

# PRÁCE MLADÝCH SOCIOLOGŮ

УДК 51-77:004.942

## ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПРЕСТУПНОСТИ В РОССИИ

А. А. Жаров,  
В. Э. Лыскова

*Магистранты,  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет,  
Березниковский филиал,  
г. Пермь, Россия*

## THE DECISION SUPPORT OF REDUCING OF A CRIME IN RUSSIA

A. A. Zharov,  
V. E. Lyskova

*Undergraduate students,  
Perm National Research  
Polytechnic University, Berezniki branch,  
Perm, Russia*

---

**Abstract.** The article shows the relevance of research in crime depended of various socio-economic factors. Factors affects to the crime are selected. Multivariate linear model of dependence of the crime level from the number of graduates of vocational secondary education institutions, unemployment and migration growth was built. Trends of the factors are recognized and used for their prediction. The resulting forecast of the level of crime was made based on forecasted factors. Recommendations to reduce crime in the country are formulated.

**Keywords:** crime; model; prediction; decision support.

---

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 приоритет-

ным 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 уровня преступности в прошлом. Данный вид прогнозирования 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, определе-

ние 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 српрофуч (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.)	2417 55	8178 1	8714 9	4388 4	4127 5	1074 32	1323 19



	Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$y_{исх}(t)$	Количество преступлений (тыс. преступлений)	3583	3210	2995	2629	2405	2302
$x_1(t)$	Выпускники српрофуч (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.)	23994 3	24210 6	24744 9	15807 8	31976 1	29493 0

Для исключения влияния размерности данных нормируем их по формуле

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

$x_i$  – 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 новления факта зависимости факторов факторов. Данный анализ нужен для уста- друг от друга. Формула корреляции [9]:

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

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» *MSExcel*. 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  $S = 0,15$ .

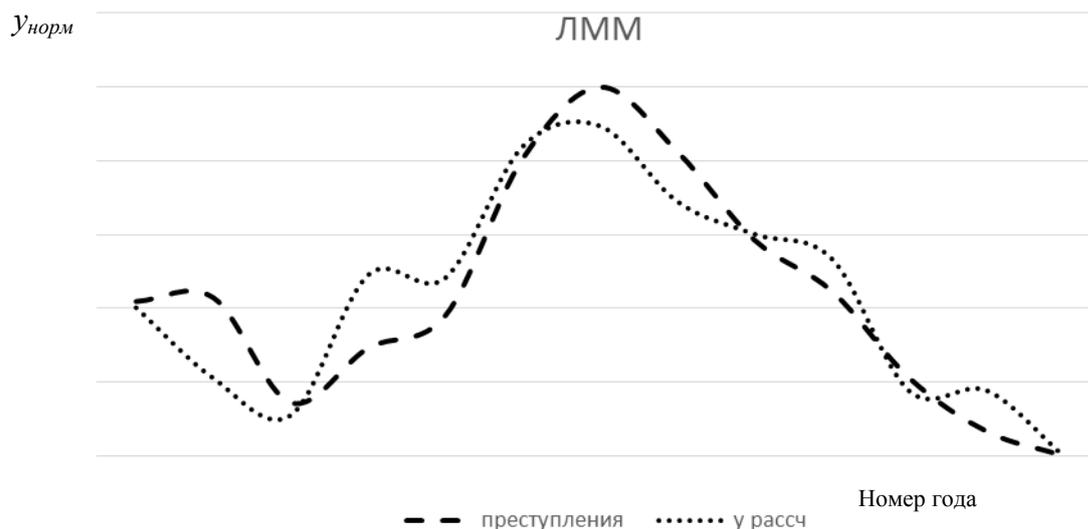


Рис. 1 – Аппроксимация статистических данных линейной многофакторной модели

Из рис. 1 видно, что модель неплохо аппроксимирует данные и ее можно использовать для проведения прогноза.

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 3-го порядка с помощью мастера «Поиск ре-

шений» *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.

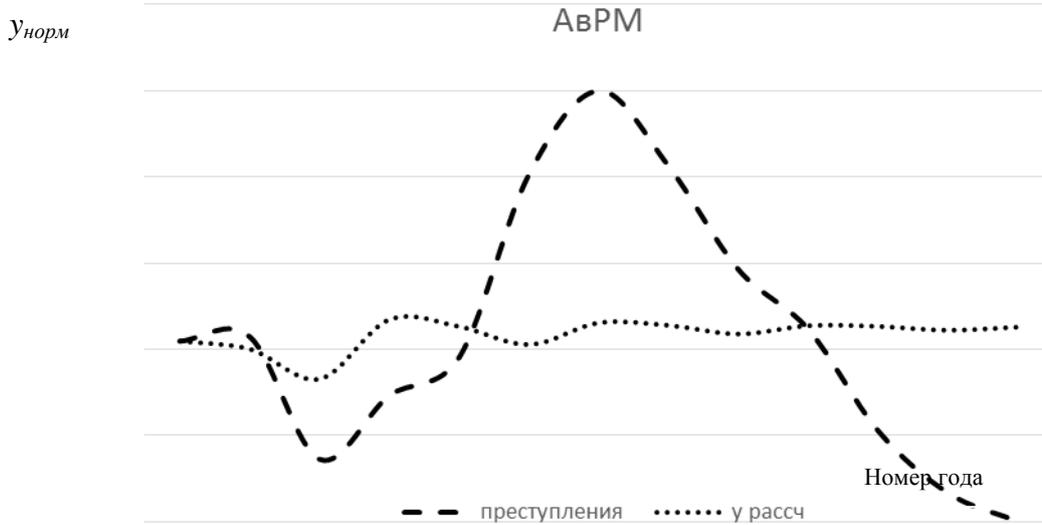


Рис. 2 – Аппроксимация статистических данных авторегрессионной моделью

Аналогичным образом построим модель в пространстве состояний (МПС) вида

$$\begin{cases} \vec{x}(t_i) = A + B \cdot \vec{x}(t_{i-1}) \\ \tilde{y}(t_i) = C + D \cdot \vec{x}(t_i) \end{cases}$$

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

$$\begin{pmatrix} 0,205 \\ -0,18 \\ 0,262 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0,833 & 0,171 & -0,491 \\ 0,262 & 0,817 & 0,087 \\ 0,147 & -0,682 & 0,92 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1,13 \\ 0,328 \\ 0,468 \end{pmatrix}, -0,491.$$

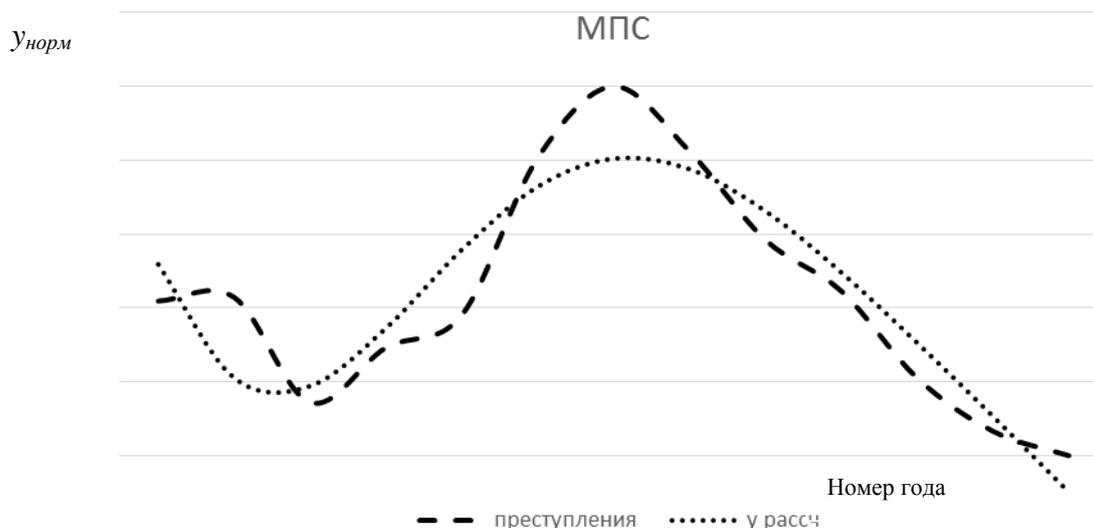


Рис. 3 – Аппроксимация статистических данных моделью в пространстве состояний

Как видно из рис. 3, 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 [Ошибка! Незвестный аргумент ключа.].

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

Получена следующая погрешность постпрогноза разных моделей в зависимости от интервала.

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.

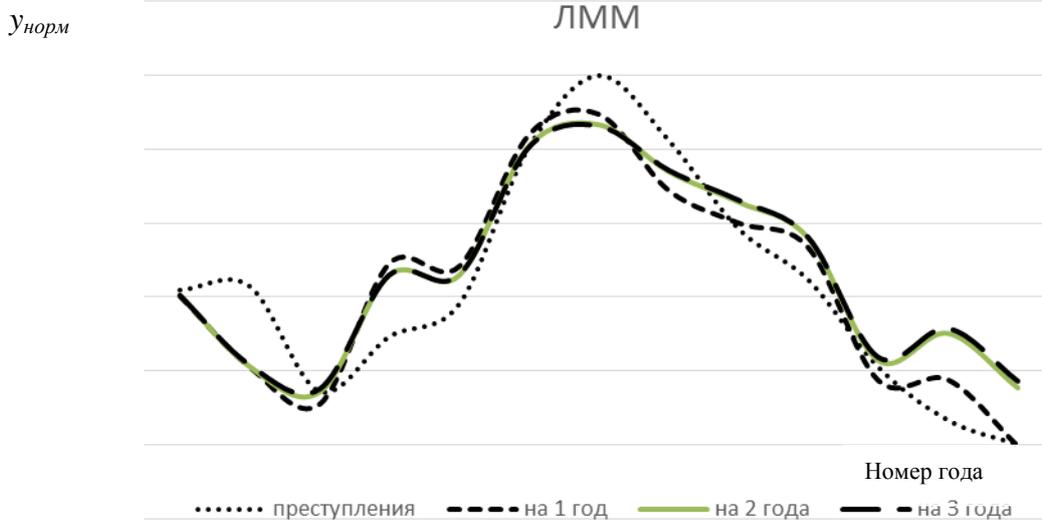


Рис. 4 – Постпрогнозная линейной многофакторной модели

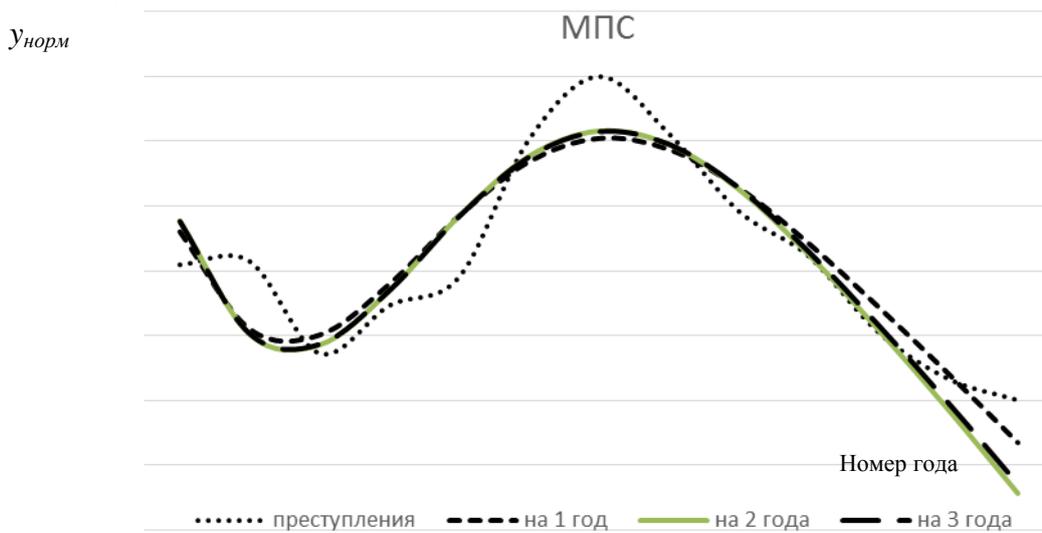


Рис. 5 – Постпрогноз модели в пространстве состояний

Таблица 2

Погрешность постпрогноза

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



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

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).

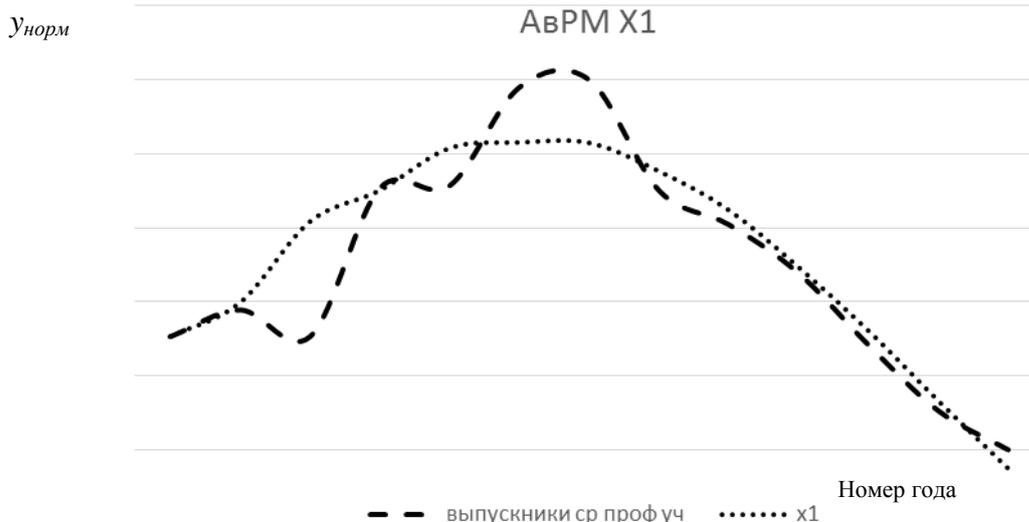


Рис. 6 – Аппроксимация фактора  $x_1$  авторегрессионной моделью 3-го порядка

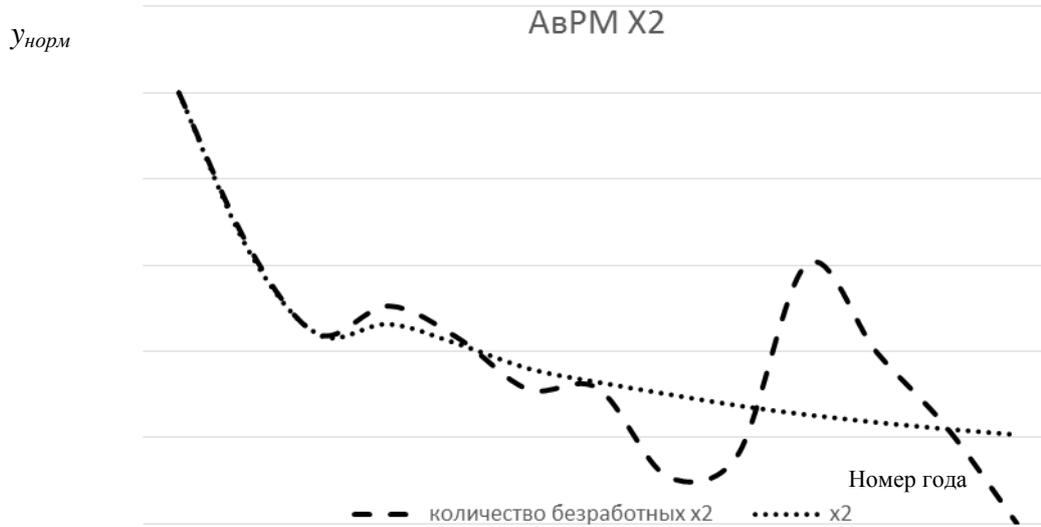


Рис. 7– Аппроксимация фактора  $x_2$  авторегрессионной моделью 3-го порядка

Таблица 4

**Прогноз критерия при малых изменениях неупр. факторов**

	$x_1 - 5\%$	$x_1$	$x_1 + 5\%$
$x_2 - 5\%$	-0,404	-0,428	-0,452
$x_2$	-0,403	-0,427	-0,451
$x_2 + 5\%$	-0,401	-0,425	-0,450

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

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). Из-

меняя фактор  $X_3$  на  $\pm 5\%$  получим прогноз развития системы на 3 года вследствие решения ЛПР. Наилучшим результатом изменения управляемого фактора является  $X_3 + 5\%$ , что приводит к значению критерия -0,42. Он на 4,7% лучше, чем в наихудшем варианте развития системы без управления. Однако это значение меньше, чем процент снижения критерия при негативном сочетании неуправляемых факторов, следовательно, ЛПР не имеет достаточных ресурсов управления для компенсации их влияния.

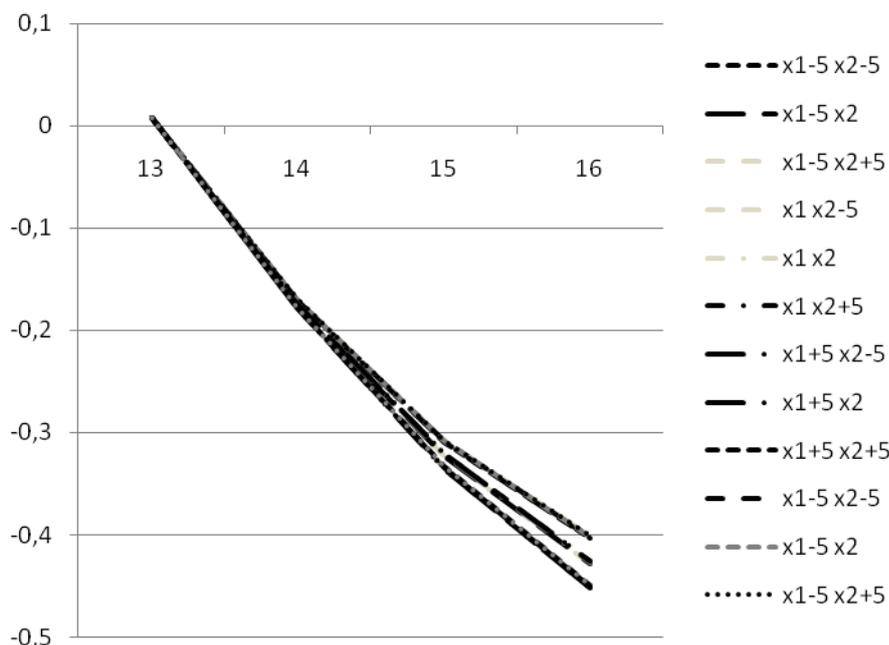


Рис. 8– Прогноз критериев при малых изменениях факторов

Таблица 5

Прогноз критерия при решениях ЛПР

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

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, ЛПР может увеличить скорость его спада.

Библиографический список

1. Список стран по уровню умышленных убийств. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_уровню\\_умышленных\\_убийств](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_уровню_умышленных_убийств)
2. Причины преступности в современной России [электронный ресурс] –

URL:<http://psyera.ru/6125/prichiny-prestupnosti-v-sovremennoy-rossii>

3. По поручению Главы государства Руководитель Администрации Президента приняла участие в заседании коллегии МВД ПМП [электронный ресурс] – URL:<http://president.gospmr.ru/ru/news/poporucheniyu-glavy-gosudarstva-rukovoditel-administracii-prezidenta-prinyala-uchastie-v>
4. Криминологическое прогнозирование [электронный ресурс] – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Криминологическое\\_прогнозирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Криминологическое_прогнозирование)
5. Моделирование систем [электронный ресурс] - URL:[http://www.e-biblio.ru/book/bib/01\\_informatika/Modelirovanie\\_system/158.1.5.html](http://www.e-biblio.ru/book/bib/01_informatika/Modelirovanie_system/158.1.5.html)
6. Напса И. М. Моделирование социально-экономических систем.
7. Проблема преступности [электронный ресурс] – URL:



- [http://www.globaltrouble.ru/drugie\\_global\\_nye\\_problemy/problema\\_prestupnosti.html](http://www.globaltrouble.ru/drugie_global_nye_problemy/problema_prestupnosti.html)
8. Федеральная служба государственной статистики [электронный ресурс] – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/infraction/#](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 // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). – 2012. – № 11 (19). – С. 6.
  10. Формула коэффициента корреляции Пирсона [Электронный ресурс] – URL: <http://statpsy.ru/pearson/formula-pirsona/>
  11. Затонский А. В. Выбор вида модели для прогнозирования развития экономических систем // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2012. – № 1 (7). – С. 37–41.
  3. По поручению Главы государства Руководитель Администрации Президента принял участие в заседании коллегии МВД РМР [электронный ресурс] – URL: <http://president.gospmr.ru/ru/news/po-porucheniyu-glavy-gosudarstva-rukovoditel-administracii-prezidenta-prinyala-uchastie-v>
  4. Kriminologicheskoe prognozirovanie [электронный ресурс] – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Kriminologicheskoe\\_prognozirovanie](https://ru.wikipedia.org/wiki/Kriminologicheskoe_prognozirovanie)
  5. Modelirovanie sistem [электронный ресурс] – URL: [http://www.e-biblio.ru/book/bib/01\\_informatika/Modelirovanie\\_sistem/158.1.5.html](http://www.e-biblio.ru/book/bib/01_informatika/Modelirovanie_sistem/158.1.5.html)
  6. Napso I. M. Modelirovanie sotsialno-ekonomicheskikh sistem.
  7. Problema prestupnosti [электронный ресурс] – URL: [http://www.globaltrouble.ru/drugie\\_global\\_nye\\_problemy/problema\\_prestupnosti.html](http://www.globaltrouble.ru/drugie_global_nye_problemy/problema_prestupnosti.html)
  8. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [электронный ресурс] – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/infraction/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/infraction/#)
  9. Sirotnina N. A., Yanchenko T. V., Zatonskiy A. V. Ob approksimatsii faktorov differentsialnoy modeli sotsialno-ekonomicheskoy sistemy // Sovremennyye issledovaniya sotsialnykh problem (электронный научный журнал). – 2012. – № 11 (19). – С. 6.
  10. Formula koeffitsienta korrelyatsii Pirsona [Электронный ресурс] – URL: <http://statpsy.ru/pearson/formula-pirsona/>

#### Bibliograficheskiy spisok

1. Spisok stran po urovnyu umyishlennykh ubiystv. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Spisok\\_stran\\_po\\_urovnyu\\_umyishlennykh\\_ubiystv](https://ru.wikipedia.org/wiki/Spisok_stran_po_urovnyu_umyishlennykh_ubiystv)
2. Prichiny prestupnosti v sovremennoy Rossii [электронный ресурс] – URL: <http://psyera.ru/6125/prichiny-prestupnosti-v-sovremennoy-rossii>

© Жаров А. А., Лыскова В. Э., 2016