

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ УРОВНЯ ПРЕСТУПНОСТИ

Кучерова С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток, Россия (690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41), e-mail: svetlana.kucherova@vvsu.ru*

---

В современном мире выявление факторов, влияющих на количество преступлений, является немаловажной проблемой. В первую очередь такие исследования необходимы для квалифицированной диагностики природы преступлений и для принятия мер по предупреждению преступности. Данная работа посвящена исследованию и прогнозированию уровня преступности России на основе анализа временных рядов. Построены эконометрические модели описывающие изменение уровня преступности в зависимости от времени, выявлены трендовые, сезонные и случайные компоненты. Используя факторный анализ и социально-экономические показатели, влияющие на уровень преступности, в работе построены описательные модели временных рядов для результативного признака и факторных переменных. Исследования проводились с использованием пакета Statistica. На основании построенных моделей временных рядов получены прогнозные значения факторных признаков и уровня преступности. Результаты исследования могут быть использованы при формировании мер по предупреждению преступности.

---

Ключевые слова: эконометрическое моделирование; временные ряды; факторный анализ; автокорреляция; частная автокорреляционная функция; социально-экономические факторы преступности; уровень преступности

## TIME-SERIES ANALYSIS APPLIED IN THE CRIME RATE INVESTIGATION

Kucherova S.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Vladivostok State University Economics and Service, Russia (690014, Vladivostok, street Gogolya, 41), e-mail: svetlana.kucherova@vvsu.ru*

---

The identification of factors, having influence on the amount of crime, is an important problem in the modern world. First of all such researches are necessary for qualified diagnostics of the crime nature and for taking measures to the crime prevention. This paper seeks to understand and predict the crime rate in Russia on account of the time-series analysis. Established here are econometric models describing the crime rate change influenced by temporal factors. Highlighted in the paper have been trend, season and random data. Factor analysis with social and economic indicators the crime rate impacting have been applied. In relation to the above-said we have developed time-series descriptive models with respect to the performance indications and factor variables. Investigations have been conducted with the program Statistica. On the ground of the time-series models developed we have obtained projected values of factor indicators and the crime rate. The paper implies a number of practical recommendations pertaining to the criminality preventive measures.

---

Key words: econometric modeling; time-series; factor analysis; autocorrelation; partial autocorrelation function; social and economic criminality factors; the crime rate.

Экономические процессы формируются под воздействием множества факторов, в то же время многие криминологи все больше склоняются к выводу, что состояние экономики оказывает неотъемлемое влияние на уровень преступности в стране. Поэтому анализ и прогнозирование уровня преступности через призму факторного анализа является одним из важных направлений социально-экономических исследований. Методы эконометрического

исследования позволяют научно обосновать стратегию и методику предупреждения социальной напряженности, а также прогнозировать уровень преступности и те явления, которые ее порождают и обуславливают.

Важным моментом в этом процессе является то, что с помощью факторного и корреляционного анализа можно выделить существенные социально-экономические факторы, которые достаточно точно характеризуют криминогенную обстановку в стране [6]. В тоже время, анализ временных рядов предназначен для выявления структуры временных рядов исследуемых признаков и для их прогнозирования. Следует отметить, что применение эконометрических исследований с помощью множественной регрессии, корреляции и анализа временных рядов используется достаточно широко, например, в работах [2, 3].

Целью данной работы является применение анализа временных рядов [1,5,7] в рамках исследования и прогнозирования уровня преступности в России. Выявление трендовой, сезонной и случайных компонент, моделирование тенденции временного ряда, построение модели пригодной для прогнозирования и получение прогноза исследуемых временных рядов являются неотъемлемой частью данной работы.

На основе факторного анализа ранее был проведен сравнительный анализ факторов, относящихся к основным категориям контекстуальной статистики и влияющих на преступности в России [6]. По результатам исследования выявлено два основных фактора, оказывающих влияние на количество преступлений: индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП - индекс образования, характеризующий образовательный потенциал населения страны, включающий в себя индекс грамотности взрослого населения и индекс совокупной доли учащихся, получающих образование, не учитывает за рубежом обучающихся), уровень безработицы (%).

Исследуем показатель уровень преступности (количество преступлений) в России с 1992 по 2012г. с помощью анализа временных рядов. Анализ графика исходных данных (рис.1), автокорреляционной функции и частной автокорреляционной функции говорит о наличии случайной и циклической компонент. Кроме того, ряд не является стационарным.

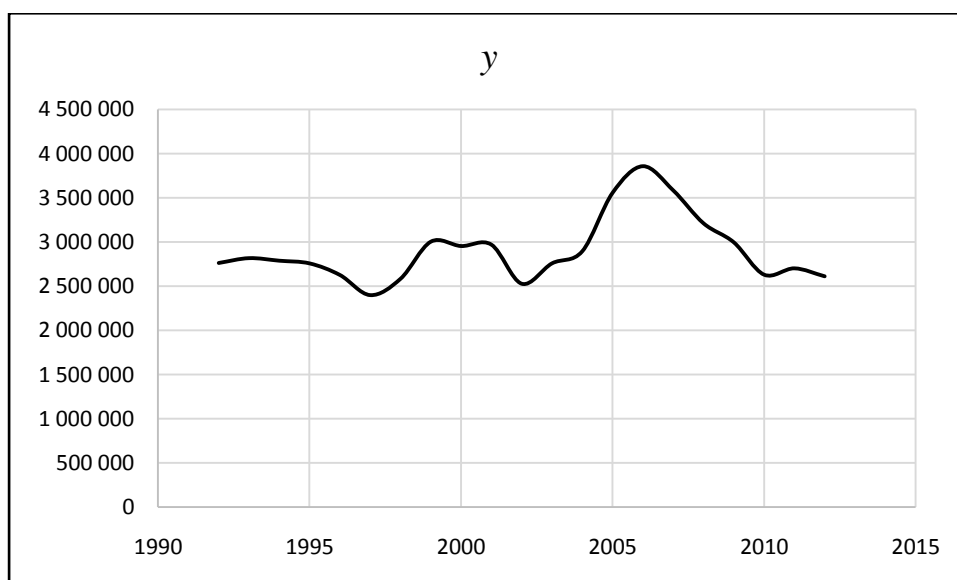


Рис. 1. Динамика количества преступлений в РФ (1992-2012 гг., чел)

Логарифмируем данные и строим модель Винтера варьируя параметры  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ . Наилучшей оказалась модель с параметрами:  $\alpha = 0,9$ ,  $\delta = 0,1$ ,  $\gamma = 0,1$ . Проверим построенную модель на адекватность, построив гистограмму распределения остатков экспоненциального сглаживания, нормальный вероятностный график остатков, автокорреляционную функцию. Приходим к выводу, что по полученная модель адекватна.

Осуществим прогноз количества преступлений на 2015 год,  $\hat{y} = 2\,516\,960$ . Ниже представлена таблица со значениями ошибок по данной модели (таблица 1).

**Таблица 1**

Значения ошибок модели Винтера

Наименование	Значение
CO	-0,0051
CAO	0,0727
Суммы квадратов	0,1898
Средний квадрат	0,0090
COO	-0,0362
CAOO	0,4882

Далее на основе исследований, изложенных в работе [6] проведем анализ временных рядов факторных признаков, а именно индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП) и уровня безработицы за 1992-2012г.

Динамика ИРЧП РФ за 1992-2012гг. изображена на рисунке 2.

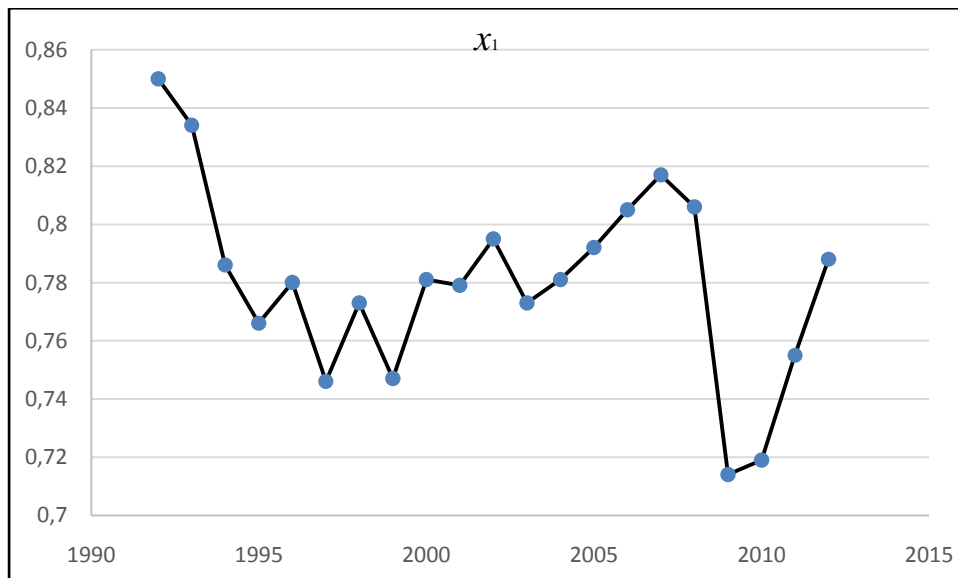


Рис. 2. Динамика ИРЧП (1992-2012гг., %)

Анализируя АКФ и ЧАКФ приходим к выводу, что ряд неоднороден, дисперсия вариативна и изменяется от наблюдения к наблюдению, присутствует циклическая компонента. Для приведения ряда к стационарному используем преобразование переменной с помощью разности первого порядка.

После построения нескольких моделей в пакете STATISTICA, приходим к выводу, что самой адекватной моделью является мультипликативная модель с демпфированным трендом (лаг равен 3). Поиск параметров осуществляется "на сетке", выбирая модель с наименьшими показателями получаем:  $\alpha=0,3$ ,  $\delta=0,4$ ,  $\varphi=0,2$ .

Анализ гистограммы распределения остатков, нормального вероятностного графика распределения остатков, АКФ (рис. 3) говорит об адекватности построенной модели.

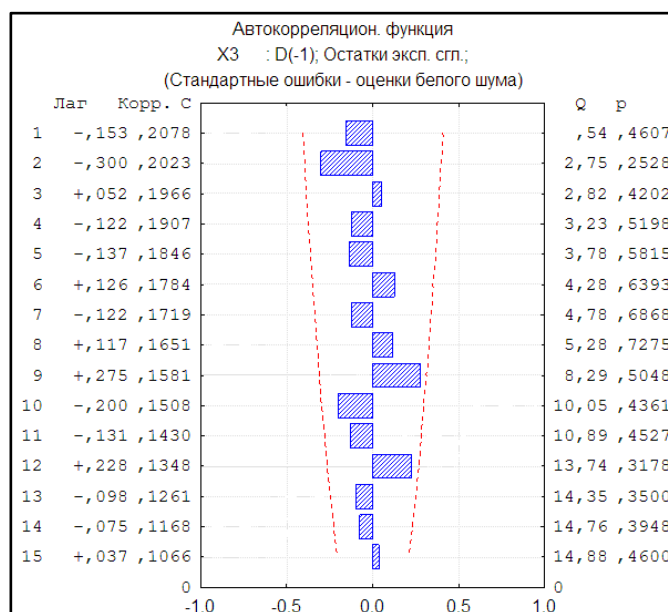


Рис. 3. Автокорреляционная функция

Построим прогноз признака ИРЧП по данной модели на 2015 год. Он составит  $x_1=0,796\%$ . Доверительный интервал представляет собой значения от 0,681 до 0,911.

В таблице 2 представлены значения ошибок по данной модели. Стоит отметить, что значения ошибок вписываются в рамки нормальных значений для данного показателя.

**Таблица 2**

Значения ошибок для модели ряда признака «ИРЧП»

Наименование	Значение
CO	0,0009
CAO	0,0229
Суммы квадратов	0,0157
Средний квадрат	0,0008
COO	126,76
CAOO	24,42

Аналогичные исследования проводим для факторного признака "уровень безработицы". График динамики уровня безработицы изображен на рисунке 4

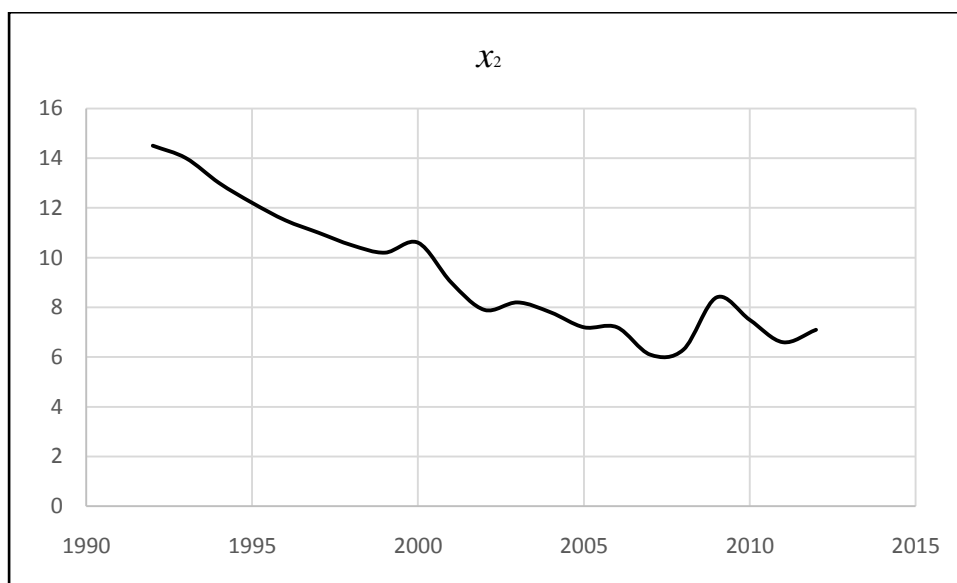


Рис. 4. Динамика уровня безработицы (1992-2012гг., %)

На основе графика, АКФ, ЧАКФ, приходим к выводу, что ряд неоднороден, дисперсия вариативна и изменяется от наблюдения к наблюдению, присутствует тенденция, циклическая компонента отсутствует.

После построения ряда моделей в пакете STATISTICA, который сводится к поиску параметров по сетке, выявили самую адекватную модель с параметрами  $\alpha=0,7$  и  $\gamma=0,1$ . Построив гистограмму распределения остатков, вероятностный график остатков, АКФ

приходим к выводу, что на полученная модель достаточно адекватна для построения прогноза.

Прогноз показателя «Уровень безработицы» на 2015 год составит  $x_2=6,175\%$ . Доверительный интервал прогноза представляет собой значения от 5,535 до 6,815.

Далее представлена таблица со значениями ошибок по данной модели (таблица 3).

**Таблица 3**

Значения ошибок модели для признака «Уровень безработицы»

Наименование	Значение
CO	0,083
CAO	0,55
Суммы квадратов	12,84
Средний квадрат	0,611
COO	1,21
CAOO	6,47

Используя полученные прогнозы признаков «ИРЧП» и «Уровень безработицы», а также модель множественной регрессии описывающей зависимость признака «Уровень преступности» от факторных признаков «ИРЧП» и «Уровень безработицы» можно получить прогноз на 2015 год, он составит  $y_1 = 2\ 720\ 193$ . Прогнозы для факторных признаков и результирующего показателя «Уровень преступности» представлены в таблице 4.

**Таблица 4**

Итоговая таблица прогнозов

Год	$\hat{y}$	$x_1$	$x_2$	$y_1$
2015	2 516 960	0,796	6,175	2 720 193

Разница между прогнозными значениями показателя «Уровень преступности», полученными с помощью факторного анализа и при помощи временных рядов, невелика и данное отклонение можно считать нормальным, т.к. данные значения попадают в доверительные интервалы.

Таким образом, анализ временных рядов позволяет сделать выводы о наличии сезонной, циклической и случайных компонент у исследуемого признака, откорректировать ряд в случае его нестационарности, а также построить адекватную модель временного ряда для прогнозирования.

Исследование уровня преступности в других странах, рассмотренных в работе [6] требует дополнительных исследований, подробное описание которых предполагается изложить в следующих работах по предложенной теме.

Сделанные на основании полученных результатов исследований выводы имеют определенный социально-экономический интерес и могут быть использованы при изучении уровня преступности, описываемой предложенными моделями.

### Литература

1. Айвазян, С.А. Эконометрика. / С. А. Айвазян, С. С. Иванова. – М.: Маркет ДС, 2007. – 104 с.
  2. Голодная Н.Ю., Одияко Н.Н. Применение аддитивной и мультипликативной моделей прогнозирования // Экономика и предпринимательство. – 2013. – №12. – Ч.1. – С.667-674.
  3. Волгина О.А. К вопросу развития рынка молочной продукции в Приморском крае// Фундаментальные исследования. – 2015. – Т.12. – С.112-116.
  4. Косарев В.Н. Современная криминология о причинах и условиях преступности. // Современное право. – 2009. – № 8. – С. 89-91.
  5. Кремер, Н. Ш. Эконометрика. / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко. – 2-е изд., стереотип. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 311 с.
  6. Кучерова С.В., Потехина А.В. Применение факторного анализа для исследования преступности на основе социально-экономических показателей // Наукovedение. – 2014. – Т2. – С. 1-6.
  7. Орлов, А.И. Эконометрика. 4-е изд., доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 572 с.
- 
1. Ajvazjan, S.A. Jekonometrika. M.: Market DS, 2007. p.104.
  2. Golodnaja N.Ju., Odijako N.N. Primenenie additivnoj i mul'tiplikativnoj modelej prognozirovaniya. Jekonomika i predprinimatel'stvo. 2013. no.12. Vol. 1. pp. 667-674.
  3. Volgina O.A. K voprosu razvitija rynka molochnoj produkcii v Primorskom krae// Fundamental'nye issledovaniya. 2015. Vol.12. pp.112-116.
  4. Kosarev V.N. Sovremennaja kriminologija o prichinah i uslovijah prestupnosti. Sovremennoe pravo. 2009. no. 8. pp. 89-91.
  5. Kremer, N. Sh. Jekonometrika. / N. Sh. Kremer, B. A. Putko. – 2-e izd., stereotip. M.: JuNITI-DANA, 2008. p. 311.
  6. Kucherova S.V., Potehina A.V. Primenenie faktornogo analiza dlja issledovaniya prestupnosti na osnove social'no-jekonomicheskikh pokazatelej. Naukovedenie. 2014. Vol.2. pp. 1-6.
  7. Orlov, A.I. Jekonometrika. 4-e izd., dop. i pererab. Rostov n/D: Feniks, 2009. p.572.

Рецензенты: Солодухин Константин Сергеевич, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры математики и моделирования, ФГБОУ «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, Россия.

Ембулаев Владимир Николаевич, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры математики и моделирования, ФГБОУ «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, Россия.