

ВЫЯВЛЕНИЕ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ В НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКЕ ЧИСЛА ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ПРЕСТУПЛЕНИЙ*

Евгений Валериевич СЕМЕНЫЧЕВ ^а,

Анастасия Александровна КОРОБЕЦКАЯ ^б,

Вадим Викторович ДЕМИДОВ ^с

^а доктор экономических наук, доцент,
профессор кафедры менеджмента, туризма и гостиничного бизнеса,
Севастопольский филиал Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова,
Севастополь, Российская Федерация
semen05@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9604-4344>
SPIN-код: 1644-1781

^б кандидат экономических наук, разработчик департамента бизнес-решений,
ООО «Системный интегратор «Вебзавод»,
Самара, Российская Федерация
kaa.sseu@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5500-7360>
SPIN-код: 4342-6363

^с аспирант,
Самарский университет государственного управления «Международный институт рынка»,
Самара, Российская Федерация
vadidemidov@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 2794-9495

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 717/2020
Получена 24.12.2020
Получена в
доработанном виде
14.01.2021
Одобрена 12.02.2021
Доступна онлайн
30.03.2021

УДК 303.09

JEL: C22, C51

Ключевые слова:

количество
преступлений, тренд-
сезонная декомпозиция,
сезонность

Аннотация

Предмет. Динамика совершаемых в Российской Федерации преступлений различной направленности с 2012 по 2019 г.

Цели. Определение тенденций, а также наличия или отсутствия годовой сезонности в анализируемой динамике.

Методология. Параметрическое моделирование тренд-сезонной динамики в виде авторских процедур, комплекса моделей и методов их идентификации с использованием обобщенных ARMA-моделей, метода STL (Seasonal Transformation using LOESS), метода Йео – Джонсона, реализованных с помощью стандартных библиотек и приложений языка программирования R.

Результаты. Предложены две методики моделирования сезонности: «грубой» оценки ее наличия и «тонкого» ее выделения с получением количественных оценок параметров моделей и оценок качественных характеристик моделирования. Определены оптимальные настройки сглаживания для решения задачи тренд-сезонного моделирования динамики преступлений. Проведен анализ динамики по одиннадцати типам регистрируемых преступлений, по каждому из которых выделены параметры сезонной компоненты.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-010-00549 «Методология и инструментарий моделирования динамики отраслевых региональных циклов для сбалансированного и устойчивого пространственного развития России».

Выводы. В девяти из рассмотренных одиннадцати типов преступлений имеется выраженная годовая сезонность, которую целесообразно учитывать при организации и планировании правоохранительной деятельности.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2020

Для цитирования: Семенychев Е.В., Коробецкая А.А., Демидов В.В. Выявление сезонных колебаний в нелинейной динамике числа зарегистрированных преступлений // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 554 – 576.
<https://doi.org/10.24891/ea.20.3.554>

Введение

В криминологии выделяют причины, порождающие правонарушения, среди которых преобладают экономические и социальные факторы, которые могут формировать неблагоприятную среду для различного рода злоупотреблений, хищений, коррупции, взяточничества, посягательств на жизнь и здоровье людей.

Изменение количества совершаемых преступлений в Российской Федерации имеет специфичную тренд-сезонную динамику, которая разнообразна для правонарушений разных типов и тяжести. Для планирования и прогнозирования деятельности правоохранительных органов актуально знание основных тенденций по разным видам правонарушений, а также о наличии или отсутствии устойчивой сезонности их совершения.

Наше исследование посвящено изучению динамики практически важных видов зарегистрированных преступлений, получению аналитических моделей этой динамики и анализу параметров их сезонности.

Информационную базу исследования составили официальные данные Федеральной службы государственной статистики¹, а также сведения, размещенные на электронном портале правовой статистики Генеральной прокуратуры РФ² о помесечных количествах зарегистрированных преступлений различных типов с января 2012 г. по декабрь 2019 г.

«Грубая» оценка наличия или отсутствия сезонности

Для достижения поставленной цели, а именно определения основной тенденции и наличия или отсутствия годовой сезонности в анализируемой динамике зарегистрированных преступлений, можно предположить, что она может быть представлена в виде простейшей аддитивной модели линейного тренда и гармонической функции синуса от независимой переменной t вида

¹ Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за состоянием преступности и результатами расследования преступлений»: приказ Росстата от 13.10.2009 № 222.

² Показатели преступности России. URL: http://crimestat.ru/offenses_map

$$y = At + B + C \sin(\omega t + \psi), \quad (1)$$

и определить оценки A^0 , B^0 , амплитуды C^0 , циклической частоты ω^0 и фазы ψ^0 .

Методика определения параметров модели (1), описывающих периодическую динамику, подробно представлена в работе [1] и включает методы определения параметров простейшей гармоник с использованием ARMA-моделирования [2], метода частотной декомпозиции [3] и авторской программы для ЭВМ³.

Представленная официальной статистикой дискретность имеющихся наблюдений (помесячные) означает, что в предполагаемом периоде сезонности (год) содержится 12 наблюдений, то есть наличие сезонности будет доказано, если получаемые оценки циклической частоты в модели (1) будут иметь значение, близкое к

$$\omega_{\text{год}} = 2\pi / 12 \approx 0,5238.$$

Методика «грубой» оценки наличия годовой сезонности динамики совершаемых преступлений состоит из следующей последовательности действий.

Этап 1. Из исходной выборки $N = 96$ наблюдений, зарегистрированных с 2012 по 2019 г. преступлений формируется «рабочая» выборка объемом, например, $n = 48$ наблюдений (с первого наблюдения и последовательно далее до 47 включительно) и определяются оценки циклической частоты ω_1 предполагаемой модели (1).

Этап 2. «Рабочая» выборка сдвигается на одно наблюдение (элиминируется самое раннее, добавляется следующее) и по новой «рабочей» выборке того же объема $n = 48$ наблюдений вновь определяются оценки циклической частоты ω_2 той же предполагаемой модели (1). Эта процедура повторяется до момента, пока скольжение «рабочей» выборки не достигнет последнего значения исходной.

Этап 3. Оцениваются статистические показатели разброса полученной совокупности значений ω_i – среднее значение, математическое ожидание, медиана, мода. Дополнительно можно рассчитать стандартное отклонение, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

Наличие ежегодной сезонности будем считать доказанной, если статистический анализ ω_i анализируемой динамики зарегистрированных преступлений будет стабильно показывать близкие по значению к $\omega_{\text{год}} = 0,5238$ параметры сезонности в идентифицируемых параметрических моделях.

Такая методика названа «грубой», так как не применяется какая-либо предварительная обработка исходных данных, принято достаточно вольное предположение о линейности тренда на всем периоде имеющихся наблюдений и

³ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008610493.

вместо реальной на практике сезонности сложной формы в модели (1) используется простейшая гармоника.

Очевидно, что для повышения точности моделирования реальной динамики совершаемых преступлений можно использовать параметрические модели тренда более сложной формы (в виде логистических функций, полиномов высокого порядка, степенных и дробно-рациональных функций и т.п.) и периодической компоненты, описываемой совокупностью нескольких гармонических функций [1].

«Тонкое» выделение сезонности на основе метода STL

Метод STL (Seasonal Transformation [4] с использованием LOESS [5, 6] – Locally Weighted Scatterplot Smoother) был разработан [7] как альтернатива классическому Census и обладает рядом преимуществ, в частности, лучше работает для крайних значений ряда, позволяет учитывать эволюцию сезонности, допускает прогнозирование. Метод осуществляет декомпозицию на тренд, сглаженный по LOESS прямыми или параболами со скользящим окном, сезонность, состоящую из переменных коэффициентов (также сглаженные по LOESS, но в разрезе одноименных месяцев) и случайных остатков.

Методика определения параметров сезонности динамики совершаемых преступлений на основе метода STL состоит из следующей последовательности действий.

Этап 1. Имеющиеся данные требуют предварительной обработки, а именно – получение ряда из центрированных и нормированных значений

$$\hat{Y}_t = \frac{Y_t - \bar{Y}}{\sigma_Y}$$

для обеспечения сопоставимости значений ряда.

Этап 2. Определение структуры предполагаемой тренд-сезонной модели, а точнее – приведение ее к аддитивной.

Известные методы выделения сезонности работают в основном с аддитивной структурой ряда динамики:

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t.$$

Чтобы диагностировать наличие мультипликативной структуры, а при ее обнаружении – преобразовать мультипликативный ряд к аддитивному, можно применить метод Бокса – Кокса [8] или одну из его модификаций. В нашем исследовании использовался метод Йео – Джонсона [9], который в отличие от метода Бокса – Кокса допускает наличие отрицательных значений в ряде.

Для выполнения этапов 1 и 2, а именно – центрирования, нормирования и трансформации Йео – Джонсона, при обработке имеющихся данных использовалась единая функция `preProcess`⁴, входящая в пакет `{caret}` для языка программирования R.

После указанных преобразований получаем ряды с аддитивной структурой и нормированными значениями в условных единицах.

Этап 3. Элиминирование тренда из ряда предобработанных значений, полученного на этапах 1 и 2, и получение ряда остатков, содержащего сезонную и стохастическую компоненту $S_t + \varepsilon_t$.

Этап 4. Построение автокорреляционной функции ряда остатков – традиционный способ проверки наличия сезонных колебаний.

В нашем случае при наличии помесечных наблюдений зарегистрированных преступлений утвердительный ответ о присутствии годовой сезонности можно дать при диагностировании автокорреляции 12 порядка (то есть с годовым лагом) из-за того, что детрендированный ряд остатков, оставшийся после элиминирования тренда (сезонность и стохастическая компонента) является стационарным, по крайней мере, в слабом смысле (имеет нулевое математическое ожидание, возможная гетероскедастичность уже устранена путем предварительной обработки ряда на этапе 2).

Практическая реализация методов исследования

Для тренд-сезонной декомпозиции исходных данных о количестве преступлений мы воспользовались функцией `stl`, входящей в стандартный пакет `{stats}` для языка R. Очевидным достоинством метода STL является способность выделения сезонных колебаний, даже если они не являются выраженными на фоне случайных остатков.

Для подтверждения наличия сезонных колебаний предлагается применить несколько оценок качества моделирования.

1. Сравнить дисперсии сезонности и случайных остатков на основе коэффициента шум/сигнал:

$$K_{n/s}[S] = \frac{D[\varepsilon_t]}{D[S_t]} 100\%.$$

Чем больше коэффициент шум/сигнал, тем менее выражены сезонные колебания по сравнению со случайными остатками модели.

Этот коэффициент можно вычислить и для ряда в целом:

⁴ Fortran code by Cleveland et al. (1990) from 'netlib'.

$$K_{n/s} = \frac{D[\varepsilon_t]}{D[T_t + S_t]} 100\%.$$

2. Коэффициент R^2 также поможет оценить общую точность построенной модели (долю дисперсии, объясненную трендом и сезонными колебаниями):

$$R^2 = 1 - \frac{D[\varepsilon_t]}{D[Y_t]}.$$

Основными управляемыми настройками метода STL для исследователя являются выбор ширины окон для сглаживания тренда и сезонности. По умолчанию при ежемесячных наблюдениях метод предлагает использовать 23 наблюдения для тренда и 7 наблюдений для сезонности.

При таких значениях в стандартных случаях тренд остается достаточно стабильным, а сезонность активно эволюционирует. Однако из-за резких скачков в динамике отдельных преступлений более стабильный результат, как подтвердили эксперименты с имеющимися данными, особенно в крайних значениях, показали окно сглаживания в 17 наблюдений для тренда и 9 наблюдений для сезонности.

Результаты моделирования динамики зарегистрированных преступлений

Практический интерес представляют особенности динамики (тенденция, наличие/отсутствие сезонности) по типам регистрируемых преступлений. На *рис. 1–11* показаны результаты моделирования.

a – диаграмма исходных данных по количеству преступлений, ед.;

b – исходные данные после предварительной обработки (центрирования, нормирования и трансформации Йео – Джонсона) – серые точки; сглаженный тренд и сезонность – черная сплошная линия; тренд – черная пунктирная линия;

c – сглаженная сезонность после элиминации основной тенденции – черная линия; сезонность с наложенной стохастической компонентой – серые треугольники;

d – стохастическая компонента;

e – график сезонности по месяцам (обозначены по первой букве, каждая линия на графике – динамика сезонности за этот месяц от года к году, горизонтальная черта – среднее за все годы);

f – гистограмма распределения стохастической компоненты.

На всех рисунках нанесены следующие подписи: R^2 – коэффициент детерминации для модели тренд + сезонность; $K_{n/s}$ – коэффициент шум/сигнал для ряда в целом;

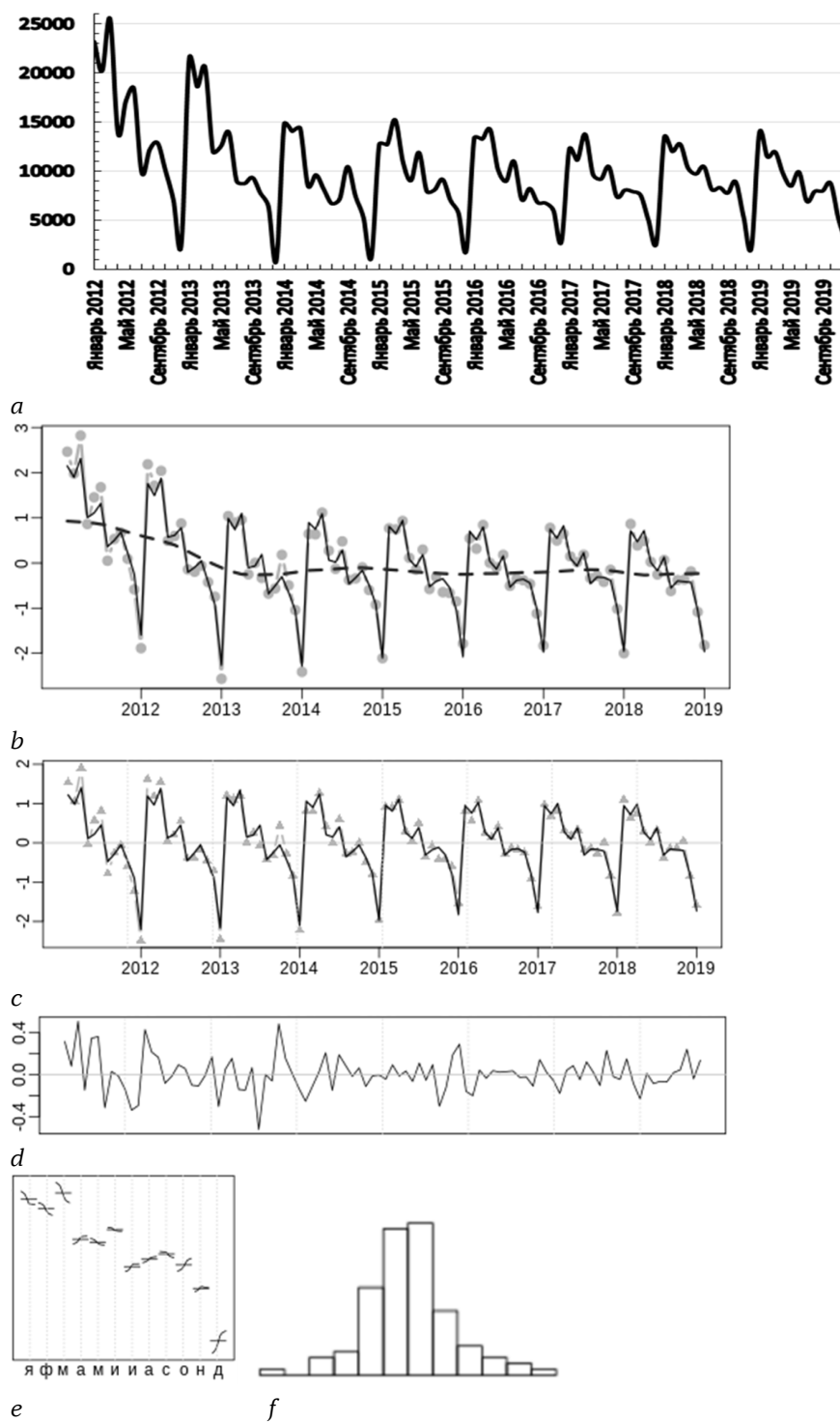
$\sigma[S]$ – стандартное отклонение сезонных колебаний; $\sigma[e]$ – стандартное отклонение случайных остатков; $K_{n/s}[S]$ – коэффициент шум/сигнал для сезонности; $\text{acor}[12]$ – автокорреляция 12 порядка для суммы сезонных колебаний и случайных остатков.

На всех рисунках приведены результаты анализа динамики преступлений различной направленности⁵, которые были зарегистрированы правоохранительными органами в течение отчетного периода.

На основе полученных моделей можно с уверенностью утверждать, что только преступления террористической направленности (*рис. 2*) и преступления, связанные с умышленным причинением вреда здоровью по ст. 111 Уголовного кодекса Российской Федерации (*рис. 7*) не имеют выраженной сезонности ($K_{n/s}$ более 100%, автокорреляция близка к нулю). В преступлениях всех остальных типов имеется выраженная годовая сезонность, а помесечные отклонения, приведенные на рисунках под литерой е, обладают практической значимостью для организации и планирования правоохранительной деятельности.

Полученные модели сезонной динамики количества совершаемых преступлений обеспечивают правоохранительные органы необходимыми сведениями эмпирического характера, позволяя вести научно обоснованное планирование и организацию борьбы с уголовно наказуемыми деяниями, выполняя роль индикатора оценки эффективности этой деятельности, планировать распределение сил и средств борьбы с преступными проявлениями.

⁵Расшифровка статистических группировок на портале правовой статистики Генеральной прокуратуры Российской Федерации. URL: http://crimestat.ru/offenses_map

Рисунок 1**Динамика зарегистрированных преступлений экономической направленности****Figure 1****Dynamics of recorded economic crimes**

Примечание. $R^2 = 0,97$; $K_{n/s} = 3,3\%$; $\sigma[S] = 0,838$; $\sigma[e] = 0,173$; $K_{n/s}[S] = 4,3\%$; $\text{acor}[12] = 0,678$.

Источник: авторская разработка

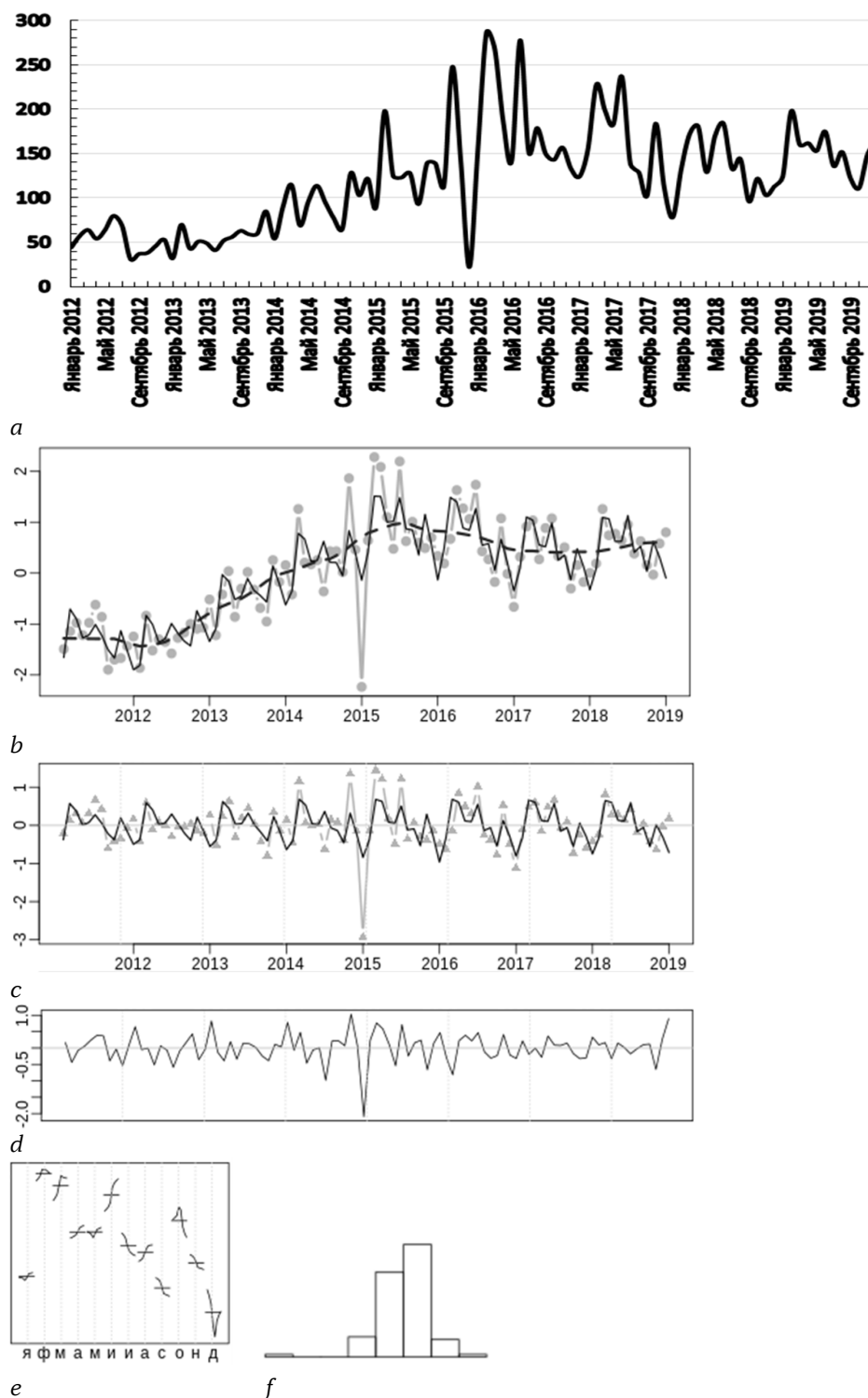
Source: Authoring

Рисунок 2

Динамика зарегистрированных преступлений террористического характера

Figure 2

Dynamics of recorded terrorist crimes



Примечание. $R^2 = 0,813$; $K_{n/s} = 23,3\%$; $\sigma[S] = 0,406$; $\sigma[e] = 0,433$; $K_{n/s}[S] = 113,4\%$; $\text{acor}[12] = -0,032$.

Источник: авторская разработка

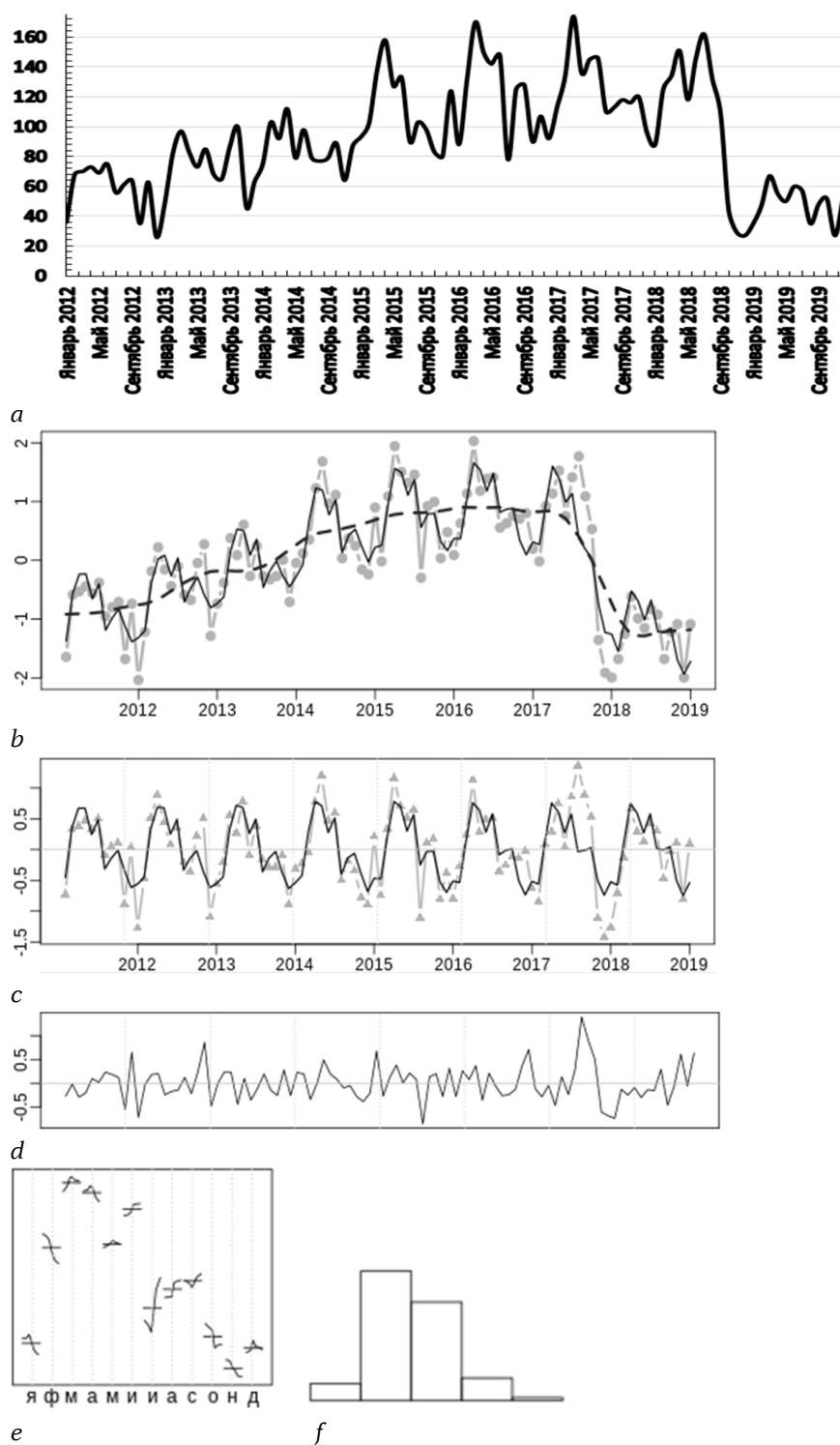
Source: Authoring

Рисунок 3

Динамика зарегистрированных преступлений экстремистской направленности

Figure 3

Dynamics of registered extremist crimes



Примечание. $R^2 = 0,858$; $K_{n/s} = 17,6\%$; $\sigma[S] = 0,475$; $\sigma[e] = 0,376$; $K_{n/s}[S] = 62,7\%$; $\text{acor}[12] = 0,014$.

Источник: авторская разработка

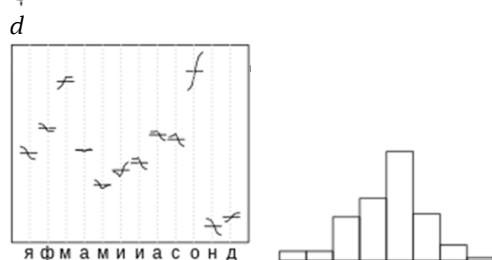
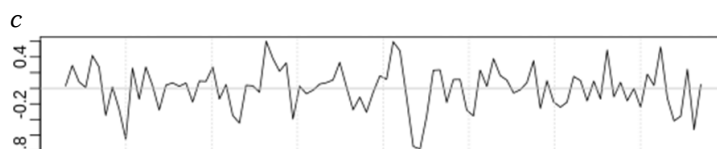
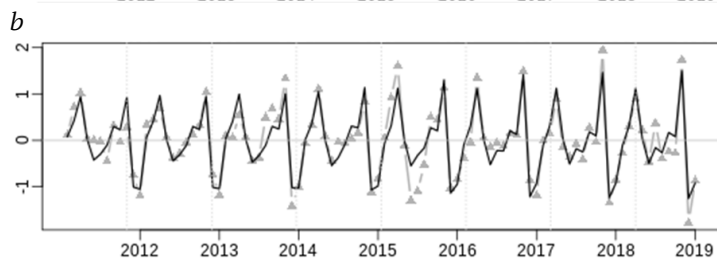
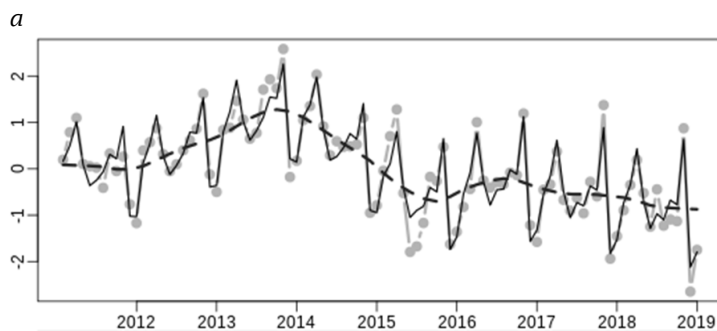
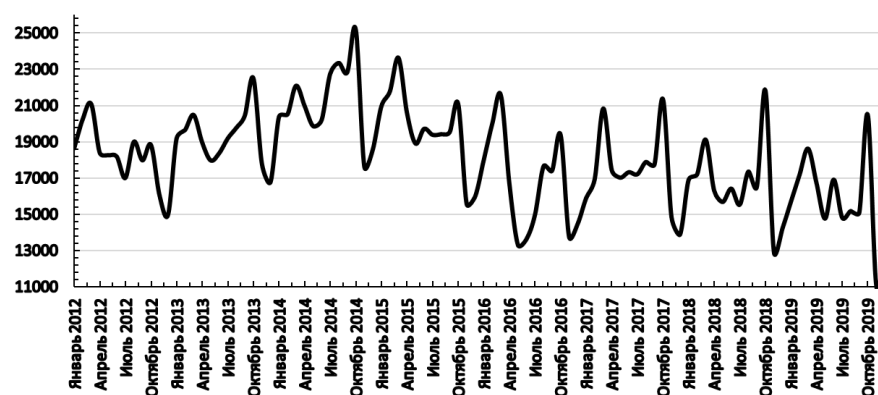
Source: Authoring

Рисунок 4

Динамика зарегистрированных преступлений, связанных с незаконным оборотом наркотиков и психотропных веществ

Figure 4

Dynamics of recorded crimes related to illegal drug and psychotropic substances trafficking



e

f

Примечание. $R^2 = 0,926$; $K_{n/s} = 8,5\%$; $\sigma[S] = 0,678$; $\sigma[e] = 0,272$; $K_{n/s}[S] = 16,1\%$; $\text{acor}[12] = 0,547$.

Источник: авторская разработка

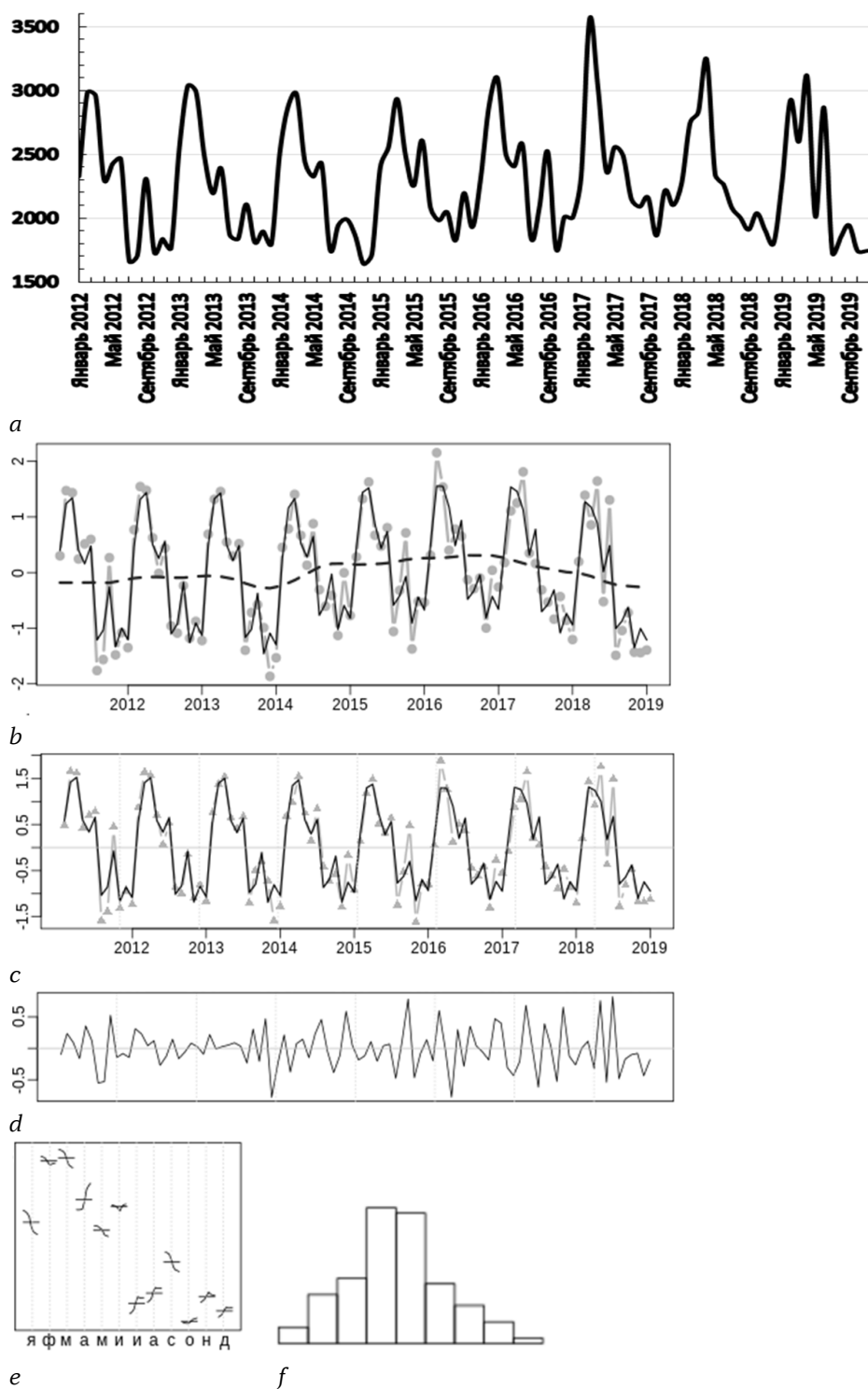
Source: Authoring

Рисунок 5

Динамика зарегистрированных преступлений, связанных с незаконным оборотом оружия

Figure 5

Dynamics of recorded crimes related to illicit arms trafficking



Примечание. $R^2 = 0,887$; $K_{n/s} = 13,7\%$; $\sigma[S] = 0,885$; $\sigma[e] = 0,337$; $K_{n/s}[S] = 14,5\%$; $\text{acor}[12] = 0,43$.

Источник: авторская разработка

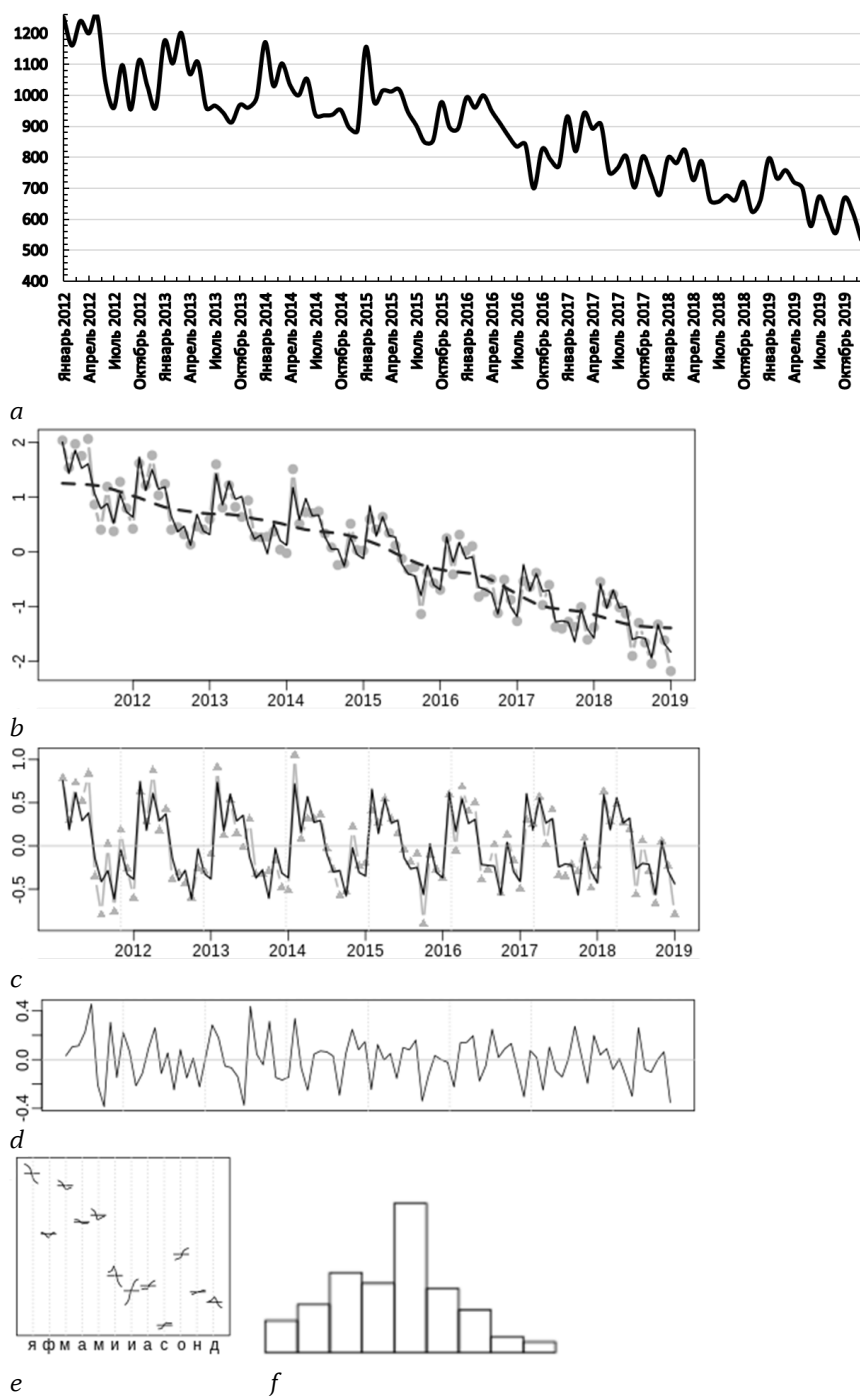
Source: Authoring

Рисунок 6

**Динамика зарегистрированных убийств и покушений на убийство
(ст. 30, 105, 106, 107 Уголовного кодекса Российской Федерации)**

Figure 6

**Dynamics of recorded murders and attempted murders
(articles 30, 105, 106, 107 of the Criminal Code of the Russian Federation)**



Примечание. $R^2 = 0,967$; $K_{n/s} = 3,6\%$; $\sigma[S] = 0,389$; $\sigma[e] = 0,183$; $K_{n/s}[S] = 22,1\%$; $\text{acor}[12] = 0,389$.

Источник: авторская разработка

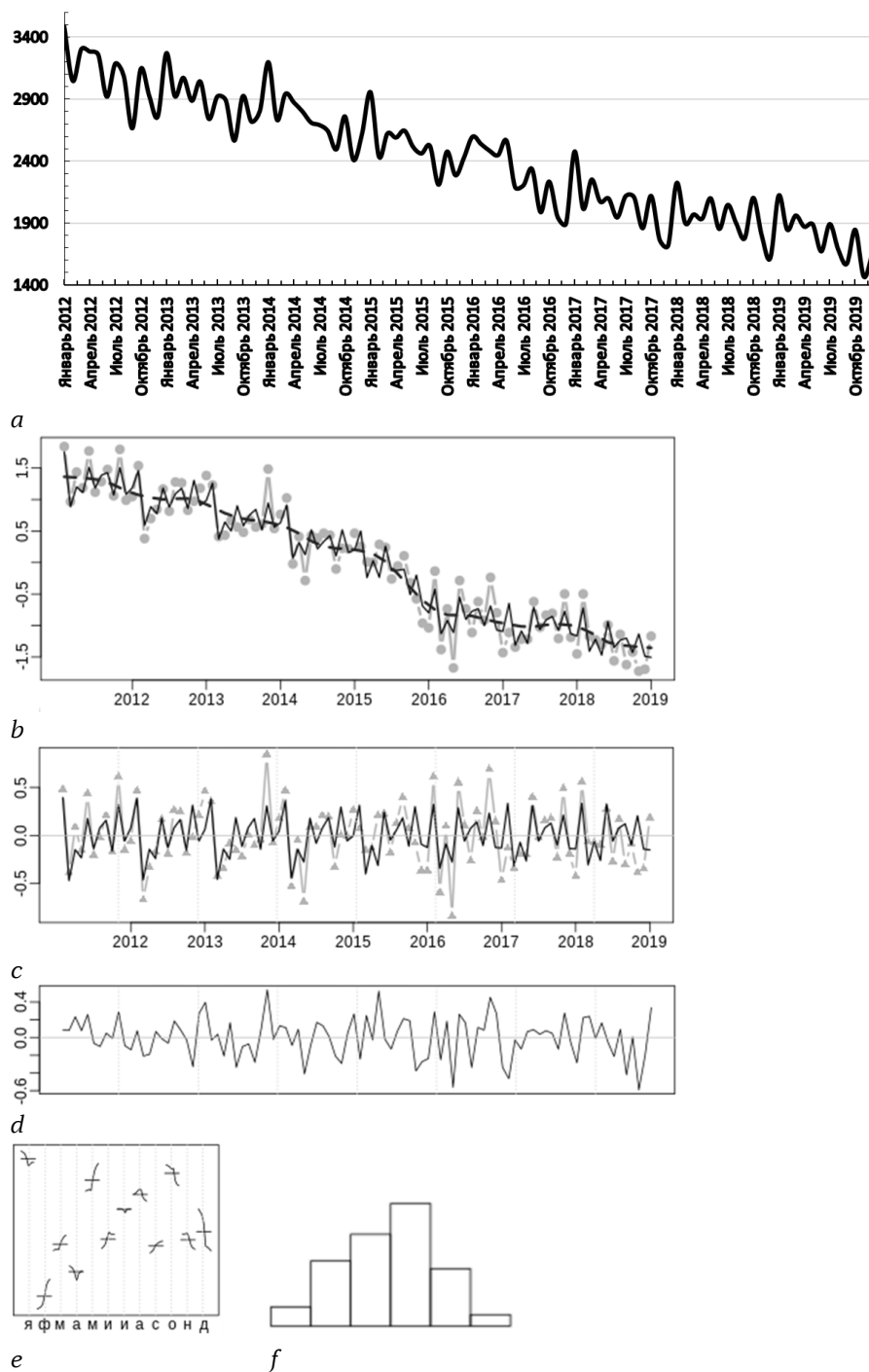
Source: Authoring

Рисунок 7

Динамика зарегистрированных преступлений по ст. 111 Уголовного кодекса Российской Федерации. Умышленное причинение тяжкого вреда здоровью

Figure 7

Dynamics of recorded crimes under Article 111 of the Criminal Code of the Russian Federation: Willful infliction of serious harm to health



Примечание. $R^2 = 0,947$; $K_{n/s} = 5,9\%$; $\sigma[S] = 0,222$; $\sigma[e] = 0,229$; $K_{n/s}[S] = 107,1\%$; $\text{acor}[12] = 0,132$.

Источник: авторская разработка

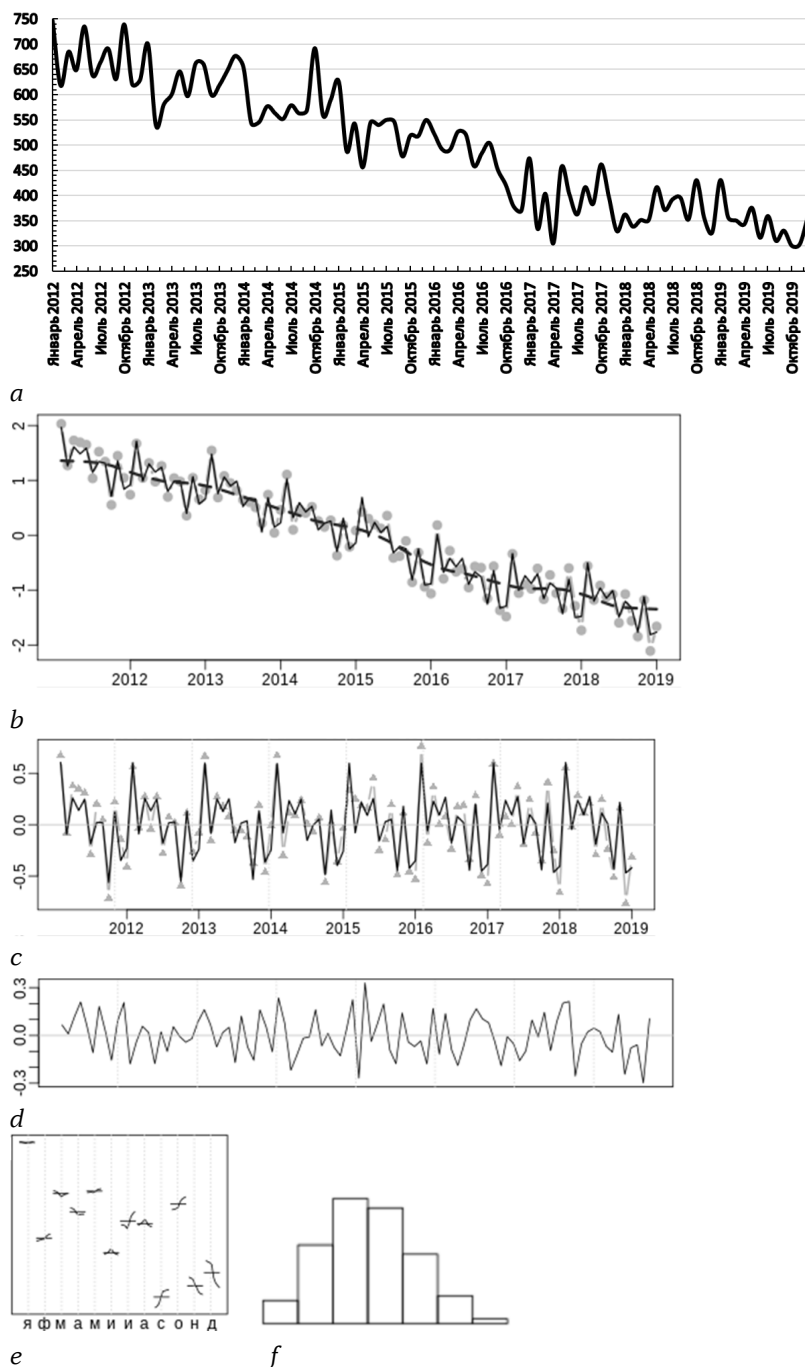
Source: Authoring

Рисунок 8

Динамика зарегистрированных преступлений по ч. 4, ст. 111 Уголовного кодекса Российской Федерации. Умышленное причинение тяжкого вреда здоровью, повлекшее по неосторожности смерть потерпевшего

Figure 8

Dynamics of recorded crimes under Article 111 Part 4 of the Criminal Code of the Russian Federation: Intentional infliction of grave injury, which have involved the death of the victim by negligence



Примечание. $R^2 = 0,983$; $K_{n/s} = 1,8\%$; $\sigma[S] = 0,302$; $\sigma[e] = 0,131$; $K_{n/s}[S] = 18,8\%$; $\text{acor}[12] = 0,5$.

Источник: авторская разработка

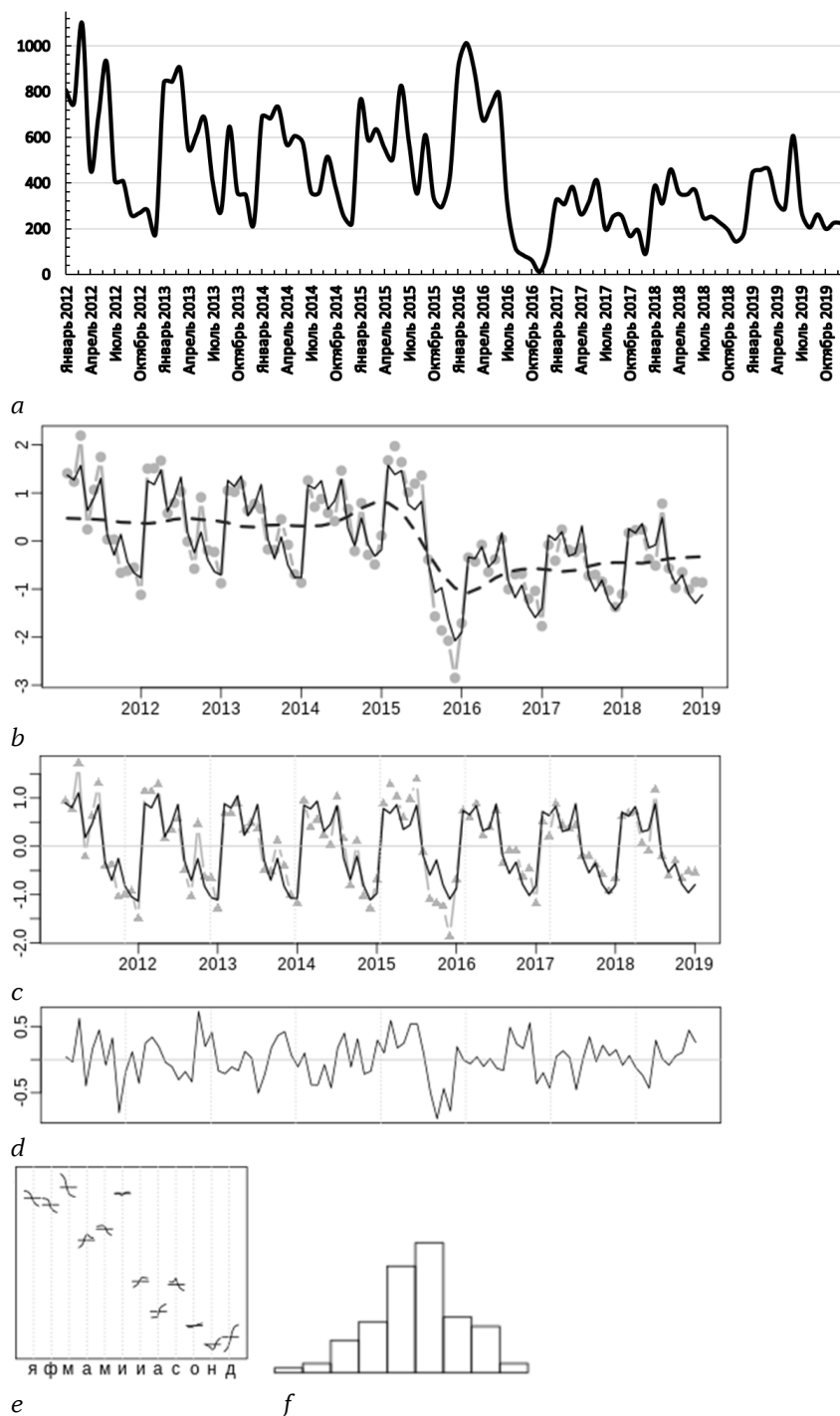
Source: Authoring

Рисунок 9

Динамика зарегистрированных преступлений по ст. 290 Уголовного кодекса Российской Федерации. Получение взятки

Figure 9

Dynamics of recorded crimes under Article 290 of the Criminal Code of the Russian Federation: Bribe-taking



Примечание. $R^2 = 0,899$; $K_{n/s} = 11,9\%$; $\sigma[S] = 0,728$; $\sigma[e] = 0,318$; $K_{n/s}[S] = 19,1\%$; $\text{acor}[12] = 0,402$.

Источник: авторская разработка

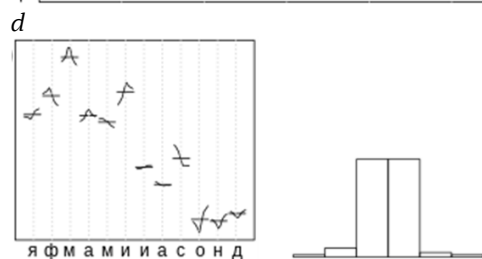
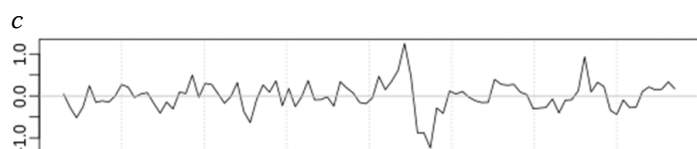
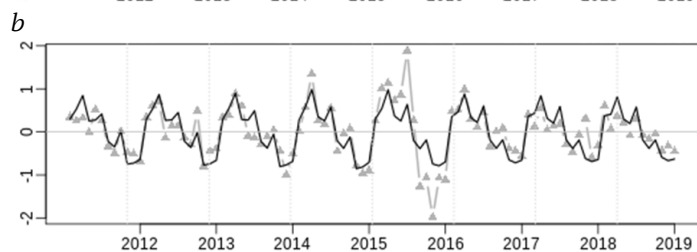
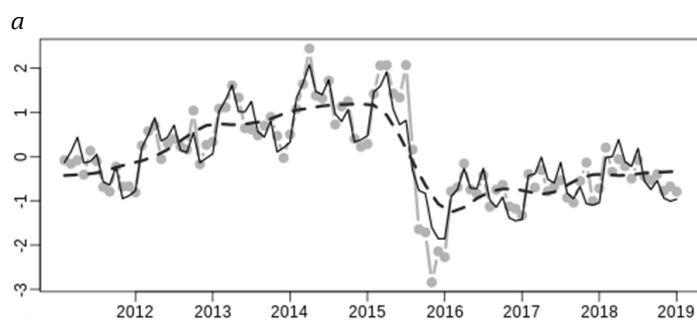
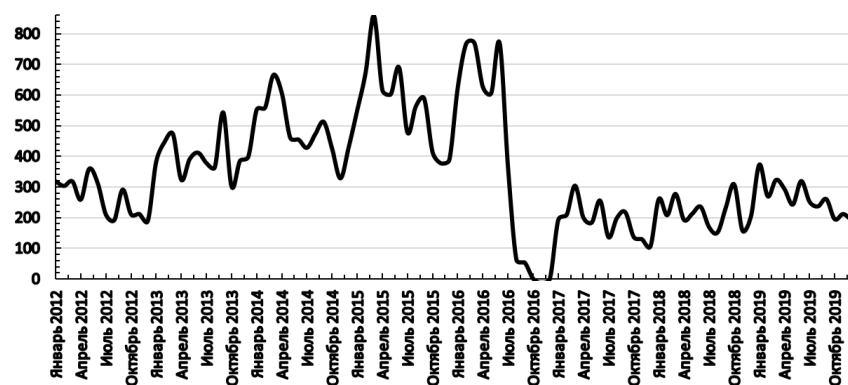
Source: Authoring

Рисунок 10

Динамика зарегистрированных преступлений по ст. 291 Уголовного кодекса Российской Федерации. Дача взятки

Figure 10

Dynamics of recorded crimes under Article 291 of the Criminal Code of the Russian Federation: Bribe-giving



e

f

Примечание. $R^2 = 0,88$; $K_{n/s} = 14,4\%$; $\sigma[S] = 0,53$; $\sigma[e] = 0,346$; $K_{n/s}[S] = 42,6\%$; $\text{acor}[12] = 0,313$.

Источник: авторская разработка

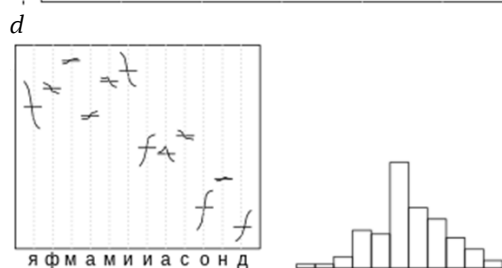
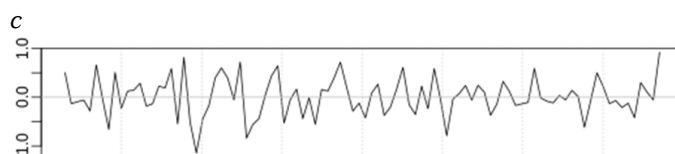
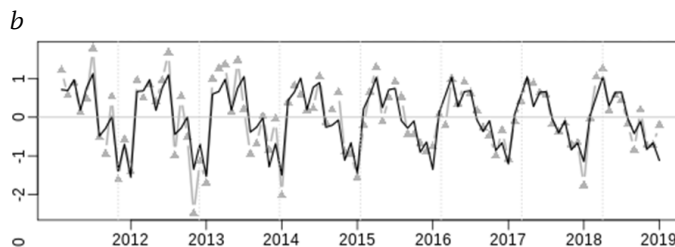
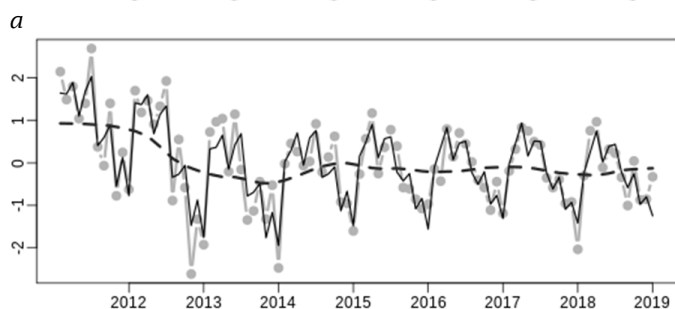
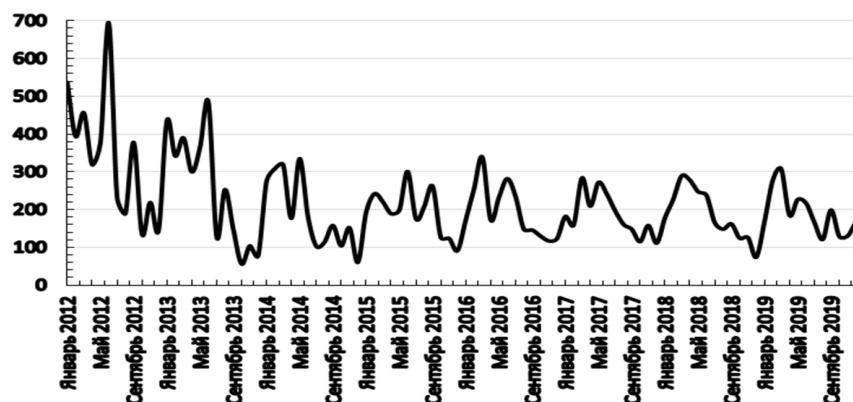
Source: Authoring

Рисунок 11

Динамика зарегистрированных преступлений по ст. 285 Уголовного кодекса Российской Федерации. Злоупотребление должностными полномочиями

Figure 11

Dynamics of recorded crimes under Article 285 of the Criminal Code of the Russian Federation: Abuse of official powers



e

f

Примечание. $R^2 = 0,848$; $K_{n/s} = 19,5\%$; $\sigma[S] = 0,748$; $\sigma[e] = 0,389$; $K_{n/s}[S] = 27,1\%$; $\text{acor}[12] = 0,42$.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Демидов В.В., Семенычев Е.В. Моделирование сезонных колебаний в экономике: монография. Самара: Самарская академия государственного и муниципального управления, 2012. 82 с.
2. Семенычев В.К., Семенычев Е.В. Параметрическая идентификация рядов динамики: структуры, модели, эволюция: монография. Самара: Самарский научный центр Российской академии наук, 2011. 364 с.
3. Семенычев Е.В., Демидов В.В. Метод частотной декомпозиции при моделировании сезонной экономической динамики // Вестник Самарского муниципального института управления. 2014. № 1. С. 79–83.
4. Светульников И.С., Светульников С.Г. Методы социально-экономического прогнозирования. Т. 2. М.: Юрайт, 2020. 447 с.
5. Cleveland R.B., Cleveland W.S., McRae J.E., Terpenning I. STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 1990, vol. 6, iss. 1, pp. 3–73.
URL: <https://wessa.net/download/stl.pdf>
6. Cleveland W.S., Grosse E., Shyu W.M. Local Regression Models. In: J. Chambers, T. Hastie (Eds), *Statistical Models in S*. Pacific Grove, Calif., Wadsworth and Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1992, pp. 309–376.
7. Cleveland W.S. Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplots. *Journal of the American Statistical Association*, 1979, vol. 74, iss. 368, pp. 829–836.
URL: <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10481038>
8. Box G.E.P., Cox D.R. An Analysis of Transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 1964, vol. 26, iss. 2, pp. 211–252.
URL: <https://www.jstor.org/stable/2984418>
9. Yeo I.-K., Johnson R. A New Family of Power Transformations to Improve Normality or Symmetry. *Biometrika*, 2000, vol. 87, iss. 4, pp. 954–959.
URL: <https://doi.org/10.1093/biomet/87.4.954>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Mathematical Methods and Models

IDENTIFICATION OF SEASONAL FLUCTUATIONS IN THE NONLINEAR DYNAMICS OF THE NUMBER OF REGISTERED CRIMES

Evgenii V. SEMENYCHEV ^{a,*},

Anastasiya A. KOROBETSKAYA ^b,

Vadim V. DEMIDOV ^c

^a Sevastopol Branch of Plekhanov Russian University of Economics,
Sevastopol, Russian Federation
semen05@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9604-4344>

^b OOO Webzavod. System Integrator
Samara, Russian Federation
kaa.sseu@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5500-7360>

^c Samara State University of Management "International Market Institute",
Samara, Russian Federation
vadidemidov@yandex.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 717/2020
Received 24 Dec 2020
Received in revised form
14 January 2021
Accepted 12 Feb 2021
Available online
30 March 2021

JEL classification: C22,
C51

Keywords: crime, trend-
seasonal decomposition,
seasonal, fluctuation

Abstract

Subject. The article considers trends in different types of crimes committed in the Russian Federation from 2012 to 2019.

Objectives. The purpose is to determine trends and the presence or absence of annual seasonality in the analyzed dynamics.

Methods. The study draws on parametric modeling of trend-seasonal dynamics, using our own procedures, a set of models and methods for their identification by means of generalized ARMA models, the STL (Seasonal Transformation using LOESS) method, the Yeo-Johnson method based on standard libraries and applications of the R programming language.

Results. The paper offers two methods to model seasonality: a "rough" assessment of its presence and a "fine" assessment, with obtaining quantitative estimates of model parameters and estimates of qualitative characteristics of modeling. We determine optimal smoothing settings to solve the problem of trend-seasonal modeling of crime dynamics, analyze the dynamics of eleven types of registered crimes, and identify the parameters of seasonal component for each of them.

Conclusions. In nine out of eleven types of considered crimes, there is a pronounced annual seasonality, which is advisable to take into account, when organizing and planning the law enforcement activities.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2020

Please cite this article as: Semenychev E.V., Korobetskaya A.A., Demidov V.V. Identification of Seasonal Fluctuations in the Nonlinear Dynamics of the Number of Registered Crimes. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2021, vol. 20, iss. 3, pp. 553–576.
<https://doi.org/10.24891/ea.20.3.553>

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project № 20-010-00549, *Methodology and Tools for Modeling the Dynamics of Industry Regional Cycles for Balanced and Sustainable Spatial Development of Russia*.

References

1. Demidov V.V., Semenychev E.V. *Modelirovanie sezonnykh kolebaniy v ekonomike* [Modeling of seasonal fluctuations in the economy]. Samara, Samara Academy of State and Municipal Administration Publ., 2012, 82 p.
2. Semenychev V.K., Semenychev E.V. *Parametricheskaya identifikatsiya ryadov dinamiki: struktury, modeli, evolyutsiya: monografiya* [Parametric identification of dynamics series: Structures, models, evolution: a monograph]. Samara, Samara Scientific Center of RAS Publ., 2011, 364 p.
3. Semenychev E.V., Demidov V.V. [Frequency Decomposition Method for Seasonal Economic Dynamics Modeling]. *Vestnik Samarskogo munitsipal'nogo instituta upravleniya* = *Bulletin of Samara Municipal Institute of Management*, 2014, no. 1, pp. 79–83. (In Russ.)
4. Svetun'kov I.S., Svetun'kov S.G. *Metody sotsial'no-ekonomicheskogo prognozirovaniya. T. 2* [Methods of socio-economic forecasting. Vol. 2]. Moscow, Yurait Publ., 2020, 447 p.
5. Cleveland R.B., Cleveland W.S., McRae J.E., Terpenning I. STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 1990, vol. 6, iss. 1, pp. 3–73.
URL: <https://wessa.net/download/stl.pdf>
6. Cleveland W.S., Grosse E., Shyu W.M. Local Regression Models. In: J. Chambers, T. Hastie (Eds), *Statistical Models in S*. Pacific Grove, Calif., Wadsworth and Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1992, pp. 309–376.
7. Cleveland W.S. Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplots. *Journal of the American Statistical Association*, 1979, vol. 74, iss. 368, pp. 829–836.
URL: <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10481038>
8. Box G.E.P., Cox D.R. An Analysis of Transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 1964, vol. 26, iss. 2, pp. 211–252.
URL: <https://www.jstor.org/stable/2984418>
9. Yeo I.-K., Johnson R. A New Family of Power Transformations to Improve Normality or Symmetry. *Biometrika*, 2000, vol. 87, iss. 4, pp. 954–959.
URL: <https://doi.org/10.1093/biomet/87.4.954>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.