

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПРЕСТУПНОСТИ В РОССИИ

Жаров А.А.,

Березниковский филиал ФГБОУ ВПО

Пермский национальный исследовательский политехнический университета,

seabreeze876@gmail.com

Лыскова В.Э.,

Березниковский филиал ФГБОУ ВПО

Пермский национальный исследовательский политехнический университета,

Nancy_94@mail.ru

Аннотация. Показана актуальность исследования уровня преступности в зависимости от различных социально-экономических факторов. Выбраны факторы, влияющие на преступность. Построена линейная многофакторная модель зависимости уровня преступности от количества выпускников профессиональных среднеобразовательных учреждений, уровня безработицы и миграционного прироста. Выявлены тенденции развития факторов, произведен их прогноз. На основании прогноза факторов получен прогноз уровня преступности. Составлены рекомендации для снижения преступности в стране.

Ключевые слова: преступность, безработица, миграция, модель, факторы.

DECISION-MAKING SUPPORT TO REDUCE CRIME IN RUSSIA

Zharov A.A., Lyskova V.E.,

Berezniki branch VPO Perm National Research Polytechnic University

Abstract. It was dealt with actuality of research in crime according to the different socio-economic factors. Factors affecting the crime were selected. A linear multi factor model of crime based on the number graduates of vocational secondary educational institutions, unemployment and migration was constructed. Trends extension of factors were found, their forecast was made. The forecast of crime rate based on a forecast factors was received. Recommendations to reduce crime in the country were drawn up.

Keywords: criminality, unemployment, migration, model, factor.

За последние 20 лет Россия занимает лидирующие позиции среди Европейских стран по количеству преступлений. По данным УНП ООН за 2012 год количество умышленных убийств на 100 тыс. человек в России составляет 9.2, что почти в 3 раза превосходит средний европейский показатель – 3.5[1].

Фактически, такой высокий уровень преступности мешает нормальному развитию и функционированию практически всех социальных институтов, сводит на нет мероприятия, направленные на реформирование государства и улучшение социально-экономической ситуации, в конце концов, превращает в потенциальную жертву все население страны.

По словам Министра внутренних дел РФ, снижение уровня, а также профилактика преступности является приоритетным направлением деятельности МВД [3]. Поэтому исследование и прогнозирование

уровня преступности, выявление возможностей для его снижения становится актуальной задачей.

В криминологическом прогнозировании традиционно для контроля уровня преступности применяется метод экспертной оценки факторов, влияющих на преступность [4]. Он заключается в обобщении мнений специалистов, базирующихся на их профессиональном мастерстве, интуиции, научном и практическом опыте в области борьбы с преступностью. Прогнозирование с помощью экспертной оценки позволяет принимать решения, ведущие к наибольшему снижению уровня преступности. Недостатком данного метода является то, что он основан на анализе интуитивных суждений.

В настоящей работе для прогнозирования уровня преступности будет использована экстраполяция математической модели, полученной путем анализа уровней преступности в прошлом. Данный вид про-

гнозирования отличается тем, что позволяет получить количественный прогноз, в чем и состоит его преимущество перед экспертными оценками.

Динамика уровня преступности является примером социально-экономических систем, для моделирования которых традиционно применяются такие математические модели, как линейные многофакторные модели (ЛММ, линейная зависимость между факторами и критерием), тренды (ТМ), авторегрессионные (АВРМ, критерий зависит от своих предыдущих состояний), модели в пространстве состояний (МПС) [5].

Из перечисленных - факторные ЛММ и МПС, поэтому они являются наиболее подходящими для нашей задачи моделирования [6].

Прогнозирование по модели предполагает выбор факторов, напрямую или косвенно влияющих на критерий, выбор вида модели, построение модели, проверку на возможность прогнозирования, определение горизонта прогнозирования и экстраполяцию построенной модели.

Правоохранительные органы, осуществляющие контроль за преступностью, основными факторами выделяют экономическую нестабильность и низкий материальный уровень некоторых категорий населения [2], однако количественно определить данные факторы не представляется возможным.

Из числа доступных временных рядов выберем управляемые (миграционный прирост населения) и неуправляемые (количество выпускников средних профессиональных образовательных учреждений, количество безработных) факторы. Выбор факторов соответствует здравому смыслу, так как большая часть преступлений совершаются людьми без адекватного образования и трудоустройства [7], а также выходцами из ближнего зарубежья.

Перейдем к выбору вида и построению модели уровня преступности. В качестве критерия выбрано количество преступлений в тысячах. Официальная статистика о преступлениях по годам доступна на сайте Федеральной службы государственной статистики [8].

Таблица 1

Критерий и факторы

	Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
$y_{исх}(t)$	Количество преступлений (тыс. преступлений)	2952	2968	2526	2756	2894	3555	3855
$x_1(t)$	Выпускники ср профуч (тыс. чел.)	579	601	579	701	703	784	790
$x_2(t)$	Безработные (тыс. чел)	7700	6424	5698	5934	5666	5242	5250
$x_3(t)$	Миграционный прирост (чел.)	241755	81781	87149	43884	41275	107432	132319

	Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$y_{исх}(t)$	Количество преступлений (тыс. преступлений)	3583	3210	2995	2629	2405	2302
$x_1(t)$	Выпускники ср профуч (тыс. чел.)	699	671	631	572	518	486
$x_2(t)$	Безработные (тыс. чел.)	4519	4697	6284	5544	4922	4131
$x_3(t)$	Миграционный прирост (чел.)	239943	242106	247449	158078	319761	294930

Для исключения влияния размерности данных нормируем их по формуле

$$\tilde{x}_i(t) = \frac{x_i - \min_t(x_i(t))}{\max_t(x_i(t)) - \min_t(x_i(t))},$$

где x_i – элемент временного ряда;

$\min_t(x_i(t))$ – минимальное значение элемента временного ряда,

$\max_t(x_i(t))$ – максимальное значение элемента временного ряда.

Проведем анализ парной корреляции факторов. Данный анализ нужен для установления факта зависимости факторов друг от друга. Формула корреляции: [10]

$$r_{xy} = \frac{\sum ((x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y}))}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}},$$

где \bar{x} – среднее значение фактора, \bar{y} – среднее значение критерия.

Факторы с высокой абсолютной величиной коэффициента парной корреляции подлежат исключению из модели.

Коэффициенты корреляции для выбранных факторов составляют - 0,03 для x_1 и x_2 ; - 0,52 для x_1 и x_3 ; - 0,29 для x_2 и x_3 , что вполне допустимо.

Построим линейную многофакторную модель уровня преступности, рассчитав коэффициенты модель методом наименьших квадратов (минимизируем квадрат разности статистических данных и расчетных):

$$\tilde{y}_{расч}(t) = a_0 + \sum a_i \tilde{x}_i(t)$$

$$S = \sum (\tilde{y}_{исх}(t) - \tilde{y}_{расч}(t))^2 \rightarrow \min,$$

где a_0 – независимый коэффициент, a_i – коэффициенты влияния i -х факторов $\tilde{x}_i(t)$ в момент времени (номер года) t на значение критерия.

Минимизацию произведем мастером «Поиск решения» *MSExcел*. В результате получены следующие коэффициенты ЛММ модели: $a_0 = -0,344$; $a_1 = 1,07$; $a_2 = -0,148$; $a_3 = 0,376$. Квадратичная погрешность аппроксимации авторегрессионной модели $S = 0,15$.

Из рисунка видно, что модель неплохо аппроксимирует данные и ее можно использовать для проведения прогноза.

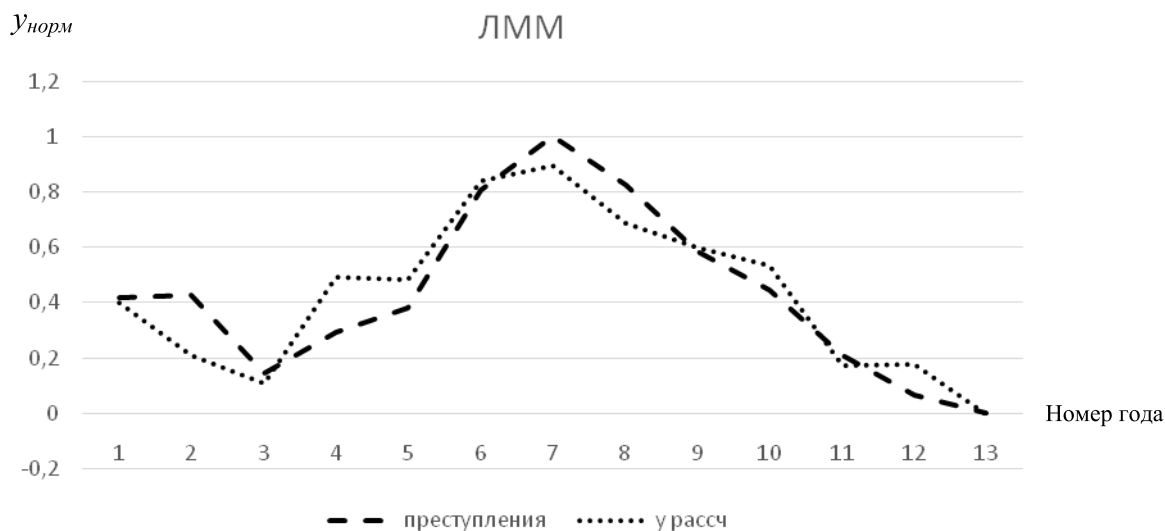


Рис. 1 Аппроксимация статистических данных линейной многофакторной модели

Проверим возможность использования других распространенных моделей.

Построим авторегрессионную модель вида

$$\tilde{y}_{расч}(t_i) = a_0 + \sum a_j \tilde{y}_{расч}(t_{i-j}),$$

где a_0 – независимый коэффициент, a_j – коэффициенты влияния критериев y в моменты времени t_{i-j} на критерий в момент времени t_i .

Найдем коэффициенты модели 3го порядка с помощью мастера «Поиск решений» *MSExcel*. Они составили $a_0 = 0,47$; $a_1 = -0,168$; $a_2 = -0,173$; $a_3 = 0,295$. Квадратичная погрешность аппроксимации составила 1,08, что намного хуже, чем у ЛММ. Это не позволяет использовать ее для прогнозирования.

Аналогичным образом построим модель в пространстве состояний (МПС) вида

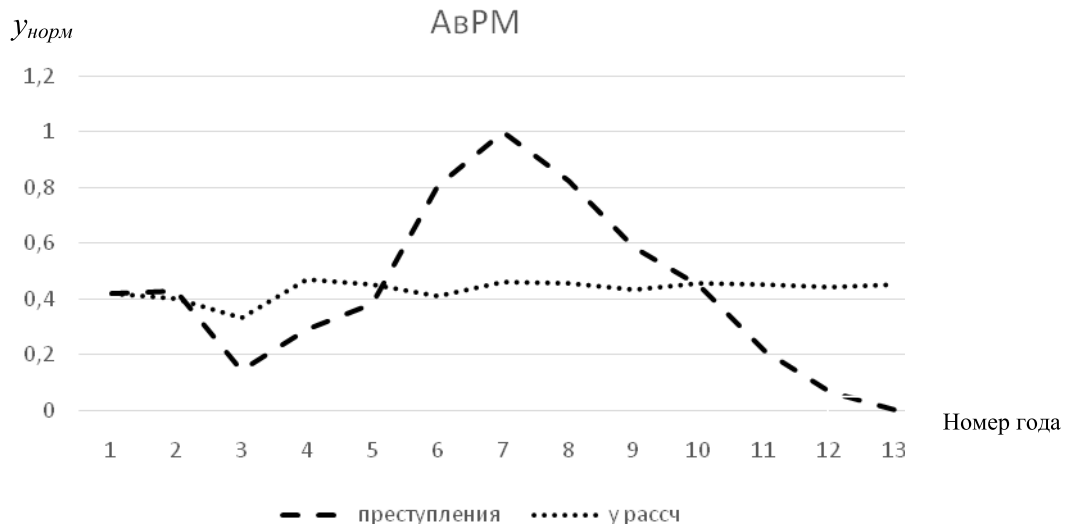


Рис. 2. Аппроксимация статистических данных авторегрессионной моделью

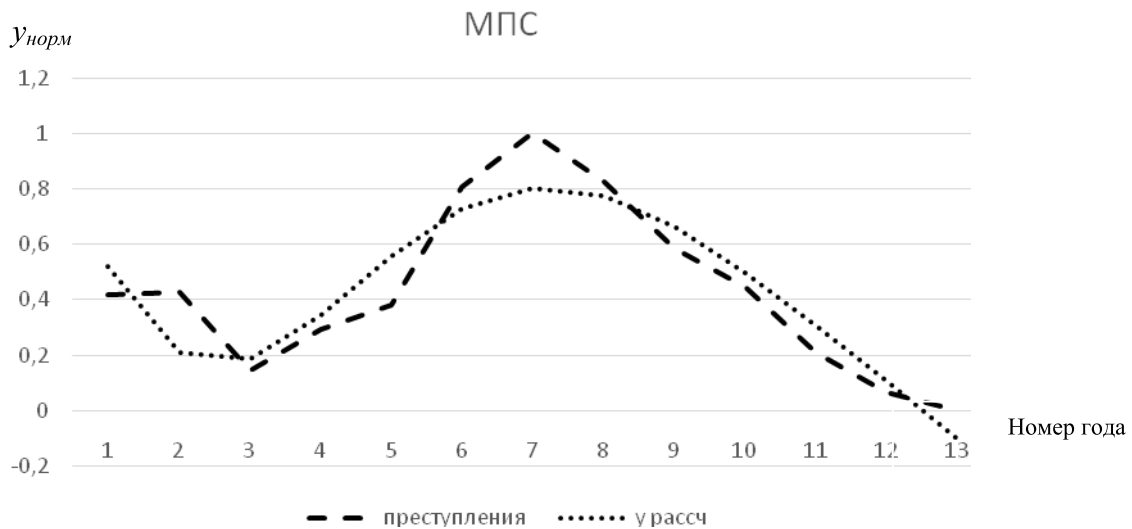


Рис. 3. Аппроксимация статистических данных моделью в пространстве состояний

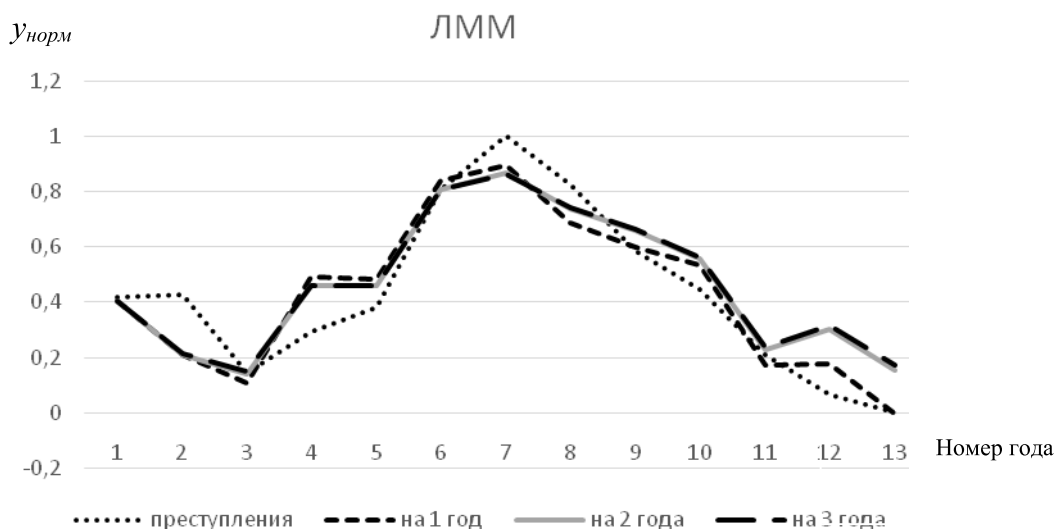


Рис. 4. Постпрогноз линейной многофакторной модели

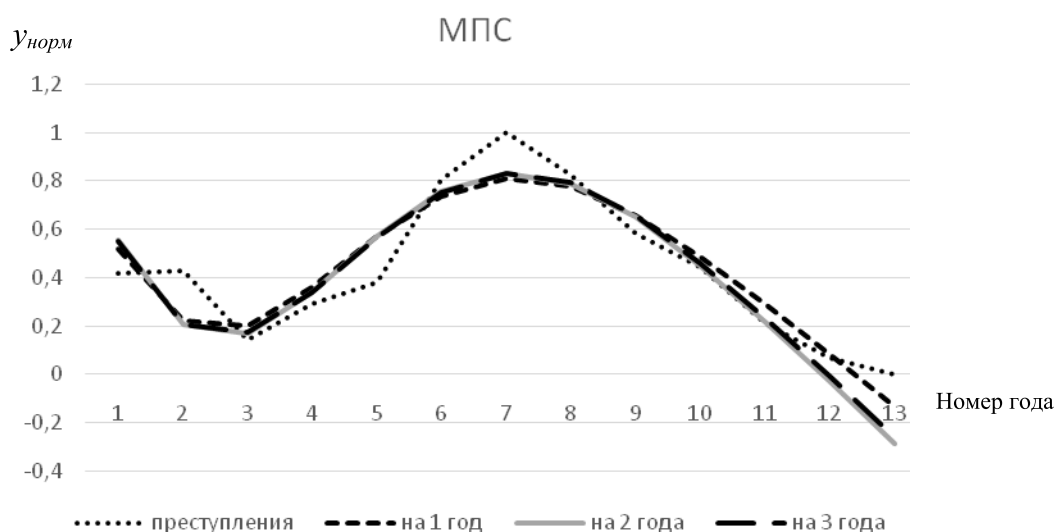


Рис. 5. Постпрогноз модели в пространстве состояний

$$\begin{cases} \bar{x}(t_i) = A + B \cdot \bar{x}(t_{i-1}) \\ \bar{y}(t_i) = C + D \cdot \bar{x}(t_i) \end{cases} \quad \begin{pmatrix} 0,205 \\ -0,18 \\ 0,262 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0,833 & 0,171 & -0,491 \\ 0,262 & 0,817 & 0,087 \\ 0,147 & -0,682 & 0,92 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1,13 \\ 0,328 \\ 0,468 \end{pmatrix}, -0,491.$$

Как и при построении предыдущих моделей найдем с помощью «Поиска решений» коэффициенты модели. Матрицы A , B , D и коэффициент C равны соответственно

Как видно из рисунка, модель сравнительно неплохо аппроксимирует статистические данные. Квадратичная погрешность аппроксимации $S = 0,17$, что не сильно отличается от погрешности ЛММ.

Целью данной работы является поддержка принятия решений по уменьшению преступности в будущем, поэтому нас интересуют прогнозные свойства полученных моделей. Для проверки возможностей прогнозирования применим широко используемый метод постпрогноза, заключающийся в расчете реакции системы по модели при известных рядах факторов на протяжении нескольких последних лет. Увеличение интервала постпрогноза позволяет определить также горизонт прогнозирования [9].

Для моделей с низкой квадратичной погрешностью аппроксимации (ЛММ и МПС) произведем расчет постпрогноза на 1, 2 и 3 года.

Получена следующая погрешность постпрогноза разных моделей в зависимости от интервала.

Таблица 2

Погрешность постпрогноза

Модель	Постпрогноз на 1 год	На 2	На 3
ЛММ	9%	15%	17%
МПС	13%	27%	25%

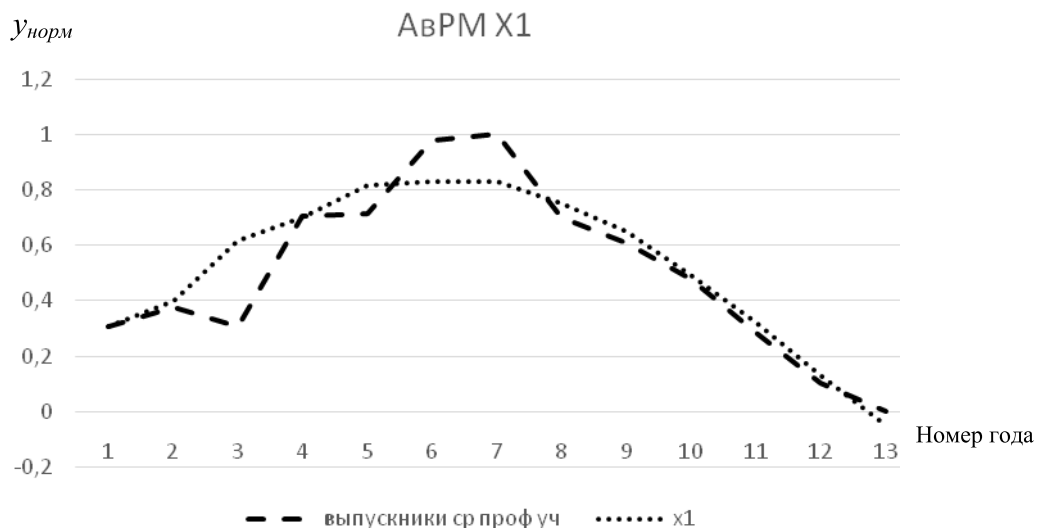
Как видно из таблицы ЛММ модель имеет наименьшую погрешность постпрогноза, что позволяет выбрать именно ее для дальнейшей работы.

Исследуем зависимость поведения системы от изменения неуправляемых факторов: количество выпускников средних профессиональных образовательных учреждений и количество безработных. Горизонт прогнозирования выберем равным 3 года. Тенденции развития этих факторов определим, сравнивая в пределах горизонта прогнозирования ряд значений фактора и его приближения линейной $x(t) = a + b \cdot t$ и квадратичной $x(t) = a + bt + ct^2$ моделями, а также АвРМ 1, 2 и 3 порядков. Для полученных моделей определим квадратичную погрешность аппроксимации, чтобы выбрать наиболее подходящие для прогноза модели.

Таблица 3

Квадратичные погрешности аппроксимации

	x_1	x_2	x_3
Линейная модель	1,050	0,405	0,830
Квадратичная модель	4,480	2,850	4,310
АвРМ 1 порядок	1,100	0,267	1,340
АвРМ 2 порядок	1,000	0,260	1,290
АвРМ 3 порядок	0,168	0,246	0,571

Рис. 6. Аппроксимация фактора x_1 авторегрессионной моделью 3-го порядка

Из таблицы видно, что наилучшая аппроксимация факторов у АвРМ 3го порядка. Получившиеся коэффициенты для этой модели: $a_0 = 0,023$, $a_1 = 1,22$, $a_2 = 0,346$, $a_3 = -0,704$ для x_1 , $a_0 = 0,029$, $a_1 = 0,604$, $a_2 = 0,027$, $a_3 = 0,152$ для x_2 . Для фактора x_3 все аппроксимации имеют высокую погрешность, поэтому будем

использовать последнее значение фактора (за 2012 год).

Используя найденные тенденции развития неуправляемых факторов, спрогнозируем уровень преступности при условии небольшого изменения тенденций ($\pm 5\%$).

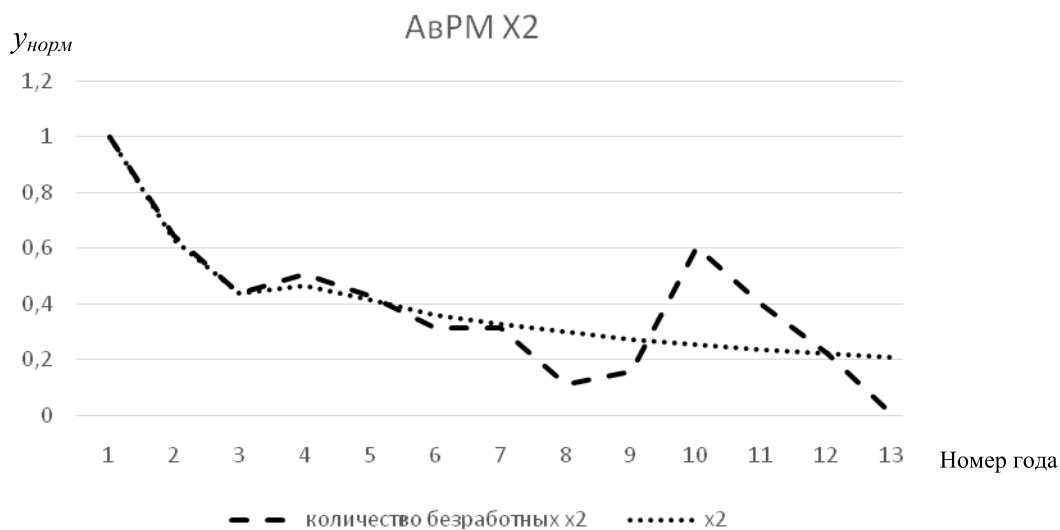


Рис. 7. Аппроксимация фактора x_2 авторегрессионной моделью 3-го порядка

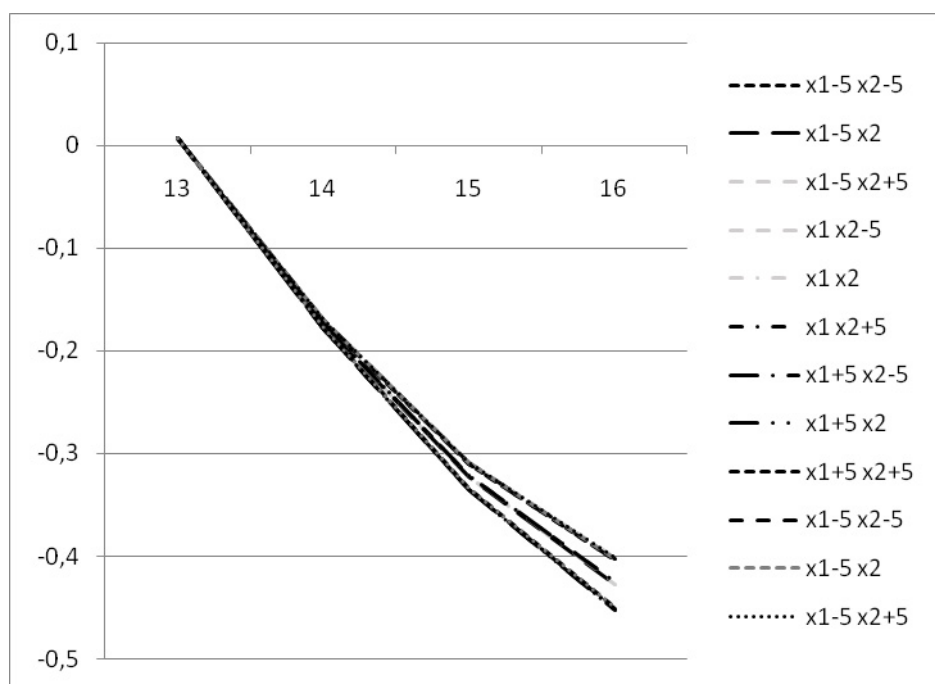


Рис. 8. Прогноз критериев при малых изменениях факторов

Таблица 4

Прогноз критерия при малых изменениях неупр. факторов

	$x_i - 5\%$	x_i	$x_i + 5\%$
$x_2 - 5\%$	-0,404	-0,428	-0,452
x_2	-0,403	-0,427	-0,451
$x_2 + 5\%$	-0,401	-0,425	-0,450

При любом развитии неуправляемых факторов уровень преступности снижается. Наименьшее снижение наблюдается в сочетании факторов $X_1 - 5\%$, $X_2 + 5\%$, при котором снижение меньше на 6,1%.

Исследуем возможность компенсации негативного влияния неуправляемых факторов путем изменения управляемого фактора X_3 (миграционный прирост). Изменяя фактор X_3 на $\pm 5\%$, получим прогноз развития системы на 3 года вследствие решения ЛПП.

Таблица 5

Прогноз критерия при решениях ЛПП

	$X_3 - 5\%$	X_3	$X_3 + 5\%$
Реакция	-0,382	-0,401	-0,42

Наилучшим результатом изменения управляемого фактора является $X_3 + 5\%$, что приводит к значению критерия -0,42. Он на 4,7% лучше, чем в худшем варианте развития системы без управления. Однако это значение меньше, чем процент снижения критерия при негативном сочетании неуправляемых факторов, следовательно, ЛПП не имеет достаточных ресурсов управления для компенсации их влияния.

При развитии факторов в соответствии с найденными тенденциями уровень преступности будет падать. Увеличение количества безработных и уменьшение числа выпускников средних профессиональных образовательных учреждений может привести к замедлению его падения. Однако понизив уровень миграционного прироста ЛПП может увеличить скорость его спада.

Список литературы

1. Список стран по уровню умышленных убийств [электронный ресурс] – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_уровню_умышленных_убийств
2. Причины преступности в современной России [электронный ресурс] – режим доступа: <http://psyera.ru/6125/prichiny-prestupnosti-v-sovremennoy-rossii>
3. По поручению Главы государства Руководитель Администрации Президента приняла участие в заседании коллегии МВД ПМР [электронный ресурс] – режим доступа: <http://president.gospmr.ru/ru/news/po-porucheniyu-glavy-gosudarstva-rukovoditel-administracii-prezidenta-prinyala-uchastie-v>
4. Криминологическое прогнозирование [электронный ресурс] – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Криминологическое_прогнозирование
5. Моделирование систем [электронный ресурс] - режим доступа: http://www.e-biblio.ru/book/bib/01_informatika/Modelirovanie_system/158.1.5.html
6. И М Напсо Моделирование социально-экономических систем.
7. Проблема преступности [электронный ресурс] – режим доступа: http://www.globaltrouble.ru/drugie_globalnye_problemy/problema_prestupnosti.html
8. Федеральная служба государственной статистики [электронный ресурс] – режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/infraction/#
9. Сиротина Н.А., Янченко Т.В., Затонский А.В. Об аппроксимации факторов дифференциальной модели социально-экономической системы.
10. Формула коэффициента корреляции Пирсона [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://statpsy.ru/pearson/formula-pirsona/>