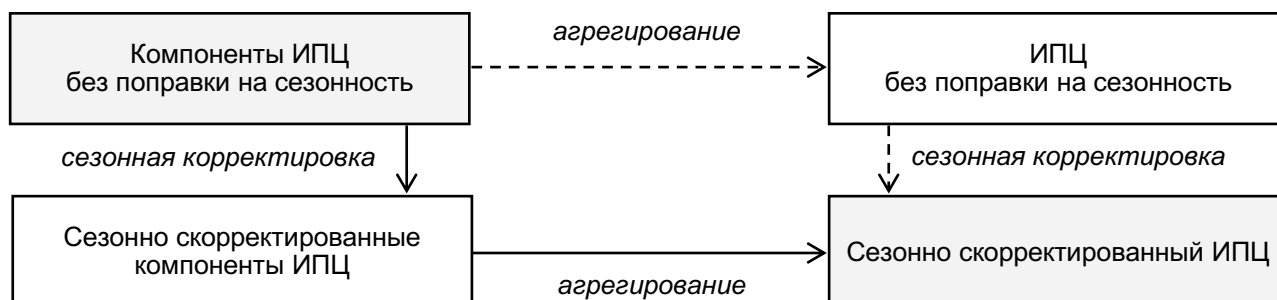
При этом под **календарной составляющей** понимается составляющая временного ряда, наличие которой обусловлено календарными эффектами, не повторяющимися из года в год. Они могут возникать, например, вследствие разного количества рабочих дней в определенный месяц или период. Эффект високосного года и переходящие праздники, такие как Пасха и Рамадан, также относятся к календарным эффектам.

**Подход к сезонной корректировке** – определение последовательности между этапами агрегирования и сезонной корректировки для сводных показателей (Рисунок 1).

*Прямой подход* предполагает, что на первом шаге осуществляется агрегирование индивидуальных индексов в сводный показатель с учетом установленной системы весов, после чего из полученного показателя устраняется сезонная составляющая.

*Непрямой подход* действует в обратном порядке: сначала происходит сезонная корректировка каждого индивидуального индекса, после чего на их основе строится сводный индекс.

<sup>1</sup> <http://www.cbr.ru/content/document/file/44277/wp33.pdf>

**Рисунок 1. Прямой и непрямой подходы к сезонной корректировке**

Примечание: пунктирные стрелки соответствуют этапам прямого подхода, непрерывные – непрямого.

**Метод сезонной корректировки** – специальный статистический алгоритм, применяемый для реализации процедуры сезонной корректировки в рамках выбранного подхода. В настоящее время наиболее распространенными методами сезонной корректировки являются X12-ARIMA, TRAMO-SEATS, X13-ARIMA-SEATS.

**X12-ARIMA** – полупараметрический метод сезонной корректировки, разработанный Бюро переписей США (US Census Bureau) в 1998 году. В его основе лежит процедура X11, идея которой состоит в том, чтобы за определенное число повторяющихся шагов выделить трендовую и сезонную составляющую ряда, применяя набор скользящих средних. Основная отличительная особенность X12-ARIMA от других методов семейства X11, предшествующих ему, состоит в использовании модели RegARIMA (regression-ARIMA model). Она позволяет решить проблему краевых точек (которая актуальна при использовании скользящих средних), достраивая ряд с обоих концов с помощью ARIMA-модели, учитывать календарные эффекты, выбросы и добавлять пользовательские переменные при необходимости.

**TRAMO-SEATS** – параметрический метод сезонной корректировки, который был предложен Банком Испании в 1996 году. По сути, он представляет собой комбинацию двух программ (TRAMO и SEATS), каждая из которых решает разные задачи.

TRAMO (Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers) строит регрессию исходных данных на календарные переменные с остатками в форме ARIMA-модели, учитывает и корректирует разные типы выбросов.

SEATS (Signal Extraction in ARIMA Times Series) отвечает непосредственно за сезонную корректировку остатков, полученных из TRAMO.

Основные предпосылки метода заключаются в следующем:

1. остатки ( $X_t$ ), полученные из TRAMO, можно представить в виде аддитивной модели, включающей тренд-циклическую ( $TC_t$ ), сезонную ( $S_t$ ) и случайную ( $I_t$ ) компоненты ряда:

$$X_t = TC_t + S_t + I_t;$$

2. все эти компоненты ортогональны и описываются ARIMA-моделями;
3. случайная составляющая ( $I_t$ ) является белым шумом.

Зная модель ( $X_t$ ) оцененную TRAMO, можно получить модели для тренд-циклической компоненты ( $TC_t$ ) и сезонности ( $S_t$ ). Поскольку решений может быть несколько, то «лучшее» можно отобрать на основе какого-либо критерия (например, минимизируя шум  $I_t$ ).

Результат, полученный с помощью метода TRAMO-SEATS, имеет меньшую дисперсию, чем результат X12-ARIMA, поскольку в TRAMO-SEATS часть стохастической составля-

ющей ряда попадает в оценку сезонности, в то время как в X12-ARIMA вся стохастическая составляющая относится к нерегулярной компоненте. Оценка сезонности, полученную с помощью SEATS, можно считать более точной по сравнению с X12-ARIMA, поскольку форма сезонности зависит от данных и является «оптимальной» по некоторым критериям.

**X13-ARIMA-SEATS** – специализированный пакет, разработанный и поддерживаемый Бюро переписей США (US Census Bureau), который позволяет в рамках одной конструкции использовать комбинацию алгоритмов, лежащих в основе непараметрических (т.е. независимых от свойств рассматриваемого временного ряда) методов семейства X11 и параметрического (основанного на моделях временных рядов) метода TRAMO-SEATS. В настоящей Методике применяется метод X13-ARIMA-SEATS.

**Предобработка временного ряда** – этап алгоритма сезонной корректировки, направленный на обнаружение и исправление компонент ряда, которые могут препятствовать оценке сезонности. Кроме того, на данном этапе происходит преобразование ряда для приведения его к стационарному виду. Предобработка временного ряда включает в себя логарифмическое преобразование, календарную корректировку, поправку на выбросы, а также ряд других возможных операций.

**Логарифмическое преобразование** – вычисление логарифма каждого значения временного ряда. Логарифмическое преобразование используется для того, чтобы обеспечить возможность сопоставления различных участков временного ряда в условиях сильных изменений его уровней. Кроме того, операция логарифмирования применяется при декомпозиции временного ряда в целях перевода его из мультипликативной формы в аддитивную.

**Аддитивная модель** – модель, при которой временной ряд представляет собой сумму тренд-циклической, сезонной и нерегулярной составляющих.

**Мультипликативная модель** – модель, при которой временной ряд представляет собой произведение тренд-циклической, сезонной и нерегулярной составляющих.

**Выбросы** – резкие отклонения от тенденции (значительное превышение масштаба нерегулярной составляющей в окрестности соответствующего периода), наблюдающиеся на протяжении одного периода или группы изолированных периодов.

Основные типы выбросов, рассматриваемые в целях настоящей Методики, включают аддитивные выбросы и выбросы типа «сдвиг уровня».

**Аддитивный выброс (АО)** – точечный выброс, представляющий собой аномальное значение в изолированной точке.

**Выброс типа «сдвиг уровня» (LS)** – резкое, остающееся устойчивым, изменение тренда в сторону более высоких или низких значений.

**Диагностика качества сезонной корректировки** – проверка качества сезонной корректировки, включающая анализ стабильности сезонного фактора, а также тестирование отсутствия остаточных сезонных и календарных эффектов в сезонно скорректированном ряду. Выполняется посредством применения широкого круга графических, описательных, непараметрических и параметрических критериев.

**Остаточная сезонность** – не выявленная при сезонной корректировке часть сезонной волны, которая прослеживается в динамике сезонно скорректированного ряда и (или) ряда остатков.

**Периодограмма** – спектральный график, остроконечные вершины которого в сезонных частотах или частотах рабочих дней указывают на наличие сезонности или календарных эффектов.



**Стратегия обновления** – выбор метода по обновлению сезонно скорректированного ряда, который применяется, когда накапливаются новые и (или) пересмотренные наблюдения.

## II. Принципы сезонной корректировки

Основная цель сезонной корректировки состоит в очистке исходного временного ряда от систематических (но не обязательно появляющихся в одно и то же время) внутригодовых колебаний, вызванных ритмичностью производственных процессов, погодных условий, периодами массовых отпусков и другими событиями, связанными с особенностями календаря.

Сезонность исключается из рядов ИПЦ, в которых присутствуют систематические внутригодовые колебания, характеризующиеся следующими свойствами:

- *экономическое обоснование* (объяснения сезонности в динамике экономических рядов могут быть самыми разными: особенности производственных и учебных процессов, периоды массовых распродаж, праздники, традиции, обычаи и т. д.);
- *устойчивость* (оценка сезонности является достаточно устойчивой для того, чтобы ее можно было предсказать с высокой вероятностью);
- *объективность* (формальные тесты подтверждают предположение о наличии сезонности).

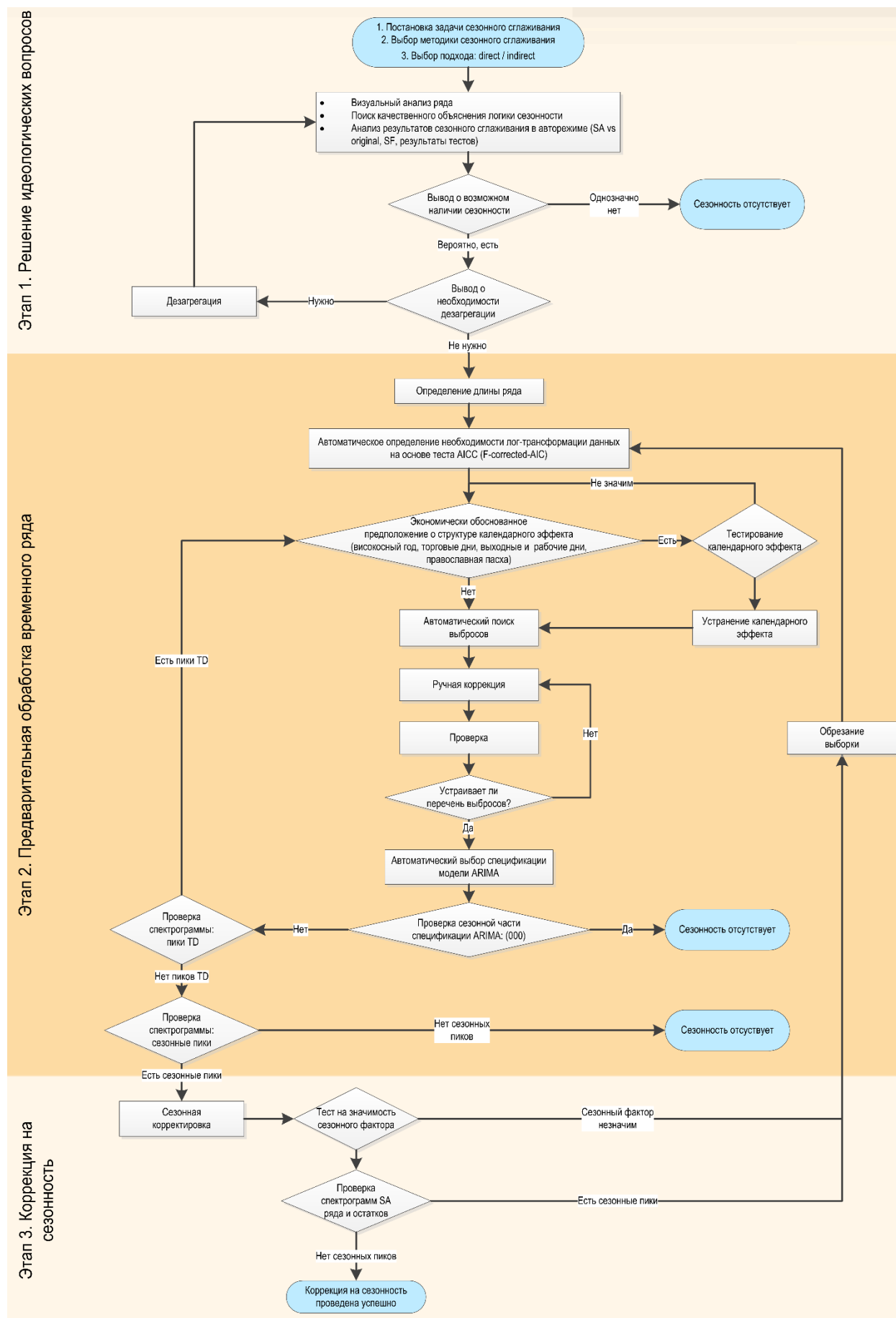
В основе алгоритма устранения влияния сезонного фактора лежит определение параметров или, другими словами, спецификации сезонной корректировки. Определение спецификации можно разделить на 3 основных этапа, представленные на блок-схеме (Рисунок 2). Стоит заранее отметить, что в большинстве случаев процедуры сезонной корректировки и предусмотренные ими этапы предполагают итерационный характер. Это обеспечивает достижение наилучшего результата с точки зрения как формальных тестов и критериев, так и экономической интерпретации полученной сезонности.

*На первом этапе* решаются принципиальные вопросы: обладает ли ряд сезонностью (тесты, визуальный анализ, экономическая логика, сезонная корректировка в автоматическом режиме), какой метод необходимо использовать при сезонной коррекции (X12-ARIMA, TRAMO-SEATS, X13-ARIMA-SEATS), какой подход использовать (прямой или непрямой), до какого уровня дезагрегировать данные и пр.

*На втором этапе* временной ряд проходит процедуру предварительной обработки. В частности, определяется период выборки, необходимость лог-трансформации (на основе информационных критериев Акайке, Хеннана-Куинна, Шварца), при наличии устраняется календарный фактор, а также осуществляется поиск выбросов и автоматически определяются параметры модели ARIMA. Особое внимание при этом уделяется анализу причин выбросов, т.е. разовых шоков и сдвигов. Качество процедуры предварительной обработки ряда контролируется при помощи анализа периодограммы на отсутствие сезонных и календарных частот и параметров сезонной части модели ARIMA.

Само устранение сезонности происходит *на третьем этапе*, после чего тестируется ее качество. *Во-первых*, рассматривается устойчивость и предсказуемость сезонного фактора. Сезонный фактор считается устойчивым и предсказуемым, если он логически обоснован, сезонные пики из года в год приходятся на одни и те же периоды при относительно стабильной амплитуде сезонных колебаний. *Во-вторых*, проводятся тесты на значимость сезонного фактора и анализируются периодограммы сезонно скорректированного ряда и ряда остатков на отсутствие остаточной сезонности.

Рисунок 2. Алгоритм определения спецификации сезонной коррекции





Расчет сезонно скорректированных рядов динамики ИПЦ и его основных компонент осуществляется ежемесячно. Для минимизации эффекта «виляния хвостом» (значительного пересмотра сезонно скорректированного ряда при добавлении новой точки) фиксируются основные параметры сезонной корректировки для каждого отдельного ряда: дата начала выборки, параметры модели ARIMA и набор выбросов. При этом в текущий календарный год программе позволяет самостоятельно идентифицировать выбросы. Актуализация вышеперечисленных параметров происходит раз в год.

Для реализации алгоритма сезонной корректировки в настоящее время применяется программный пакет EViews 9 (см. подраздел «Сезонная корректировка»).

### III. Алгоритм

#### Данные и веса

Для сезонной корректировки ИПЦ в Банке России используется *непрямой подход*. Он предполагает, что сезонность устраняется в динамике цен на отдельные виды товаров и услуг, входящие в расчет ИПЦ, после чего полученные индексы с исключением сезонности агрегируются (см. раздел «Агрегирование») в более общие показатели.

Месячные данные по индексам потребительских цен на отдельные группы товаров и услуг, а также базовая структура потребительских расходов населения для расчета ИПЦ рассчитываются и публикуются Росстатом<sup>2</sup>. Сезонная корректировка проводится на выборке данных, начиная с января 2002 года. На основе опубликованных темпов роста цен к предыдущему месяцу строится базовый индекс. В качестве базы принимается месяц, предшествующий началу публикации статистики по тому или иному компоненту ИПЦ. Например, если данные публикуются с января 2002 г., то базовым периодом принимается декабрь 2001 г., если же данные публикуются с января 2006 г., то – декабрь 2005 года.

#### Сезонная корректировка

Сезонная корректировка происходит с использованием алгоритма X13-ARIMA-SEATS, разработанного и поддерживаемого Бюро переписи населения США<sup>3</sup>, которое предлагает для свободного пользования отдельный программный продукт для оценки сезонной компоненты во временных рядах.

В качестве пользовательского интерфейса к этому алгоритму, а также для автоматизированного экспорта и импорта данных в целях данной Методики рассматривается пользовательское приложение EViews<sup>4</sup>.

Проведение сезонной корректировки с использованием EViews предполагает следующие шаги:

1. На первом шаге необходимо импортировать данные в EViews, например, с помощью пункта меню File-Import (поддерживается большинство популярных форматов данных).
2. На втором шаге нужно создать текстовый объект (например, с помощью пункта меню Object-New object), в котором сохранить спецификацию для сезонной корректировки.
3. На третьем шаге можно провести выделение сезонности с использованием команды

<sup>2</sup> <https://www.gks.ru/price>

<sup>3</sup> <http://www.census.gov/>

<sup>4</sup> <http://www.eviews.com/>

```
{name.x13(save="s10 s11", spec="spec_name")},
```

где *name* – имя ряда, импортированного в EViews, а *spec\_name* – имя текстового объекта со спецификацией сезонной корректировки. В результате выполнения этой команды в рабочем файле EViews появятся два новых ряда с именами *name\_s11* со значениями сезонно-скорректированных данных и *name\_s10* с сезонным фактором.

## Объединение выборок

В ситуации, когда по каким-либо причинам в динамике индекса происходит значительное изменение сезонности, анализ проводится на отдельных частях выборки, где сезонность остается относительно стабильной. В результате коррекция сезонности осуществляется на различных подвыборках. Объединение полученных результатов в единственный итоговый ряд с исключением сезонности происходит путем расчета темпов роста цен к предыдущему периоду.

## Особые подходы к сезонной корректировке

Сезонная корректировка предполагает, что ценовая динамика, кроме прочего, определяется воздействием систематических, повторяющихся из года в год сезонных факторов. Однако в некоторых случаях такие факторы могут иметь предопределенный характер. Так, ежегодная индексация тарифов на коммунальные услуги происходит в сроки и на величину, определяемую ежегодными постановлениями Правительства РФ, а тарифов на проезд пассажиров железнодорожным транспортом – приказом Федеральной антимонопольной службы.

Так как ежегодная величина индексации и ее момент могут отличаться из года в год, то алгоритм SEATS плохо подходит для выделения сезонности в таких данных. Для решения этой проблемы сезонный фактор строится вручную на основе опубликованной информации о планируемой индексации в каждом месяце по следующей формуле:

$$SF_i = \frac{\frac{I_i}{100}}{\left(\prod_{i=1}^{12} \frac{I_i}{100}\right)^{\frac{1}{12}}}$$

где  $SF_i$  – сезонный фактор в месяце  $i$ ,

$I_i$  – планируемый в месяце  $i$  темп роста тарифов.

Индексация тарифов на жилищные услуги строго не определена, поэтому принимается, что величина и момент их индексации будут совпадать с коммунальными услугами. Для тарифов на жилищно-коммунальные услуги и проезд в железнодорожном транспорте сезонный фактор рассчитывается для календарного года, на который определяются параметры индексации. При этом в динамике тарифов на проезд в железнодорожном транспорте существует и внутригодовая сезонность, которая выделяется из индекса цен, скорректированного на индексацию, методом X13-ARIMA-SEATS.

## Агрегирование

Результат агрегирования различных субиндексов потребительских цен не всегда совпадает с опубликованным агрегированным индексом из-за округления значений, особенно в тех случаях, когда публикуются статистические данные с одним десятичным знаком. Для решения этой проблемы используется непрямой подход агрегирования, заключающийся в следующем. Сначала рассчитывается сезонный фактор агрегированного показателя, как отношение нескорректированного и скорректированного на сезонность агрегированных показателей. Далее рассчитывается скорректированный на сезонность показатель как отношение опубликованного нескорректированного показателя и его сезонного фактора.



$$SF = \frac{\sum_j w_j \pi_j^{NSA}}{\sum_j w_j \pi_j^{SA}}$$

$$\pi^{SA} = \frac{\pi^{NSA}}{SF}$$

где  $SF$  – сезонный фактор агрегированного показателя,

$w_j$  – доля расходов на отдельные группы товаров и услуг в потребительских расходах населения,

$\pi_j^{NSA}$  – опубликованный темп роста цен на отдельные виды товаров (услуг) к предыдущему месяцу,

$\pi_j^{SA}$  – скорректированный на сезонность темп роста цен на отдельные виды товаров (услуг) к предыдущему месяцу,

$\pi^{NSA}$  – опубликованный темп роста цен агрегированного показателя к предыдущему месяцу,

$\pi^{SA}$  – скорректированный на сезонность темп роста цен агрегированного показателя к предыдущему месяцу.

#### IV. Источники информации

Источником информации об индексах потребительских цен и базовой структуре потребительских расходов населения для расчета ИПЦ является официальный сайт Росстата в сети «Интернет».

Информацию о размерах индексации тарифов на коммунальные услуги и на проезд железнодорожным транспортом публикуют Правительство РФ и Федеральная антимонопольная служба, соответственно (см. подраздел «Особые подходы к сезонной корректировке»).

При создании Методики в качестве теоретической базы использовались следующие работы:

1. Сапова А.К., Поршаков А.С., Андреев А.В., Шатило Е.Ю. Обзор методологических особенностей сезонной корректировки индекса потребительских цен в Банке России // Серия докладов об экономических исследованиях в Банке России. 2018. Июнь. № 33.<sup>5</sup>
2. Handbook on Seasonal Adjustment. 2018 edition / Eurostat. 2018.<sup>6</sup>
3. Бессонов В.А. Проблемы анализа российской макроэкономической динамики переходного периода / В.А. Бессонов. М.: ИЭПП, 2005.
4. Бессонов В.А. Разработка методологии формирования системы индексов цен производителей сельскохозяйственной продукции в условиях сезонного производства и использования (переработки). Отчет / В.А. Бессонов. М.: Статкомитет СНГ, 2015.
5. Бессонов В.А., Петроневич А.В. Сезонная корректировка как источник ложных сигналов // Экономический журнал ВШЭ. 2013. № 4.
6. Statistical Research Division. X13-ARIMA-SEATS Reference Manual / U.S. Census Bureau. 2017.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> <http://www.cbr.ru/content/document/file/44277/wp33.pdf>

<sup>6</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/8939616/KS-GQ-18-001-EN-N.pdf>

<sup>7</sup> <https://www.census.gov/ts/x13as/docX13AS.pdf>



## Приложение 1. Спецификации сезонной корректировки ИПЦ

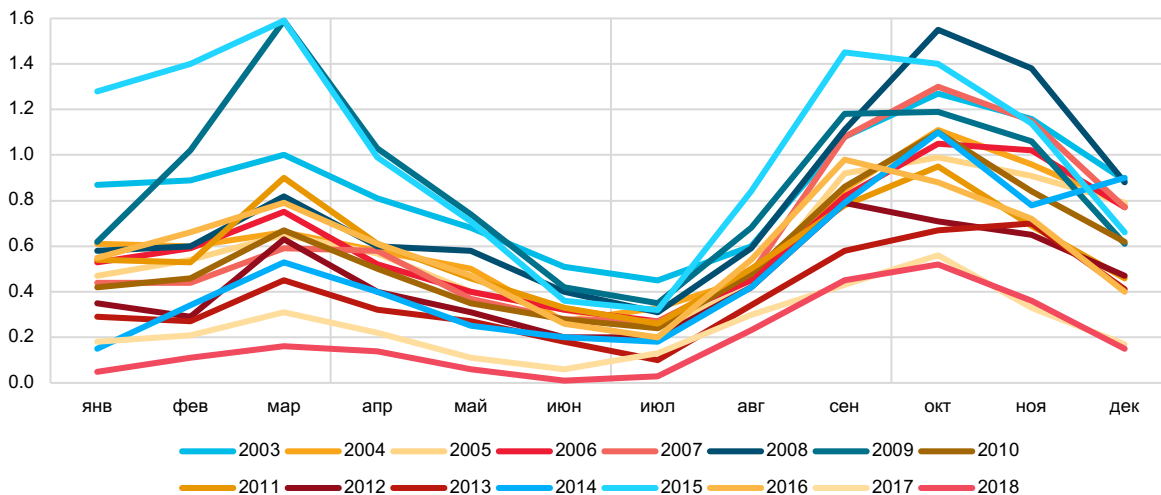
| Продовольственные товары   |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |                                                                    |                                                                                                                                          |                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                    |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Наименование ряда          | Рыба живая и охлажденная                                                                                                                                             | Масло сливочное                                                                                                                                                                    | Молоко и молочная продукция                                        | Сыр                                                                                                                                      | Яйца                                                                             | Сахар                                                                                                                                                                              | Плодовоовощная продукция, включая картофель                                                    | Прочие продовольственные товары                                    |
| Выборка                    | 2008.12 – н.в.                                                                                                                                                       | 2001.12 – н.в.                                                                                                                                                                     | 2008.12 – н.в.                                                     | 2001.12 – н.в.                                                                                                                           | 2001.12 – н.в.                                                                   | 2001.12 – н.в.                                                                                                                                                                     | 2005.12 – н.в.                                                                                 | 2011.12 – н.в.                                                     |
| Трансформация              | log                                                                                                                                                                  | log                                                                                                                                                                                | log                                                                | log                                                                                                                                      | log                                                                              | log                                                                                                                                                                                | log                                                                                            | log                                                                |
| Выбросы                    | LS2012.Apr<br>LS2013.Feb<br>LS2013.Dec<br>LS2014.Jan<br>LS2015.Jan<br>LS2016.Jan<br>LS2016.Feb<br>LS2016.May<br>LS2016.Jul<br>LS2017.Apr<br>LS2017.Jul<br>LS2017.Nov | LS2002.Nov<br>LS2002.Dec<br>LS2003.Jan<br>LS2007.Aug<br>LS2007.Sep<br>LS2007.Oct<br>LS2007.Nov<br>LS2010.Aug<br>LS2010.Sep<br>LS2015.Jan<br>LS2016.Oct<br>LS2016.Nov<br>LS2016.Dec | LS2010.Aug<br>LS2010.Sep<br>LS2013.Sep<br>LS2015.Feb<br>LS2016.Oct | LS2007.Sep<br>LS2007.Oct<br>LS2007.Nov<br>LS2008.Apr<br>LS2008.May<br>LS2008.Jun<br>LS2009.Dec<br>LS2015.Jan                             | LS2007.Jul<br>LS2007.Oct<br>LS2010.Sep<br>LS2014.Jul<br>LS2018.Dec               | LS2006.Feb<br>LS2009.Sep<br>LS2014.Nov<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan                                                                                                                 | LS2010.Aug<br>LS2010.Sep<br>LS2015.Jan<br>LS2017.Jun                                           | LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar<br>LS2015.Apr |
| Модель ARIMA               | (1 1 0)(1 0 0)                                                                                                                                                       | (3 1 1)(0 1 1)                                                                                                                                                                     | (1 2 2)(0 1 1)                                                     | (2 1 0)(0 1 1)                                                                                                                           | (0 1 2)(0 1 1)                                                                   | (1 1 0)(0 1 1)                                                                                                                                                                     | (2 1 0)(0 1 1)                                                                                 | (1 1 0)(0 1 1)                                                     |
| Непродовольственные товары |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |                                                                    |                                                                                                                                          |                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                    |
| Наименование ряда          | Одежда и белье                                                                                                                                                       | Меха и меховые изделия (1)                                                                                                                                                         | Меха и меховые изделия (2)                                         | Трикотажные изделия                                                                                                                      | Обувь кожаная, текстильная и комбинированная                                     | Парфюмерно-косметические товары                                                                                                                                                    | Галантерея                                                                                     | Мебель                                                             |
| Выборка                    | 2001.12 – н.в.                                                                                                                                                       | 2001.12 – 2015.12                                                                                                                                                                  | 2015.12 – н.в.                                                     | 2001.12 – н.в.                                                                                                                           | 2001.12 – н.в.                                                                   | 2001.12 – н.в.                                                                                                                                                                     | 2001.12 – н.в.                                                                                 | 2001.12 – н.в.                                                     |
| Трансформация              | log                                                                                                                                                                  | log                                                                                                                                                                                | log                                                                | log                                                                                                                                      | log                                                                              | log                                                                                                                                                                                | log                                                                                            |                                                                    |
| Выбросы                    | LS2009.Feb<br>LS2009.Mar<br>LS2009.Apr<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar<br>LS2019.Jan                                                         | LS2011.Nov<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb                                                                                                                               | -                                                                  | LS2009.Feb<br>LS2009.Mar<br>LS2009.Apr<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar                                           | LS2009.Mar<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar<br>LS2015.Apr               | LS2009.Feb<br>LS2009.Mar<br>LS2009.Apr<br>LS2009.May<br>LS2009.Jun<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar<br>LS2015.Apr<br>LS2015.May<br>LS2018.Sep<br>LS2019.Jan | LS2009.Feb<br>LS2009.Mar<br>LS2009.Apr<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar<br>LS2019.Jan | LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar<br>LS2019.Jan |
| Модель ARIMA               | (1 1 2)(0 1 2)                                                                                                                                                       | (1 1 0)(0 1 1)                                                                                                                                                                     | (0 1 0)(0 1 1)                                                     | (3 1 1)(0 1 1)                                                                                                                           | (2 2 1)(0 1 1)                                                                   | (0 2 1)(0 1 1)                                                                                                                                                                     | (0 2 2)(0 1 1)                                                                                 | (0 2 1)(0 1 1)                                                     |
| Наименование ряда          | Электроприборы и другие бытовые приборы                                                                                                                              | Печатные издания (1)                                                                                                                                                               | Печатные издания (2)                                               | Прочие непродовольственные товары                                                                                                        |                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                    |
| Выборка                    | 2001.12 –                                                                                                                                                            | 2001.12 – 2009.12                                                                                                                                                                  | 2009.12 –                                                          | 2005.12 –                                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                    |
| Трансформация              | log                                                                                                                                                                  | log                                                                                                                                                                                | log                                                                | log                                                                                                                                      |                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                    |
| Выбросы                    | LS2009.Feb<br>LS2009.Mar<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar<br>LS2015.Sep<br>LS2019.Jan                                                         | AO2002.Jan<br>AO2002.Feb<br>LS2002.Oct<br>LS2009.Jan<br>LS2009.Aug                                                                                                                 | LS2010.Mar<br>LS2015.Jan<br>LS2019.Jan<br>LS2019.Feb               | LS2009.Feb<br>LS2009.Mar<br>LS2009.Apr<br>LS2009.May<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar<br>LS2015.Apr<br>LS2019.Jan |                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                    |
| Модель ARIMA               | (1 1 0)(0 1 1)                                                                                                                                                       | (1 1 1)(1 1 1)                                                                                                                                                                     | (1 1 0)(0 1 1)                                                     | (3 2 1)(0 1 1)                                                                                                                           |                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                    |
| Услуги                     |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |                                                                    |                                                                                                                                          |                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                    |
| Наименование ряда          | Бытовые услуги                                                                                                                                                       | Услуги пассажирского транспорта без ж/д (1)                                                                                                                                        | Услуги пассажирского транспорта без ж/д (2)                        | Услуги ж/д транспорта (1)                                                                                                                | Услуги ж/д транспорта (2)                                                        | Услуги дошкольного воспитания (1)                                                                                                                                                  | Услуги дошкольного воспитания (2)                                                              | Услуги образования (1)                                             |
| Выборка                    | 2001.12 – н.в.                                                                                                                                                       | 2001.12 – 2013.01                                                                                                                                                                  | 2013.01 – н.в.                                                     | 2003.03 – 2013.01                                                                                                                        | 2013.01 – н.в.                                                                   | 2001.12 – 2013.12                                                                                                                                                                  | 2013.12 – н.в.                                                                                 | 2001.12 – 2009.02                                                  |
| Трансформация              | log                                                                                                                                                                  | log                                                                                                                                                                                | log                                                                | log                                                                                                                                      | log                                                                              | log                                                                                                                                                                                | log                                                                                            | log                                                                |
| Выбросы                    | AO2003.Feb<br>LS2005.Feb<br>LS2005.May<br>LS2007.Oct<br>LS2008.Aug<br>LS2009.Jan<br>LS2011.Jan<br>LS2012.Jun<br>LS2013.Nov<br>LS2015.Jan                             | LS2004.Jan<br>LS2004.Nov<br>AO2004.Dec<br>LS2009.Apr                                                                                                                               | LS2012.Jan<br>AO2012.Jul<br>LS2015.Feb<br>LS2018.Jan               | AO2007.Feb<br>AO2007.Oct<br>AO2008.Feb<br>AO2008.Oct<br>AO2012.Feb<br>AO2012.Dec                                                         | AO2013.Mar<br>AO2013.May<br>AO2014.Apr<br>AO2017.Feb                             | LS2002.Sep<br>LS2004.Feb<br>LS2004.Jul<br>LS2005.Jan<br>LS2006.Apr                                                                                                                 | LS2014.Jan<br>LS2015.Jan<br>LS2016.Jan<br>LS2016.Sep                                           | LS2002.Jan<br>AO2002.Aug<br>LS2004.Sep                             |
| Модель ARIMA               | (1 2 1)(0 1 1)                                                                                                                                                       | (1 1 0)(0 1 1)                                                                                                                                                                     | (0 1 1)(0 1 1)                                                     | (0 0 0)(0 1 1)                                                                                                                           | (0 0 0)(0 1 1)                                                                   | (1 1 1)(0 1 1)                                                                                                                                                                     | (0 1 0)(0 1 1)                                                                                 | (0 1 1)(0 1 1)                                                     |
| Наименование ряда          | Услуги образования (2)                                                                                                                                               | Услуги образования (3)                                                                                                                                                             | Услуги организаций культуры (1)                                    | Услуги организаций культуры (2)                                                                                                          | Услуги в сфере зарубежного туризма                                               | Санаторно-оздоровительные услуги                                                                                                                                                   | Медицинские услуги (1)                                                                         | Медицинские услуги (2)                                             |
| Выборка                    | 2009.02 – 2014.08                                                                                                                                                    | 2015.01 – н.в.                                                                                                                                                                     | 2001.12 – 2015.01                                                  | 2015.01 – н.в.                                                                                                                           | 2001.12 – н.в.                                                                   | 2001.12 – н.в.                                                                                                                                                                     | 2004.01 – 2015.12                                                                              | 2015.12 – н.в.                                                     |
| Трансформация              | log                                                                                                                                                                  | log                                                                                                                                                                                | log                                                                | log                                                                                                                                      | log                                                                              | log                                                                                                                                                                                | log                                                                                            | log                                                                |
| Выбросы                    | LS2012.Aug<br>LS2012.Sep                                                                                                                                             | AO2015.Jan<br>LS2015.Aug<br>LS2017.Sep<br>LS2018.Sep                                                                                                                               | LS2003.Oct<br>LS2005.Mar<br>LS2012.Dec                             | LS2016.Jan<br>LS2016.May<br>LS2017.Aug                                                                                                   | LS2009.Jan<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Apr<br>LS2015.Aug<br>LS2016.Jan | LS2003.Oct<br>LS2011.Nov<br>LS2017.Jun                                                                                                                                             | LS2005.Mar<br>LS2005.Sep<br>LS2005.Oct<br>AO2010.Feb<br>AO2014.Mar<br>LS2015.Jan               | LS2016.Jan                                                         |
| Модель ARIMA               | (1 1 0)(0 1 0)                                                                                                                                                       | (0 1 1)(0 1 1)                                                                                                                                                                     | (1 1 1)(0 1 1)                                                     | (1 1 1)(1 0 0)                                                                                                                           | (3 1 1)(0 1 1)                                                                   | (1 1 0)(0 1 1)                                                                                                                                                                     | (1 1 1)(0 1 1)                                                                                 | (0 1 1)(0 1 1)                                                     |



## Приложение 2. Пример сезонной корректировки ИПЦ одежды

Визуальный анализ графика ежемесячных темпов роста цен на одежду и белье позволяет выдвинуть гипотезу о наличии сезонности в динамике ряда: каждый год ускорение темпов роста цен на одежду и белье происходит весной и осенью, а замедление – летом и зимой (Рисунок 3).

Рисунок 3. Цены на одежду и белье по годам, % м/м



Источник: Росстат.

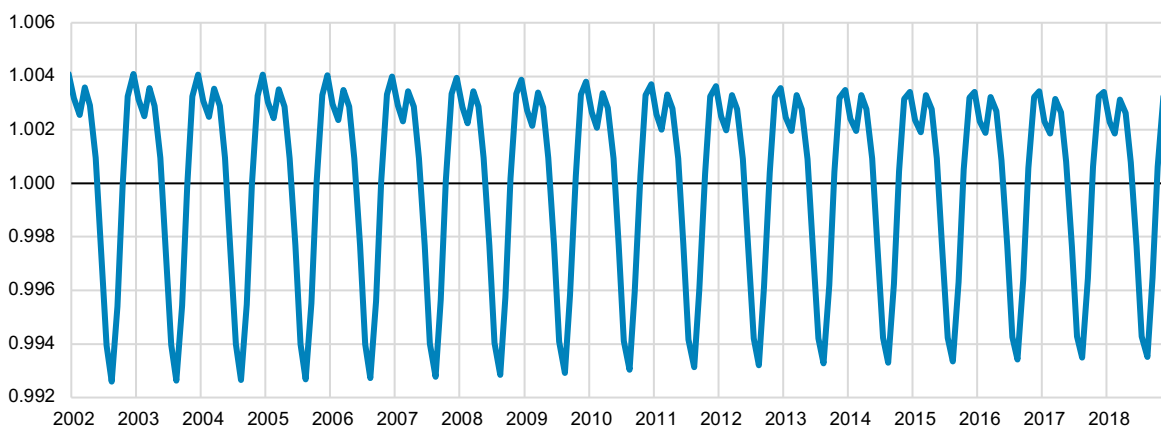
### Экономическое обоснование сезонности

Тенденция к ускорению роста цен весной и осенью объясняется тем, что в это время года магазины обновляют коллекции одежды, при этом замедление роста цен зимой и летом обеспечено тем, что в эти периоды обычно устраиваются сезонные распродажи.

### Анализ сезонной корректировки в автоматическом режиме

Предварительные результаты сезонной корректировки в автоматическом режиме указывают на наличие устойчивой сезонной волны (Рисунок 4). Отмечаемое сужение амплитуды сезонных колебаний ввиду незначительного масштаба (составляет тысячные доли) представляется несущественным для целей прогноза сезонного фактора.

Рисунок 4. Сезонный фактор, обнаруженный в автоматическом режиме



Источник: расчеты Банка России.

## Принятие решения о дальнейшей декомпозиции

Хотя дальнейшая декомпозиция исходного ряда возможна, ее проведение нецелесообразно, поскольку текущее качество сезонного фактора соответствует критериям стабильности (или, другими словами, предсказуемости) и экономической объяснимости.

## Препроцессинг сезонной корректировки

### Определение длины ряда

Учитывая отсутствие выявленных причин сокращать выборку, было принято решение использовать полный диапазон имеющихся данных (начиная с 2002 года).

### Необходимость лог-трансформации

Ввиду того, что для сезонной корректировки используется индекс в базисной форме, его тренд имеет экспоненциальную форму. Соответственно, необходимо логарифмировать ряд перед дальнейшей обработкой. Формальные тесты подтверждают это:

Likelihood statistics for model fit to untransformed series.

| Likelihood Statistics                     |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| Number of observations (nobs)             | 205       |
| Effective number of observations (nefobs) | 192       |
| Number of parameters estimated (np)       | 3         |
| Log likelihood (L)                        | -118.1804 |
| AIC                                       | 242.3608  |
| AICC (F-corrected-AIC)                    | 242.4885  |
| Hannan Quinn                              | 246.3187  |
| BIC                                       | 252.1333  |

Likelihood statistics for model fit to log transformed series.

| Likelihood Statistics                     |            |
|-------------------------------------------|------------|
| Number of observations (nobs)             | 205        |
| Effective number of observations (nefobs) | 192        |
| Number of parameters estimated (np)       | 3          |
| Log likelihood                            | 937.8595   |
| Transformation Adjustment                 | -1028.0526 |
| Adjusted Log likelihood (L)               | -90.1931   |
| AIC                                       | 186.3862   |
| AICC (F-corrected-AIC)                    | 186.5138   |
| Hannan Quinn                              | 190.3441   |
| BIC                                       | 196.1587   |

\*\*\*\*\* AICC (with aicdiff=-2.00) prefers log transformation \*\*\*\*\*

### Календарный фактор

Экономического смысла зависимости цен от календарных факторов нет. Включать переменные для учета календарного фактора нецелесообразно.

### Выбросы

Поиск выбросов в автоматическом режиме дал следующий результат:

Regression Model

| Variable                          | Parameter Estimate | Standard Error | t-value |
|-----------------------------------|--------------------|----------------|---------|
| Automatically Identified Outliers |                    |                |         |
| LS2009.Mar                        | 0.0033             | 0.00077        | 4.29    |

Визуально можно выделить три периода аномально быстрого роста цен: февраль–апрель 2009 года, декабрь 2014 года – март 2015 года. Предположительно, они связаны со значительным пересмотром цен поставщиками и ритейлерами на фоне масштабного обесценения рубля (эффект переноса).

Поскольку после реализации выброса возврата на предыдущие уровни не произошло (это логично, учитывая, что анализируется динамика индекса в базисной форме), тип выброса определен как «сдвиг уровня» (Level shift), а не аддитивный выброс (Additive outlier).

Все указанные выбросы считаются значимыми (значения t-value > 2):

## Regression Model

| Variable   | Parameter Estimate | Standard Error | t-value |
|------------|--------------------|----------------|---------|
| LS2009.Feb | 0.0033             | 0.00081        | 4.03    |
| LS2009.Mar | 0.0066             | 0.00093        | 7.05    |
| LS2009.Apr | 0.0025             | 0.00081        | 3.06    |
| LS2014.Dec | 0.0035             | 0.00084        | 4.21    |
| LS2015.Jan | 0.0078             | 0.00102        | 7.68    |
| LS2015.Feb | 0.0067             | 0.00102        | 6.53    |
| LS2015.Mar | 0.0056             | 0.00084        | 6.73    |

## ARIMA модель

С учетом обозначенной длины ряда и списка выбросов автоматически определенные параметры ARIMA-модели таковы:

```
ARIMA Model: (1 1 2) (0 1 2)
```

### Контроль качества препроцессинга: спектральный анализ

Наличие сезонности подтверждается спектральным графиком, вершины которого соответствуют сезонным частотам (столбцы, обозначенные буквой «S»). Стоит отметить, что влияние календарного фактора (столбец, обозначенный буквой «Т») незначимо:

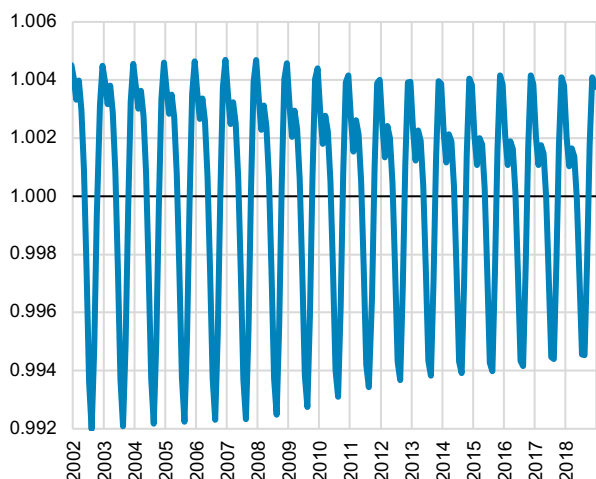
| (Table B1). Spectrum estimated from 2011.Jan to 2018.Dec. |   |       |    |    |  |  |  |  |   |        |
|-----------------------------------------------------------|---|-------|----|----|--|--|--|--|---|--------|
| -37.45                                                    | I | *     |    |    |  |  |  |  | I | -37.45 |
|                                                           | I | *     |    | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | *     |    | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | *     |    | S  |  |  |  |  | I |        |
| -39.72                                                    | I | *     |    | S  |  |  |  |  | I | -39.72 |
|                                                           | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
| -42.00                                                    | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I | -42.00 |
|                                                           | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
| -44.28                                                    | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I | -44.28 |
|                                                           | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | *     | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | **    | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
| -46.55                                                    | I | ***   | S  | S  |  |  |  |  | I | -46.55 |
|                                                           | I | ***   | S  | S  |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***   | S  | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ****  | S  | S* |  |  |  |  | I |        |
| -48.83                                                    | I | ****  | S* | S* |  |  |  |  | I | -48.83 |
|                                                           | I | ****  | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ****  | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ****  | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
| -51.11                                                    | I | ****  | S* | S* |  |  |  |  | I | -51.11 |
|                                                           | I | ****  | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ****  | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ****  | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
| -53.38                                                    | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I | -53.38 |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
| -55.66                                                    | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I | -55.66 |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
| -57.94                                                    | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I | -57.94 |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
| -60.21                                                    | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I | -60.21 |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
| -62.49                                                    | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I | -62.49 |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
| -64.77                                                    | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I | -64.77 |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |
| -67.04                                                    | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I | -67.04 |
|                                                           | I | ***** | S* | S* |  |  |  |  | I |        |



## Сезонная корректировка

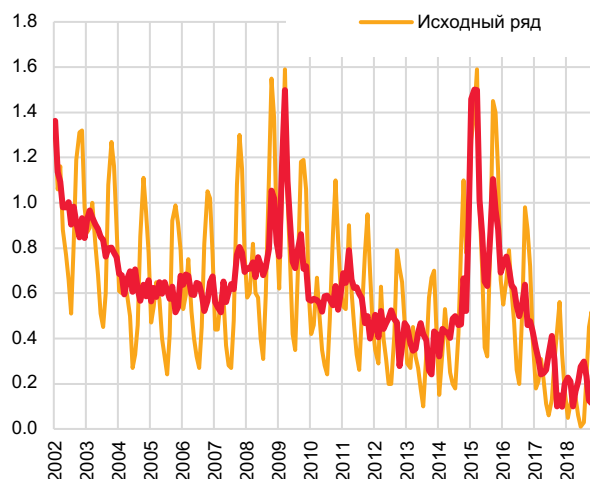
Ниже представлены сезонный паттерн и результаты декомпозиции ряда (Рисунок 5, Рисунок 6). Видно, что со временем сезонная волна постепенно меняется: незначительно смещаются пики и уменьшается размах колебаний. Это изменение можно назвать приемлемым, так как эволюция сезонной волны происходит очень медленно (динамика сезонного фактора в соседние года практически не отличается, масштаб изменений в тысячных долях несущественен для прогноза сезонного фактора).

Рисунок 5. Сезонный фактор



Источник: Расчеты авторов.

Рисунок 6. Цены на одежду и белье, % м/м



Источник: Расчеты авторов.

## Тестирование качества сезонности

Согласно результатам сформированного программой отчета, сезонный фактор значим:

### SIGNIFICANCE OF SEASONALITY

Significance of seasonality is assessed using the variances of the total estimation error, which includes the error in the preliminary estimator (the revision error) and the error in the final estimator. Because the S.E. of the seasonal component estimator varies (it reaches a minimum for historical estimation and a maximum for the most distant forecast), the significance of seasonality will be different for different periods. An extreme example would be a series showing significant seasonality for historical estimates, that is poorly captured concurrently, and useless for forecasting.

| SEASONAL COMPONENT                  | NUMBER OF PERIODS IN A YEAR THAT HAVE SIGNIFICANT SEASONALITY |     |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----|
|                                     | 90%                                                           | 95% |
| HISTORICAL ESTIMATOR                | 11                                                            | 11  |
| PRELIMINARY ESTIMATOR FOR LAST YEAR | 11                                                            | 10  |
| FORECAST FOR NEXT YEAR              | 11                                                            | 11  |

For the present series :

**FINAL OR HISTORICAL ESTIMATION SHOWS CLEARLY SIGNIFICANT SEASONALITY IN THE SERIES.**

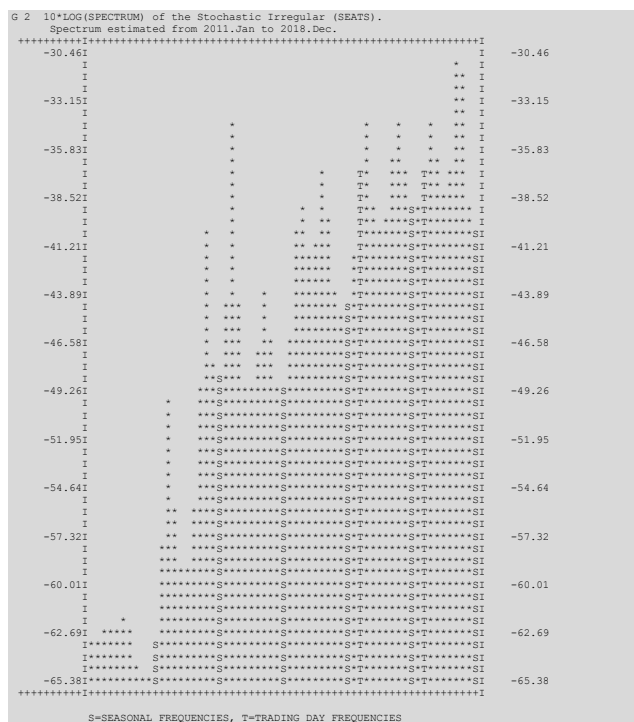
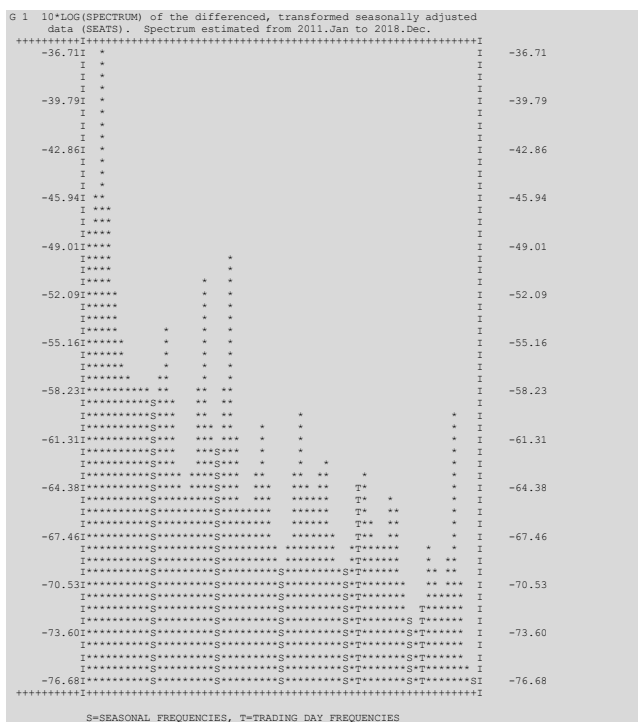
CONCURRENT AND PRELIMINARY ESTIMATION SHOW CLEARLY SIGNIFICANT SEASONALITY FOR RECENT PERIODS (LAST YEAR).

ONE-YEAR AHEAD FORECAST FUNCTION CONTAINS CLEARLY SIGNIFICANT SEASONALITY.





На периодограмме сезонно скорректированного ряда (слева) и ряда остатков (справа) нет пиков, соответствующих сезонным частотам:



Отсутствие остаточной сезонности подтверждается тестами:

Overall test for residual seasonality

Autocorrelation function evidence : NO  
Non-parametric evidence : NO  
Spectral evidence : NO

No residual seasonality detected in seasonally adjusted series

## Итоговая спецификация

|               |                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выборка       | 2002-2018                                                                                      |
| Трансформация | LOG                                                                                            |
| Выбросы       | LS2009.Feb<br>LS2009.Mar<br>LS2009.Apr<br>LS2014.Dec<br>LS2015.Jan<br>LS2015.Feb<br>LS2015.Mar |
| ARIMA-модель  | (1 1 2)(0 1 2)                                                                                 |

Андреев Андрей

AndreevAV@cbr.ru

Департамент денежно-кредитной политики

Поршаков Алексей

PorshakovAS@cbr.ru

Департамент исследований и прогнозирования

Сапова Арина

ZarovaAK@cbr.ru

Департамент исследований и прогнозирования

Шатило Евгения

ShatiloEU@cbr.ru

Департамент денежно-кредитной политики