

МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СИБИРСКИЙ ЮРИДИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

В.В. Молоков

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Монография

КРАСНОЯРСК 2004

УДК 519.7 + 681.513

ББК 22.18

М 75

Молоков В.В.

Информационные системы моделирования временных процессов : монография / В.В.Молоков. – Красноярск: Сибирский юридический институт МВД России, 2004. – С.121.

Рецензенты: главный научный сотрудник ИВМ СО РАН доктор технических наук, профессор заслуженный деятель науки РФ А.В. Лапко;

профессор кафедры системного анализа и исследования операций государственного аэрокосмического университета доктор технических наук, профессор Е.С. Семенкин

В монографии рассматриваются непараметрические модели временных зависимостей, основанные на методе двойного коллективного оценивания и их модификации. Приводятся результаты статистического моделирования и аналитических исследований их свойств. Обосновывается структура информационной системы, предназначенная для комплексного исследования временных процессов в сложных системах по данным коротких рядов наблюдений их параметров. Описываются результаты внедрения системы при решении задачи прогнозирования показателей преступности Красноярского края и оценке качества изделий.

Монография предназначена для специалистов в области информатики и проектирования автоматизированных систем обработки информации в промышленности, экономике, криминологии, экологии и медицине, а также будет полезной студентам и аспирантам соответствующих специальностей.

© Сибирский юридический институт МВД России, 2004
© В.В. Молоков, 2004

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 5 |
| ГЛАВА 1. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОЛЛЕКТИВНОГО ТИПА В ЗАДАЧЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ЗАВИ- СИМОСТЕЙ..... | 7 |
| 1.1. Классификация статистических моделей коллек- тивного типа | 7 |
| 1.2. Традиционные коллективы моделей..... | 9 |
| 1.3. Непараметрическая регрессия..... | 10 |
| 1.4. Статистические модели дерева регрессии..... | 10 |
| 1.5. Адаптивные сепарабельные модели | 12 |
| 1.6. Методика построения непараметрических коллек- тивов при оценивании стохастических зависимостей..... | 13 |
| 1.7. Применение принципа коллективного оценивания в задаче прогнозирования временных процессов | 15 |
| ГЛАВА 2. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВРЕМЕН- НЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ, ОСНОВАННЫЕ НА МЕТОДЕ ДВОЙ- НОГО КОЛЛЕКТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ..... | 18 |
| 2.1. Методика построения непараметрических моделей с позиций метода двойного коллективного оценивания..... | 18 |
| 2.2. Исследование асимптотических свойств непа- раметрических моделей коллективного типа | 21 |
| 2.3. Сравнение непараметрических моделей коллек- тивного типа | 26 |
| 2.4. Определение вклада аргументов в формирование значений временной зависимости | 28 |
| 2.5. Исследование свойств непараметрических моделей коллективного типа при коротких временных рядах..... | 30 |
| ГЛАВА 3. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОГНО- ЗИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ | 34 |
| 3.1. Назначение и общие сведения об информационной системе | 34 |
| 3.2. Структура информационной системы | 37 |
| 3.3. Информационное обеспечение системы | 39 |
| 3.4. Описание основных подсистем..... | 45 |
| 3.5. Методики решения основных функциональных за- дач информационной системы | 48 |
| 3.6. Руководство пользователя информационной сис- темы прогнозирования и анализа временных процессов..... | 51 |
| 3.7. Техничко-экономические показатели | 64 |

| | |
|---|-----|
| ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕСТУПНОСТИ РЕГИОНА И ОЦЕНИВАНИИ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ..... | 65 |
| 4.1. Основные понятия и определение объекта исследования | 65 |
| 4.2. Системный анализ преступности и ее причины..... | 67 |
| 4.3. Анализ направлений научных исследований в задачах профилактики и борьбы с преступностью | 85 |
| 4.4. Задачи исследования состояния преступности региона | 88 |
| 4.5. Прогнозирование показателей преступности на примере Красноярского края..... | 93 |
| 4.6. Исследование влияния конструктивных особенностей рабочих колес на эффективность электронасосных агрегатов..... | 105 |
| Литература..... | 113 |

ВВЕДЕНИЕ

Внимание исследователя всегда привлекали методы обработки данных, ориентированные на достаточно низкий уровень априорной информации, что объясняется не только распространенностью в практике подобных условий, но и возможностью построения универсальных информационных средств, не зависящих от природы анализируемых объектов. Указанные особенности свойственны непараметрическим моделям и алгоритмам. Их применение не требует введения системы предположений для подгонки объективной реальности под узкие рамки конкретного метода. Основываясь в значительной степени на обучающихся выборках, они позволяют получить результаты, максимально адекватные действительности.

Актуальным направлением развития теории непараметрических систем является разработка методов моделирования временных процессов по коротким рядам наблюдений их параметров. Подобные условия свойственны многостадийным технологическим процессам, уникальным техническим, социально-экономическим и экологическим системам, которые характеризуются нестационарностью присутствующих им закономерностей и, как следствие этого, малым объемом исходной информации.

В направлении моделирования систем в условиях априорной неопределенности и, соответственно, малых выборок широкое распространение получили работы А.Г. Ивахненко, В.В. Налимова, В.Н. Вапника, В.Я. Катковника, Б. Эфрона и других исследователей.

В данном случае применение традиционных методов восстановления стохастических временных зависимостей необоснованно и трудно формализуемо. Использование принципов коллективного оценивания представляет собой перспективное направление обхода проблемы малых выборок при исследовании временных процессов.

Методика построения непараметрических моделей коллективного типа статических и временных зависимостей в условиях априорной неопределенности впервые была предложена в работах А.В. Лапко, В.А. Лапко, С.В. Ченцова, Д.В. Крившича (1996-2001 гг.). Идея данного подхода заключается в построении упрощенных аппроксимаций (не имеющих самостоятельного значения) относительно системы опорных ситуаций из обучающей выборки с последующим их объединением в коллективе с помощью методов непараметрической статистики. При анализе динамических процессов систему опорных

ситуаций образуют элементы временного ряда наблюдений их параметров.

В предложенной работе при восстановлении временных зависимостей упрощенные аппроксимации формируются в двух направлениях от начального и конечного элемента временного ряда, что позволяет на их основе построить две непараметрических модели коллективного типа. Организация последних в обобщенной модели осуществляется в виде линейного функционала, тем самым реализуется принцип двойного коллективного оценивания (непараметрический и параметрический). Особенность рассматриваемых моделей временных зависимостей состоит в наиболее полном использовании исходных статистических данных по сравнению с известными и обобщает их. Развитием изложенного метода являются различные модификации непараметрических моделей коллективного типа и их коллективы для решения задач восстановления временных зависимостей, позволяющие максимально использовать информацию обучающих выборок.

Завершенный характер исследованию придает реализация непараметрических моделей коллективного типа в виде информационной системы, эффективность которой подтверждается успешным внедрением в задачах прогнозирования и анализа преступности региона и оценки качества технических изделий.

Публикуемые результаты могут быть полезными для специалистов проектных, технологических, научных и учебных учреждений при создании информационных систем прогнозирования и анализа временных процессов в промышленности, экономике, экологии и медицине.

ГЛАВА 1. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОЛЛЕКТИВНОГО ТИПА В ЗАДАЧЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

Рассматриваются статистические модели, в основе которых используются принципы коллективного оценивания. Анализируется структура моделей коллективного типа, характеризующаяся множеством элементов, оператором их сопряжения и особенностями процедуры оптимизации решающего правила. С этих позиций дается классификации моделей коллективного типа, которая позволяет систематизировать традиционные подходы и определить новые постановки задач моделирования стохастических зависимостей и временных процессов.

1.1. Классификация статистических моделей коллективного типа

Современный этап развития теории непараметрической статистики сопровождается различными изменениями во мнениях исследователей о совместном применении разнотипных моделей с целью наиболее полного учёта априорной информации. Известно высказывание В.Хардле [1]: «Совмещение параметрических и непараметрических составляющих может даже привести к построению лучшей модели, чем непараметрический или параметрический подход!». Получены успешные результаты исследований в данном направлении, к которым можно отнести локально-статистические модели [2], гибридные модели [3,4], полупараметрические модели [1], непараметрические модели коллективного типа [5,6]. Данное разнообразие примеров совместного использования параметрических и непараметрических аппроксимаций объясняется не только перспективностью рассматриваемого направления, но и различием условий моделирования, а также подходов их реализации. На основе исследований А.В.Лапко, В.А.Лапко, С.В.Ченцова [3,4,5,6] проведем их классификацию.

Структуру (Ψ, φ, W) коллектива моделей составляют множество элементов φ , оператор их сопряжения Ψ и критерий оптимизации W . Определим характеристики тройки (Ψ, φ, W) : степень конкретизации I_φ восстанавливаемой зависимости элементами коллектива; вид I_Ψ оператора сопряжения Ψ ; особенность процедуры оптимизации коллектива.

Введем следующую степень конкретизации восстанавливаемой зависимости элементами коллектива: использование значений $y^i, i = \overline{1, m}$ зависимости ($i1$); линейная и нелинейная аппроксимация в ограниченных областях ($i2$); упрощённая аппроксимация во всей области определения, не имеющая самостоятельное значение ($i3$); аппроксимация во всей области определения искомой зависимости ($i4$).

Вид оператора сопряжения: линейный ($j1, u$), ($j1, \bar{u}$) и нелинейный ($j2, u$), ($j2, \bar{u}$); с итерационной (u) и прямой (\bar{u}) процедурой оптимизации коллектива.

Представим на плоскости (I_φ, I_ψ) показатели некоторых статистических моделей, использующих принципы коллективного оценивания (рис. 1.1).

Исследуемые в работе непараметрические аппроксимации коллективного типа находятся в области ($i3, j1$). Они занимают промежуточное положение между коллективами решающих правил и моделями кусочной аппроксимации [7,8], близкими к ним являются частично линейные модели [9,10,11].

Непомеченные области условий соответствуют постановкам задачи восстановления стохастических зависимостей, которые в настоящей работе не исследовались.

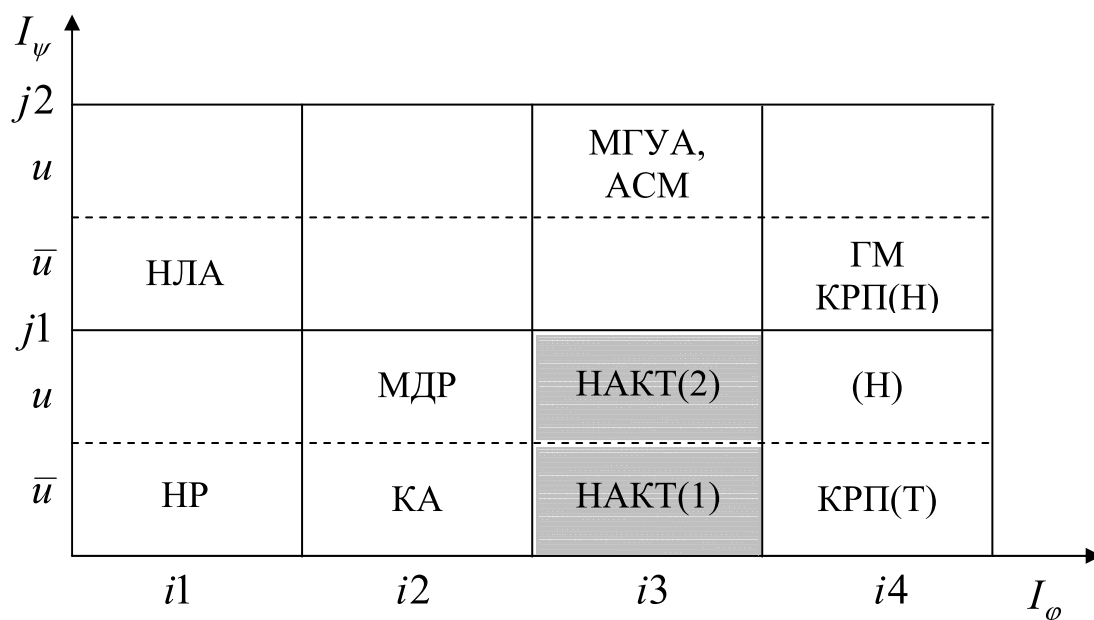


Рис.1.1. Классификация статистических моделей коллективного типа

НР – непараметрическая регрессия; *НЛА* – нелинейные методы локальной аппроксимации; *КА* – модели кусочной аппроксимации; *МДР* – модели дерева регрессии; *НАКТ* – непараметрические аппроксимации коллективного типа; *МГУА* – метод группового учёта аргументов; *АСМ* – аддитивные сепарабельные модели; *КРП* – коллективы решающих правил (традиционные (*T*) и нетрадиционные (*H*)); *ГМ* – гибридные модели.

1.2. Традиционные коллективы моделей

Пусть априорная информация при зависимости $y = \varphi(x)$ содержит сведения об m ранее полученных её моделях $\overline{\varphi}_j(x)$, $j = \overline{1, m}$ и обучающую выборку $(x^i, y^i, i = \overline{1, n})$.

В этих условиях при формировании обобщённой модели [12,13,14], используются принципы коллективного оценивания

$$\overline{y}(x) = \sum_{j=1}^m c_j \overline{\varphi}_j(x), \quad (1.1)$$

где c_j – параметры, характеризующие «веса» модели.

Синтез данного коллектива заключается в предварительной идентификации элементов коллектива с последующим определением параметров c_j , $j = \overline{1, m}$ методом наименьших квадратов.

Рассматриваемый традиционный подход может быть обобщен, если принять зависимость параметров коллектива от текущей ситуации x

$$\overline{y}(x) = \sum_{j=1}^m c_j(x) \overline{\varphi}_j(x), \quad (1.2)$$

где $c_j(x) = (0,1)$ либо $c_j(x) \in [0;1]$.

Широкое распространение получил коллектив моделей, использующий определение областей компетентности $\Omega_j(x)$ элементов $\varphi_j(x)$, $j = \overline{1, m}$. При этом в ситуации $x \in \Omega_j(x)$ используется модель $\varphi_j(x)$, если она имеет более высокие аппроксимационные свойства.

Тогда коллектив (1.2) запишется в виде:

$$\overline{y}(x) = \varphi_j(x), \text{ если } x \in \Omega_j(x). \quad (1.3)$$

Формирование областей компетентности осуществляется на основе алгоритмов распознавания образов [14].

Другое направление предполагает оценивание показателей эффективности $W_j(x)$ моделей $\varphi_j(x)$, $j = \overline{1, m}$ по исходной выборке и формирование функции $c_j(x)$ с помощью методов непараметрической статистики [4].

Коллектив моделей (1.1) является линейным функционалом от составляющих его моделей, а коллективы, предполагающие зависимость его параметров от текущей ситуации x , – нелинейными.

1.3. Непараметрическая регрессия

Непараметрическая регрессия является крайним случаем коллектива [15]:

$$\bar{y}(x) = \sum_{i=1}^n y^i \beta_i(x, c),$$

где

$$\beta_i(x, c) = \frac{\prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v}\right)}{\sum_{i=1}^n \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v}\right)};$$

$\Phi(\cdot)$ – нормированные, положительные, симметричные ядерные функции [16], характеризующиеся параметрами размытости c_v , $i = \overline{1, k}$.

В рассматриваемой оценке наблюдения y^i , $i = \overline{1, n}$, восстанавливаемой функции, играют роль элементов коллектива, а многомерные ядерные функции представляются в виде весов.

К подобным линейным коллективам относятся также непараметрические модели локальной аппроксимации, предложенные В.Я. Катковником [2], идея которых состоит в представлении восстанавливаемой зависимости в виде ряда ортогональных полиномов в некоторой локальной окрестности центра аппроксимации.

Получаемые модели имеют структуру непараметрической регрессии и отличаются лишь формой ядерной функции.

1.4. Статистические модели дерева регрессии

Модели дерева регрессий используют гипотезу наличия у восстанавливаемой функции аддитивной структуры [17]

$$y(x) = \sum_{j=1}^p c_j I(x \in Q_j), \quad (1.4)$$

где c_j – постоянные; Q_j – гиперпрямоугольники со сторонами, параллельными осям координат;

$$I(x \in Q_j) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in Q_j \\ 0, & \text{если } x \notin Q_j \end{cases} \quad - \text{ индикаторные функции.}$$

Причем система Q_j , $j = \overline{1, p}$ удовлетворяет условиям:

$$Q_j \cap Q_v = \emptyset \quad , \quad \bigcup_{j=1}^p Q_j = R^k .$$

Восстанавливаемая функция $y = \varphi(x)$, $x \in R^k$ аппроксимируется с помощью (1.4) линейной комбинацией ступенчатых функций. Подобные модели называют кусочно-постоянными, и их синтез структуры осуществляется на основе метода рекурсий с рекуррентными разбиениями (RPR, recursive partitioning regression) [1]. При этом оптимальными в смысле наименьших квадратов оценками для параметров c_j являются среднеарифметические значения восстанавливаемой функции в Q_j

$$\bar{c}_j = \sum_{i \in I_j} \frac{y^i}{|I_j|} ,$$

где $I_j = [i : x^i \in Q_j]$, а $|I_j|$ – количество точек из области Q_j .

Для формирования системы непересекающихся гиперпрямоугольников Q_j , $j = \overline{1, p}$ применяется метод рекуррентных разбиений [1].

Анализ показывает, что модель дерева регрессий является коллективом постоянных значений восстанавливаемой зависимости, выбор которых в конкретных условиях определяется их индикаторными функциями.

1.5. Адаптивные сепарабельные модели

Пусть $\Psi(y), g_1(x_1), \dots, g_k(x_k)$ – некоторые преобразования функции $y = \varphi(x)$ и её аргументов с нулевыми средними. Оптимальные преобразования находятся при минимизации

$$\varepsilon^2(\Psi, g) = \frac{M\left(\Psi(y) - \sum_{j=1}^k g_j(x_j)\right)^2}{M\Psi^2(y)}$$

в соответствии с ACE – алгоритмом [18].

В двумерном случае ($k=1$) оптимальные преобразования (Ψ^*, g) удовлетворяют условию максимума коэффициента корреляции [1]

$$\rho(\Psi^*, g^*) = \max_{\Psi, g} \rho(\Psi(y), g(x)).$$

Если переменные (y, x) имеют совместное нормальное распределения, то преобразования Ψ, g с максимальной корреляцией линейны. Тогда аддитивная сепарабельная модель может быть представлена в виде:

$$\Psi(y) = \sum_{j=1}^k g_j(x_j).$$

Из условия минимума $\varepsilon^2(\Psi, g)$ при $M(\Psi^2(y)) = 1$ можно получить оптимальные

$$\Psi(y) = \frac{M\left(\frac{g(x)}{y}\right)}{\left\|M\left(\frac{g(x)}{y}\right)\right\|},$$
$$g(x) = M\left(\frac{\Psi(y)}{x}\right),$$

где

$$\|\cdot\| = \left[M(\cdot)^2\right]^{1/2}.$$

Итерационная процедура для многомерного случая приведена в работе [1].

1.6. Методика построения непараметрических коллективов при оценивании стохастических зависимостей

Пусть имеется выборка $V = (x^i, y^i, i = \overline{1, n})$ из статистически независимых наблюдений неизвестной зависимости и её аргументов:

$$y = \varphi(x) \quad \forall x \in R^k. \quad (1.5)$$

Функция (1.5) и плотности вероятности $p(x)$, $p(x, y)$ достаточно гладкие и имеют хотя бы первые две производные.

Определим для некоторых точек обучающей выборки (x^i, y^i) некоторые аппроксимации $\varphi_i(x, \alpha')$ зависимости (1.5), параметры которых удовлетворяют условиям [19]:

$$y^i = \varphi_i(x^i, \bar{\alpha}^i) \quad (1.6)$$

$$\bar{\alpha}^i = \operatorname{argmin} \frac{1}{n-1} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (y^j - \varphi_i(x^j, \alpha))^2, \quad i = \overline{1, N}.$$

Для линейных опорных функций $\varphi_i(x, \bar{\alpha}) = \sum_{v=1}^k \alpha_v x_v + \beta^i$, параметры $\beta^i = y^i - \sum_{v=1}^k \alpha_v^i x_v$, а коэффициенты $\alpha_v^i, v = \overline{1, k}$ находятся из условия минимума критерия:

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \left[(y^j - y^i) - \sum_{v=1}^k \alpha_v^i (x_v^j - x_v^i) \right]^2.$$

Задача определения параметров сводится к решению системы линейных уравнений:

$$\alpha_t^i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (x_t^j - x_t^i) + \sum_{\substack{v=1 \\ v \neq t}}^k \alpha_v^i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (x_v^j - x_v^i) = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (y^j - y^i) (x_t^j - x_t^i), t = \overline{1, k}$$

относительно $\alpha_t^i, t = \overline{1, k}$, используя, например, правило Крамера либо метод Гаусса.

Для одномерного случая

$$\alpha^i = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (y^j - y^i)(x^j - x^i)}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (x^j - x^i)^2}. \quad (1.7)$$

В работе [19] в качестве статистической оценки зависимости (1.5) используется процедура условного усреднения

$$\bar{y} = \bar{f}(x) = \sum_{i=1}^N \varphi_i(x, \bar{\alpha}^i) \lambda^i(x), \quad (1.8)$$

где функции $\lambda^i(x)$ («вес» правила $\varphi_i(x, \bar{\alpha}^i)$ при формировании решения в ситуации x) являются нормированным расстоянием между точками (x, x^i) либо

$$\lambda^i(x) = \frac{\prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v}\right)}{\sum_{j=1}^N \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^j}{c_v}\right)}, \quad (1.9)$$

составленная из «ядерных» функций $c_v^{-1} \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v}\right)$.

Статистика (1.8) для случая, если y и x скаляры может быть представлена в виде:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^N y^i \Phi\left(\frac{x - x^i}{c}\right)}{\sum_{i=1}^n \Phi\left(\frac{x - x^i}{c}\right)} + \bar{z}(x), \quad (1.10)$$

где

$$\bar{z}(x) = \frac{\sum_{i=1}^N (x - x^i) \lambda^i(x) \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (y^j - y^i)(x^j - x^i)}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (x^j - x^i)^2}. \quad (1.11)$$

Здесь первое слагаемое в (1.10) является непараметрической регрессией, обладающей свойствами асимптотической сходимости.

Второе слагаемое $z(x)$ играет роль поправочного члена, значение которого снижается по мере роста объема исходной информации. Вид $z(x)$ зависит от базисных функций, поэтому выбор конкретной системы $\varphi_i(x), i = \overline{1, n}$ не оказывает принципиального влияния на свойства статистики $\bar{y} = \bar{\varphi}(x)$. Слабая зависимость свойств коллектива (1.10) от видов базисных функций делает его схожей с непараметрической регрессией.

1.7. Применение принципа коллективного оценивания в задаче прогнозирования временных процессов

Пусть $V = (x^t, y^t, t = \overline{1, n})$ – выборка наблюдений стохастического процесса $y(t) = f_t(x(t))$, измеряемых в дискретном времени $t = \overline{1, n}$.

Для восстановления нестационарных временных зависимостей в условиях малых выборок в работе [20] предлагаются непараметрические модели коллективного типа, синтез которых осуществляется по следующему алгоритму.

Поставим в соответствие каждой ситуации $(x^\tau, y^\tau) \in V$ подвыборку $V_\tau = (x^i, y^i, i = \tau + 1, n)$ и аппроксимирующую функцию $f_\tau(x, a^\tau)$, параметры которой удовлетворяют условиям:

$$y^\tau = f_\tau(x^\tau, \bar{a}^\tau), \quad \bar{a}^\tau = \arg \min_{a^\tau} (n - \tau)^{-1} \sum_{i \in V_\tau} (y^i - f_\tau(x^i, a^\tau))^2.$$

Каждая функция $f_\tau(x, \bar{a}^\tau)$ проходит через опорные точки (y^τ, x^τ) и близка в среднеквадратическом к элементам выборки $V_\tau, \tau = \overline{1, n - p}$.

Для линейных опорных функций

$$f_\tau(x^\tau, \bar{a}^\tau) = \sum_{v=1}^p \bar{a}_v^\tau x_v^\tau + b_\tau \quad (1.12)$$

параметры b_τ определяются уравнением

$$b_\tau = y^\tau - \sum_{v=1}^p \bar{a}_v^\tau x_v^\tau, \quad (1.13)$$

а оптимальные коэффициенты \bar{a}_v^τ находятся из условия минимума критерия

$$\sum_{j=\tau+1}^n \left((y^j - y^\tau) - \sum_{v=1}^p a_v^\tau (x_v^j - x_v^\tau) \right)^2.$$

В одномерном случае оптимальные параметры опорных функций могут быть определены по следующей формуле:

$$\bar{a}^\tau = \frac{\sum_{j=\tau+1}^n (x^\tau - x^j)(y^\tau - y^j)}{\sum_{j=\tau+1}^n (x^\tau - x^j)^2}. \quad (1.14)$$

По полученным опорным функциям $f_\tau(x^\tau, \bar{a}^\tau)$, $\tau = \overline{1, n-p}$ построим приближение искомой зависимости $y(t) = f_i(x(t))$ в виде непараметрической модели коллективного типа [20,21]:

$$\bar{y}(t) = \frac{\sum_{\tau=1}^{n-p} f_\tau(x, \bar{a}^\tau) d^{-1}(x, x^\tau)}{\sum_{\tau=1}^{n-p} d^{-1}(x, x^\tau)}, \quad (1.15)$$

где $d(x, x^\tau)$ – весовая функция, значение которой зависит от расстояния между точками x и x^τ . В качестве весовой функции $d(x, x^\tau)$ может быть использовано Евклидово расстояние

$$d(x, x^\tau) = \left(\sum_{v=1}^p (x_v - x_v^\tau)^2 \right)^{1/2}$$

или ядерные функции

$$d(x, x^\tau) = \prod_{v=1}^p \Phi \left(\frac{x_v - x_v^\tau}{c_v} \right),$$

которые удовлетворяют условиям Н [16]:

$$\begin{aligned} \Phi(u) &\geq 0, \quad \int \Phi(u) du = 1, \\ \Phi(u) &= \Phi(-u), \quad \int u^\nu \Phi(u) < \infty, \quad \nu \geq 2, \\ \Phi(u_2) &\geq \Phi(u_1) \quad \forall \quad |u_2| \leq |u_1|, \\ c &\geq 0, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} c(n) = 0, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} cn = \infty. \end{aligned} \quad (1.16)$$

В многомерном случае коллектив (1.15) для $x = (x_1, \dots, x_p)$ имеет следующий вид:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n-p} f_i(x, \bar{a}^i) \prod_{j=1}^p \Phi \left(\frac{x_j - x_j^i}{c_j} \right)}{\sum_{i=1}^{n-p} \prod_{j=1}^p \Phi \left(\frac{x_j - x_j^i}{c_j} \right)}. \quad (1.17)$$

Рассматриваемая непараметрическая модель (1.15) временной зависимости $y(t) = f_t(x(t))$ характеризуется высоким уровнем помехозащищенности, что обеспечивается двойным сглаживанием: при формировании системы функций $f_\tau(x, \bar{a}^\tau)$ (оценивание параметра \bar{a}^τ) путем усреднения опорных функций в соответствии с процедурой (1.17).

При малом объеме исходной выборки V качество аппроксимации нестационарных зависимостей непараметрической модели (1.17) зависит от выбранных ядерных функций и значений коэффициентов размытости [21].

Предложенный метод восстановления нестационарных зависимостей в условиях малых выборок может использоваться для построения моделей, учитывающих предысторию, что позволяет моделировать инерционные процессы вида

$$y(t) = f(x(t-k)), \quad (1.18)$$

где k - параметр задержки реакции системы.

Непараметрическая модель коллективного типа (1.17) для восстановления зависимости (1.18) имеет вид:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1+k}^{n-p} f_i(x, \bar{a}^{i-k}) \prod_{j=1}^p \Phi\left(\frac{x_j - x_j^{i-k}}{c_j}\right)}{\sum_{i=1+k}^{n-p} \prod_{j=1}^p \Phi\left(\frac{x_j - x_j^{i-k}}{c_j}\right)}.$$

ГЛАВА 2. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВРЕМЕННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ, ОСНОВАННЫЕ НА МЕТОДЕ ДВОЙНОГО КОЛЛЕКТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Рассматриваются непараметрические модели временных зависимостей [22], основанные на методе двойного коллективного оценивания, и их асимптотические свойства.

Исследуются зависимости критериев эффективности модифицированных моделей от объема исходной выборки, размерности пространства входных переменных, зашумленности данных и параметров моделей.

2.1. Методика построения непараметрических моделей с позиций метода двойного коллективного оценивания

Объектом исследования является временная зависимость

$$y(t) = \psi_t(x(t)), \quad (2.1)$$

где преобразование $\psi_t(\cdot)$ при каждом $t \in T$ имеет по крайней мере две первые ограниченные производные по $x_\nu(t)$, $\nu = \overline{1, k}$. Такой класс преобразований будем обозначать через G_2 .

Априорная информация о временной зависимости (2.1) представлена в выборке статистически независимых наблюдений $V = (y^t = y(t), x^t = x(t), t = \overline{1, n})$. Причем вид плотности вероятности $p(x(t)) \in G_2$, $p(x(t), y(t)) \in G_2 \forall t \in T$ неизвестен.

Для восстановления зависимости (2.1) воспользуемся модифицированной методикой синтеза непараметрических моделей коллективного типа [22,23], основанной на построении системы упрощенных аппроксимаций, и последующим объединением их в коллективе решающих правил. В предлагаемом подходе система упрощенных аппроксимаций формируется последовательно в двух направлениях от начального (x^1, y^1) и от конечного (x^n, y^n) условий, что позволяет в два раза увеличить их количество. Причем организация полученных аппроксимаций в обобщенной модели (2.1) осуществляется с помощью двойного коллективного оценивания (непараметрического и параметрического).

Данная идея реализуется следующим алгоритмом:

1. Принять $t = 1$.
2. Сформировать выборку $V_t = (x^\tau, y^\tau, \tau = \overline{t+1, n}) \subset V$.

3. Построить упрощенную аппроксимацию $\varphi_t(x(t), \alpha_t)$ зависимости (2.1) с учетом условий

$$y^t = \varphi_t(x^t, \alpha_t),$$

$$\bar{\alpha}_t = \arg \min_{\alpha_t} \sum_{(x^\tau, y^\tau) \in V_t} (y^\tau - \varphi_t(x^\tau, \alpha_t))^2. \quad (2.2)$$

В соответствии с приведенными условиями упрощенная аппроксимация $\varphi_t(x(t), \alpha_t)$ проходит через точку (x^t, y^t) и близка в среднеквадратическом ко всем последующим ситуациям $(x^\tau, y^\tau) \in V_t$.

4. Если $t < n - k$, перейти к этапу 2 при $t = t + 1$, в противном случае – к этапу 5.

5. Построить непараметрическую модель коллективного типа зависимости (2.1)

$$\bar{y}(t) = \bar{\psi}_t(x(t)) = \sum_{\tau=1}^{n-k} \varphi_\tau(x(t), \bar{\alpha}_\tau) \beta_\tau(x(t)), \quad (2.3)$$

$$\text{где } \beta_\tau(x(t)) = \frac{\prod_{\nu=1}^k \Phi\left(\frac{x_\nu(t) - x_\nu^\tau}{c_\nu}\right) \Phi\left(\frac{t - \tau}{c}\right)}{\sum_{\tau=1}^{n-k} \prod_{\nu=1}^k \Phi\left(\frac{x_\nu(t) - x_\nu^\tau}{c_\nu}\right) \Phi\left(\frac{t - \tau}{c}\right)},$$

а ядерные функции $\Phi(\cdot) \in H$ удовлетворяют условиям нормированности, положительности и симметричности относительно опорных ситуаций $x^\tau, \tau = \overline{1, n - k}$ [16]. В отличие от традиционных моделей в коллективе (2.3) дополнительно вводится ядерная мера близости t и τ , что снимает ограничения на тенденции изменения $x(t)$ с ростом t .

6. Принять $t = n$.

7. Сформировать выборку $V'_t = (x^\tau, y^\tau, \tau = \overline{1, t - 1})$.

8. Построить упрощенную аппроксимацию $\varphi'_t(x(t), \alpha'_t)$, проходящую через точку (x^t, y^t) при $y^t = \varphi'_t(x^t, \alpha'_t)$, параметры которой удовлетворяют дополнительному условию

$$\bar{\alpha}'_t = \arg \min_{\alpha'_t} \sum_{(x^\tau, y^\tau) \in V'_t} (y^\tau - \varphi'_t(x^\tau, \alpha'_t))^2.$$

9. Если $t > k$, перейти к этапу 7 при $t = t - 1$, иначе – к этапу 10.

10. Систему упрощенных аппроксимаций $\varphi'_\tau(x(t), \bar{\alpha}'_\tau)$, $\tau = \bar{k}, n$ организовать в непараметрический коллектив

$$\bar{y}'(t) = \bar{\psi}'_t(x(t)) = \sum_{\tau=k}^n \varphi'_\tau(x(t), \bar{\alpha}'_\tau) \beta'_\tau(x(t)). \quad (2.4)$$

11. Построить обобщенную коллективную модель зависимости (2.1) в соответствии с процедурой

$$\bar{\bar{y}}(t) = \beta \bar{\psi}'_t(x(t)) + (1 - \beta) \bar{\psi}_t(x(t)), \quad (2.5)$$

где параметр β определяется из условия минимума эмпирического критерия

$$\sum_{\tau=1}^n (y^\tau - \bar{\bar{y}}(\tau))^2.$$

Изложенный метод основан на двойном коллективном оценивании в соответствии с процедурами (2.3), (2.4) и (2.5).

Анализ модели (2.5).

Представим модель (2.5) в виде

$$\bar{\bar{y}}(t) = \bar{\psi}_t(x(t)) + \beta (\bar{\psi}'_t(x(t)) - \bar{\psi}_t(x(t))), \quad (2.6)$$

а упрощенные аппроксимации в форме

$$\varphi_t(x(t), \alpha_t) = y^t + (\varphi_t(x(t)) - \varphi_t(x^t, \alpha_t)), \quad (2.7)$$

$$\varphi'_t(x(t), \alpha'_t) = y^t + (\varphi'_t(x(t)) - \varphi'_t(x^t, \alpha'_t)), \quad (2.8)$$

используя условия их прохождения через точки типа (2.2). Тем самым выражая сводный член аппроксимаций через экспериментальные данные. Здесь $\varphi'_t(x(t))$ и $\varphi_t(x(t))$ - упрощенные аппроксимации без свободного члена.

Подставим (2.7), (2.8) в модель (2.6) с учетом статистик (2.3), (2.4), получим

$$\begin{aligned} \bar{\bar{y}}(t) = & \sum_{\tau=1}^{n-k} y^\tau \beta_\tau(x(t)) + \beta \left(\sum_{\tau=1}^{k-1} y^\tau \beta_\tau(x(t)) - \sum_{\tau=n-k+1}^n y^\tau \beta'_\tau(x(t)) \right) + \\ & + \beta \left(\sum_{\tau=1}^{n-k} (\varphi_\tau(x(t)) - \varphi_\tau(x^\tau, \alpha_\tau)) \beta_\tau(x(t)) - \right. \\ & \left. - \sum_{\tau=k}^n (\varphi'_\tau(x(t)) - \varphi'_\tau(x^\tau, \alpha'_\tau)) \beta'_\tau(x(t)) \right). \end{aligned} \quad (2.9)$$

Первое и второе слагаемое модели (2.9) отражает информацию, содержащуюся в точках обучающей выборки, а третье – во взаимосвязи между ними. Тем самым в одном решающем правиле сочетаются возможности параметрических и локальных методов аппроксимации, что соответствует особенностям непараметрических моделей коллективного типа. Однако большее количество упрощенных аппроксимаций в предлагаемых моделях (2.5) создает реальную основу их преимущества над традиционными непараметрическими коллективами.

Для доказательства данного утверждения исследуем отношения асимптотических выражений среднеквадратических отклонений рассматриваемых непараметрических коллективов.

2.2. Исследование асимптотических свойств непараметрических моделей коллективного типа

Для упрощения выкладок будем считать, что закон распределения аргументов временной зависимости (2.1) не зависит от времени и известен, т.е. $p_t(x(t)) = p(x) \forall t \in T$. Причем $x \in R^1$.

В качестве упрощенных аппроксимаций примем линейные типа $\varphi_t(x(t), \alpha_t) = \alpha_t x(t) + \alpha_t^0$, $t = 1, n-1$.

Найдем значение α_t^0 из условия $y^t = \alpha_t x^t + \alpha_t^0$.

Отсюда получаем

$$\alpha_t^0 = y^t - \alpha_t x^t$$

$$\text{и } \varphi_t(x(t), \alpha_t) = y^t + \alpha_t (x(t) - x^t).$$

Тогда непараметрическая модель (2.3) примет вид

$$\begin{aligned} \bar{y}(t) = & \frac{1}{p(x)(n-1)c} \sum_{\tau=1}^{n-1} y^\tau \Phi\left(\frac{x(t) - x^\tau}{c}\right) + \\ & + \frac{1}{p(x)(n-1)c} \sum_{\tau=1}^{n-1} \alpha_\tau (x(t) - x^\tau) \Phi\left(\frac{x(t) - x^\tau}{c}\right). \end{aligned} \quad (2.10)$$

Без потери общности результатов будем считать α_τ не случайными параметрами, а $x(t) = x$.

В этих условиях рассмотрим асимптотические свойства статистики (2.10).

Теорема 2.1.

Пусть:

- 1) восстанавливаемая зависимость $\psi_t(x)$ и плотности вероятностей $p(x(t)) = p(x)$, $p(x(t), y(t)) = p(x, y) \forall t \in T$ ограничены со всеми своими производными до второго порядка включительно;
- 2) ядерные функции $\Phi(u) \in H$;
- 3) последовательности $c(n) = c \rightarrow 0$, а $nc \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$.

Тогда непараметрическая модель коллективного типа (2.10) обладает свойствами асимптотической несмещенности и состоятельности.

Доказательство:

По определению

$$M(\bar{y}(t)) = \frac{1}{p(x)c} \iint y \Phi\left(\frac{x-u}{c}\right) p(y, u) dy du + \frac{\bar{\alpha}}{p(x)c} \int (x-u) \Phi\left(\frac{x-u}{c}\right) p(u) du, \quad (2.11)$$

где $\bar{\alpha} = (n-1)^{-1} \sum_{\tau=1}^{n-1} \alpha_\tau$; M – знак математического ожидания.

После замены переменных $(x-u)/c = z$ и с учетом уравнения регрессии

$$\psi_t(u) = \int y p\left(\frac{y}{u}\right) dy = \psi(u)$$

для каждого $t \in T$ получим выражение для первого слагаемого (2.11)

$$\frac{1}{p(x)} \int \psi(x-cz) \Phi(z) p(x-cz) dz. \quad (2.12)$$

Разложим функции $\psi(x-cz)$, $p(x-cz)$ в ряд Тейлора в точке x и вычислим выражение (2.12) при $n \rightarrow \infty$

$$\psi(x) + c^2 \left[\frac{\psi(x) p^{(2)}(x)}{2p(x)} + \frac{\psi^{(1)}(x) p^{(1)}(x)}{p(x)} + \frac{\psi^2(x)}{2} \right] + O(c^4),$$

где $\psi(x) = \int y p\left(\frac{y}{x}\right) dy$.

Следуя приведенной технологии преобразования, вычислим второе слагаемое выражения (2.11)

$$\frac{\bar{\alpha}}{p(x)} \int cz \Phi(z) p(x - cz) dz \approx -\frac{\bar{\alpha} p^{(1)}(x)}{p(x)} c^2 + O(c^4).$$

Тогда при $n \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} & M(\bar{\psi}(x) - \psi(x)) \approx \\ & \approx c^2 \left[\frac{\psi(x) p^{(2)}(x)}{2p(x)} + \frac{\psi^{(1)}(x) p^{(1)}(x)}{p(x)} + \frac{\psi^2(x)}{2} - \frac{\bar{\alpha} p^{(1)}(x)}{p(x)} \right] + O(c^4), \end{aligned} \quad (2.13)$$

что доказывает асимптотическую несмещенность традиционных непараметрических моделей коллективного типа, если при $n \rightarrow \infty$ коэффициент размытости ядерной функции $c(n) \rightarrow 0$.

Причем существуют условия

$$\begin{aligned} & \left| \frac{\psi(x) p^{(2)}(x)}{2p(x)} + \frac{\psi^{(1)}(x) p^{(1)}(x)}{p(x)} + \frac{\psi^2(x)}{2} - \frac{\bar{\alpha} p^{(1)}(x)}{p(x)} \right| < \\ & < \left| \frac{\psi(x) p^{(2)}(x)}{2p(x)} + \frac{\psi^{(1)}(x) p^{(1)}(x)}{p(x)} + \frac{\psi^2(x)}{2} \right|, \end{aligned}$$

тогда смещение коллектива $\bar{y}(t)$ меньше, чем непараметрической регрессии.

Для доказательства второй части теоремы 2.1 определим асимптотическое выражение среднеквадратического отклонения при некотором $t \in T$:

$$M(\bar{y}(t) - y(t))^2 = M(\bar{y}^2(t)) - 2y(t)M(\bar{y}(t)) + y^2(t). \quad (2.14)$$

Нетрудно показать, что

$$\begin{aligned} M(\bar{y}^2(t)) &= \frac{1}{p^2(x)(n-1)^2 c^2} \left[\sum_{\tau=1}^{n-1} \sum_{\tau_1=1}^{n-1} M \left[\left(y^\tau + \alpha_\tau (x(t) - x^\tau) \right) \times \right. \right. \\ & \quad \times \Phi \left(\frac{x(t) - x^\tau}{c} \right) \left(y^{\tau_1} + \alpha_{\tau_1} (x(t) - x^{\tau_1}) \right) \Phi \left(\frac{x(t) - x^{\tau_1}}{c} \right) \left. \right] + \\ & \quad + \sum_{\tau=1}^{n-1} M \left[\left(y^\tau + \alpha_\tau (x(t) - x^\tau) \right)^2 \Phi^2 \left(\frac{x(t) - x^\tau}{c} \right) \right] = \\ & = \frac{1}{p^2(x)c^2} \left[\left(\int (\psi(u) + \bar{\alpha}(x(t) - u)) \Phi \left(\frac{x(t) - u}{c} \right) p(u) du \right)^2 + \right. \end{aligned} \quad (2.15)$$

$$\begin{aligned}
& + \int \left(\psi^2(u) + 2\psi(u)\bar{\alpha}(x(t)-u) + \bar{\alpha}^2(x(t)-u)^2 \right) (n-1)^{-1} \times \\
& \quad \times \Phi^2\left(\frac{x(t)-u}{c}\right) p(u) du \Big]. \tag{2.16}
\end{aligned}$$

Первое слагаемое выражения (2.15) с учетом сомножителя соответствует

$$(M(\bar{y}(t)))^2 \approx \psi^2(x) + 2c^2\psi(x)A(x) + c^4A^2(x),$$

$$\text{где } A(x) = \frac{\psi(x)p^{(2)}(x)}{2p(x)} + \frac{\psi^{(1)}(x)p^{(1)}(x)}{p(x)} + \frac{\psi^2(x)}{2} - \frac{\bar{\alpha}p^{(1)}(x)}{p(x)}.$$

Рассмотрим последовательно члены второго слагаемого:

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{p^2(x)(n-1)c^2} \int \psi^2(u) \Phi^2\left(\frac{x(t)-u}{c}\right) p(u) du = \\
& = \frac{1}{p^2(x)(n-1)c} \int \psi^2(x(t)-cz) p(x(t)-cz) \Phi^2(u) dz \approx \tag{2.17} \\
& \quad \approx \frac{\psi^2(x)}{(n-1)cp(x)} + O\left(\frac{c}{n-1}, c^4\right); \\
& \frac{2\bar{\alpha}}{p^2(x)(n-1)c^2} \int \psi(u)(x(t)-u) \Phi^2\left(\frac{x(t)-u}{c}\right) p(u) du \approx \\
& \approx \frac{2\bar{\alpha}}{p^2(x)(n-1)} \int \psi(x(t)-cz) z \Phi^2(z) p(x(t)-cz) dz \approx O\left(\frac{1}{n-1}\right); \\
& \frac{\bar{\alpha}^2}{p^2(x)c^2(n-1)} \int (x(t)-u)^2 \Phi^2\left(\frac{x(t)-u}{c}\right) p(u) du \approx O\left(\frac{c}{n-1}\right).
\end{aligned}$$

Подставляя асимптотические выражения (2.16) и (2.17) в выражение (2.14) с учетом $M(\bar{y}(t))$ (2.13), получим

$$\begin{aligned}
& M(\bar{y}(t) - y(t))^2 \approx \psi^2(x) + 2c^2\psi(x)A(x) + c^4A^2(x) + \\
& \quad \frac{\psi^2(x)}{(n-1)cp(x)} - 2\psi^2(x) - 2\psi(x)c^2A(x) + \psi^2(x) + \tag{2.18} \\
& + O\left(\frac{1}{n-1}, \frac{c}{n-1}\right) = \frac{\psi^2(x)}{(n-1)cp(x)} + c^4A^2(x) + O\left(\frac{1}{n-1}, \frac{c}{n-1}\right).
\end{aligned}$$

Последнее выражение стремится к нулю, если с ростом $n \rightarrow \infty$ у значения $c \rightarrow 0$, а $(n-1)c \rightarrow \infty$.

Из сходимости в среднеквадратическом (2.18) и свойства асимптотической несмещенности (2.13) следует свойство состоятельности непараметрического коллектива $\bar{y}(t)$.

Следствие теоремы 2.1.

Найдем минимально возможное значение среднеквадратического отклонения (2.18). Для этого определим оптимальное значение параметра $c(n)$ и вычислим выражение (2.18).

Из условия минимизма асимптотического выражения среднеквадратического отклонения оптимальное значение $c(n)$ определяется формулой

$$c^* = \left(\frac{\psi^2(x) \int \Phi^2(u) du}{(n-1)p(x)A(x)} \right)^{1/5},$$

при котором

$$M(\bar{y}(t) - y(t))^2 = \frac{5}{4} \left[\frac{\psi^2(x) \int \Phi^2(u) du (A(x))^{1/2}}{(n-1)p(x)} \right]^{4/5}. \quad (2.19)$$

Основываясь на результатах и условиях теоремы 1, исследуем асимптотические свойства непараметрической модели коллективного типа (2.5).

Теорема 2.2.

Пусть выполняются условия 1,2 и 3 теоремы 2.1, тогда непараметрическая модель коллективного типа (2.5) обладает свойствами асимптотической несмещенности и состоятельности.

Доказательство:

Проведем очевидные преобразования $M(\bar{\bar{y}}(t))$, считая

$$\bar{y}'(t) = \bar{\psi}'_t(x(t)), \quad \bar{y}(t) = \bar{\psi}_t(x(t)),$$

$$\begin{aligned} M(\bar{\bar{y}}(t) - y(t)) &= M(\beta \bar{y}'(t) + (1-\beta)(\bar{y}(t) - y)) = \\ &= M(\bar{y}(t) - y) + \beta [M(\bar{y}'(t) - y') - M(\bar{y}(t) - y)] \approx \\ &\approx c^2 \left[A(x) + \beta \frac{p^{(1)}(x)}{p(x)} (\bar{\alpha}' - \bar{\alpha}) \right], \end{aligned} \quad (2.20)$$

что подтверждает асимптотическую несмещенность предлагаемой непараметрической модели $\bar{\bar{y}}(x)$.

Вычислим

$$\begin{aligned}
M(\bar{\bar{y}}(t) - y(t))^2 &= (1 + \beta^2)M(\bar{y}(t) - y)^2 + \beta^2 M(\bar{y}'(t) - y(t))^2 - \\
&\quad - 2\beta^2 M(\bar{y}'(t) - y(t))M(\bar{y}(t) - y(t)) + \\
&\quad + 2\beta M(\bar{y}(t) - y(t))(\bar{y}'(t) - y(t)) - 2\beta M(\bar{y}(t) - y(t))^2 = \\
&= (1 - \beta)^2 M(\bar{y}(t) - y(t))^2 + \beta^2 M(\bar{y}'(t) - y(t))^2 + \\
&\quad + 2\beta(1 - \beta)M(\bar{y}(t) - y(t))(\bar{y}'(t) - y(t)) \leq \\
&\leq \left[(1 - \beta) \left(M(\bar{y}(t) - y(t))^2 \right)^{1/2} + \beta \left(M(\bar{y}'(t) - y(t))^2 \right)^{1/2} \right]^2.
\end{aligned} \tag{2.21}$$

Отсюда следует сходимость в среднеквадратическом непараметрических моделей, основанных на методе двойного коллективного оценивания.

2.3. Сравнение непараметрических моделей коллективного типа

Исследуем отношение асимптотических выражений среднеквадратических критериев

$$W = \frac{M(\bar{\bar{y}}(t) - y(t))^2}{M(\bar{y}(t) - y(t))^2} \tag{2.22}$$

и определим условия выполнения неравенства $W < 1$, которые соответствуют области компетентности $\bar{\bar{y}}(t)$.

С этой целью воспользуемся следствием теоремы 2.1 и оценим минимальные значения составляющих отношения (2.22) при оптимальных коэффициентах размытости (2.19).

Получим

$$\begin{aligned}
M(\bar{\bar{y}}(t) - y(t))^2 &= \frac{5}{4} \left(\frac{\psi^2(x) \int \Phi^2(u) du}{(n-1)p(x)} \right)^{4/5} \times \\
&\quad \times \left[(1 - \beta) A^{1/4}(x) + \beta (A'(x))^{1/4} \right]^2,
\end{aligned} \tag{2.23}$$

где $A'(x) = \frac{\psi(x)p^{(2)}(x)}{2p(x)} + \frac{\psi^{(1)}(x)p^{(1)}(x)}{p(x)} + \frac{\psi^2(x)}{2} - \frac{\bar{\alpha}'p^{(1)}(x)}{p(x)}$,

$\bar{\alpha}' = \sum_{\tau=2}^n \alpha'_{\tau} / (n-1)$ - средний коэффициент для модели $\bar{y}'(t)$.

Тогда с учетом (2.19), (2.23) отношение W (2.22) представляется в виде

$$W = \left[\frac{(1-\beta)A(x) + \beta A'(x)}{A(x)} \right]^{2/5} = \left[(1-\beta) + \beta \frac{A'(x)}{A(x)} \right]^{2/5}. \quad (2.24)$$

Выполнение соотношения $W < 1$ соблюдается, если

$$1 - \beta + \beta \frac{A'(x)}{A(x)} < 1$$

либо

$$\frac{A'(x)}{A(x)} < 1. \quad (2.25)$$

Представим $A'(x)$ и $A(x)$ в виде

$$A'(x) = a - \bar{\alpha}'b,$$

$$A(x) = a - \bar{\alpha}b.$$

Тогда соотношение (2.25) запишется в виде

$$a - \bar{\alpha}'b < a - \bar{\alpha}b$$

либо

$$b(\bar{\alpha} - \bar{\alpha}') < 0. \quad (2.26)$$

Если $b > 0$, т.е. $p^{(1)}(x) > 0$, то непараметрическая модель с двойным коллективным оцениванием имеет преимущество при $\bar{\alpha}' > \bar{\alpha}$ в условиях $\bar{\alpha}', \bar{\alpha} > 0$ и при $|\bar{\alpha}'| < |\bar{\alpha}|$, если $\bar{\alpha}', \bar{\alpha} < 0$.

Если $b < 0$, область компетенции определяется условиями:

$$\bar{\alpha} > \bar{\alpha}' \forall \bar{\alpha}, \bar{\alpha}' > 0; \quad |\bar{\alpha}'| > |\bar{\alpha}|.$$

Наличие различных знаков $\bar{\alpha}$ и $\bar{\alpha}'$ является критерием непредставительности исходных данных.

При равномерном законе распределения $p(x) = const$ непараметрические модели коллективного типа имеют равную эффективность, т.к. введение дополнительных упрощенных аппроксимаций не приносит новой информации. С вычислительной точки зрения целесообразно применять традиционный коллектив.

Критерием применения двойного коллективного оценивания является достоверное отличие $\bar{\alpha}, \bar{\alpha}'$ в конкретных условиях $x(t)$.

Естественно желание объяснить физическую причину полученных условий преимущества предложенных непараметрических коллективов. При $p^{(1)}(x) > 0$ в области больших значений восстанавливаемой зависимости $(\bar{\alpha}, \bar{\alpha}' > 0)$ наблюдается большее скопление экспериментальных данных, чем левее точки x . В этом случае более целесообразным является формирование упрощенных аппроксимаций, «слева – направо» (от меньших значений x на большие), так как это позволяет более точно оценить их параметры по большому количеству наблюдений.

2.4. Определение вклада аргументов в формирование значений временной зависимости

Для решения задачи дифференциации вкладов воздействующих факторов по степени их влияния на динамику показателей временных процессов используется метод определения информативных признаков на основе непараметрических моделей коллективного типа (2.5).

Определим упрощенные аппроксимации с помощью линейных функций

$$\begin{aligned} \varphi_t(x(t), \alpha_t) &= \sum_{v=1}^k \alpha_v^t x_v(t) + \alpha_0^t, \quad t = \overline{1, n-k} \\ \varphi'_t(x(t), \alpha'_t) &= \sum_{v=1}^k \alpha_v'^t x_v(t) + \alpha_0'^t, \quad t = \overline{n, k}, \end{aligned} \quad (2.27)$$

где их аргументы - нормированные переменные

$$x_v = \frac{x_v - x_v^{cp}}{\sigma_v}, \quad \text{где } \sigma_v = \sqrt{\frac{\sum_{v=1}^n (x_v - x_v^{cp})^2}{n-1}}.$$

Параметры α_0^t и $\alpha_0'^t$ определяются как

$$\begin{aligned} \alpha_0^t &= y^t - \sum_{v=1}^k \alpha_v^t x_v(t), \quad t = \overline{1, n-k} \\ \alpha_0'^t &= y^t - \sum_{v=1}^k \alpha_v'^t x_v(t), \quad t = \overline{n, k} \end{aligned} \quad (2.28)$$

Из условия (2.27) и (2.28) оптимальные коэффициенты α_v^t и $\alpha_v'^t$ находятся по методу наименьших квадратов:

$$\min_{\alpha_v^t} \sum_{\tau=t+1}^n \left((y^\tau - y^t) - \sum_{\nu=1}^k \alpha_\nu^t (x_\nu^\tau - x_\nu(t)) \right)^2$$

$$\min_{\alpha_v^{t'}} \sum_{\tau=k}^n \left((y^\tau - y^t) - \sum_{\nu=1}^k \alpha_\nu^{t'} (x_\nu^\tau - x_\nu(t)) \right)^2.$$

В результате решения систем уравнений

$$\sum_{\tau=t+1}^n \left((y^\tau - y^t) - \sum_{\nu=1}^k \alpha_\nu^t (x_\nu^\tau - x_\nu(t)) \right) (x_\nu^\tau - x_\nu(t)) = 0$$

$$\sum_{\tau=k}^n \left((y^\tau - y^t) - \sum_{\nu=1}^k \alpha_\nu^{t'} (x_\nu^\tau - x_\nu(t)) \right) (x_\nu^\tau - x_\nu(t)) = 0$$

определим параметры α_ν^t и $\alpha_\nu^{t'}$, $\nu = \overline{1, k}$.

С учетом (2.27) запишем непараметрические модели (2.3) и (2.4)

в виде:

$$\bar{y}(t) = \sum_{\nu=1}^k x_\nu(t) \sum_{\tau=1}^{n-k} \alpha_\nu^\tau \beta_\tau(x(t)) + \sum_{\tau=1}^{n-k} \alpha_0^\tau \beta_\tau(x(t))$$

$$\bar{y}'(t) = \sum_{\nu=1}^k x_\nu(t) \sum_{\tau=k}^n \alpha_\nu^{t'} \beta'_\tau(x(t)) + \sum_{\tau=1}^{n-k} \alpha_0^\tau \beta'_\tau(x(t)).$$

Тогда обобщенная модель (2.5) будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \bar{\bar{y}}(t) = \sum_{\nu=1}^k x_\nu(t) \left[\beta \sum_{\tau=k}^n \alpha_\nu^{t'} \beta'_\tau + (1 - \beta) \sum_{\tau=1}^{n-k} \alpha_\nu^\tau \beta_\tau \right] + \\ + \left[\beta \sum_{\tau=k}^n \alpha_0^{t'} \beta'_\tau + (1 - \beta) \sum_{\tau=1}^{n-k} \alpha_0^\tau \beta_\tau \right]. \end{aligned} \quad (2.29)$$

Из анализа выражения (2.29) следует, что отношение

$$\frac{\beta \sum_{\tau=k}^n \alpha_\nu^{t'} \beta'_\tau + (1 - \beta) \sum_{\tau=1}^{n-k} \alpha_\nu^\tau \beta_\tau}{\bar{\bar{y}}(t)}$$

определяет вклад ν -й компоненты $x(t)$ в формирование значений восстанавливаемой функции. Причем отношение

$$\frac{\beta \sum_{\tau=k}^n \alpha_0^{t'} \beta'_\tau + (1 - \beta) \sum_{\tau=1}^{n-k} \alpha_0^\tau \beta_\tau}{\bar{\bar{y}}(t)}$$

можно рассматривать как вклад неучтенных факторов в формирование $y(t)$.

2.5. Исследование свойств непараметрических моделей коллективного типа при коротких временных рядах

Исследовалась зависимость свойств непараметрических моделей коллективного типа (2.3),(2.5) от объема исходной статистической выборки и уровня зашумленности исходных данных. В качестве контрольных примеров рассматривались функции, приведенные в работе [22]. При этом функция (2.30) принадлежит к стационарным по параметрам зависимостям, а функции (2.31,2.32) - к нестационарным.

Размерность пространства входных признаков $p = 1$:

$$y = 5x^3 - 10x^2 + x + 7; \quad (2.30)$$

$$y(t) = \sqrt{t}x(t) + 1/t. \quad (2.31)$$

Размерность $p = 2$:

$$y(t) = \sin(t)x_1^2(t) + \frac{t}{2t+10}x_2(t) + \frac{1}{e^t}x_1(t) + 7. \quad (2.32)$$

Функции (2.30 – 2.32) восстанавливались по обучающей выборке $(x^i, y^i, i = 1, \dots, n)$, на переменные которой накладывалась аддитивная помеха ε с равномерным законом распределения. Зашумление выборки осуществлялось по следующим формулам:

$$x_1^i = x^i(1 + \varepsilon^i), \quad y_1^i = y^i(1 + \varepsilon^i), \quad i = \overline{1, n}.$$

Исследование проводилось для объемов обучающей выборки $n = 5, 10, 30, 50, 70, 100$ точек. Объем контрольной выборки оставался постоянным для всех экспериментов и составлял 100 точек.

В качестве критерия эффективности задачи восстановления зависимостей использовалась статистика:

$$W = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left| \frac{y^i - \bar{y}^i}{y^i} \right| * 100\%$$

– относительная ошибка аппроксимации и

$$W1 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y^i - \bar{y}^i)^2$$

– среднеквадратическое отклонение, где m – объем контрольной выборки.

Результаты статистического моделирования представлены на рис. 2.1-2.5.

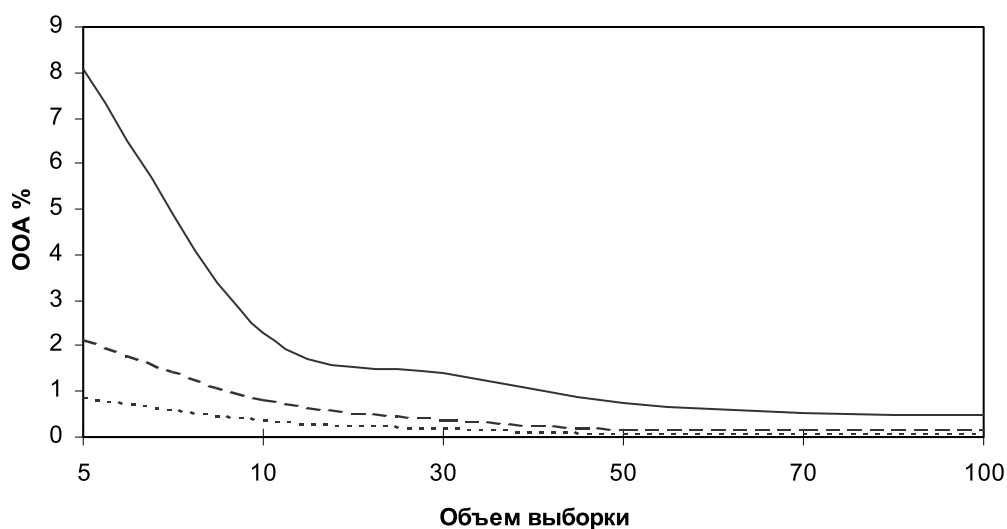


Рис. 2.1. Зависимость относительной ошибки аппроксимации от объема обучающей выборки при восстановлении стационарной зависимости (2.30) на основе непараметрической регрессии [21] – сплошная линия, непараметрического коллектива (2.3) – штриховая линия, предлагаемой модели (2.5) – пунктирная линия.

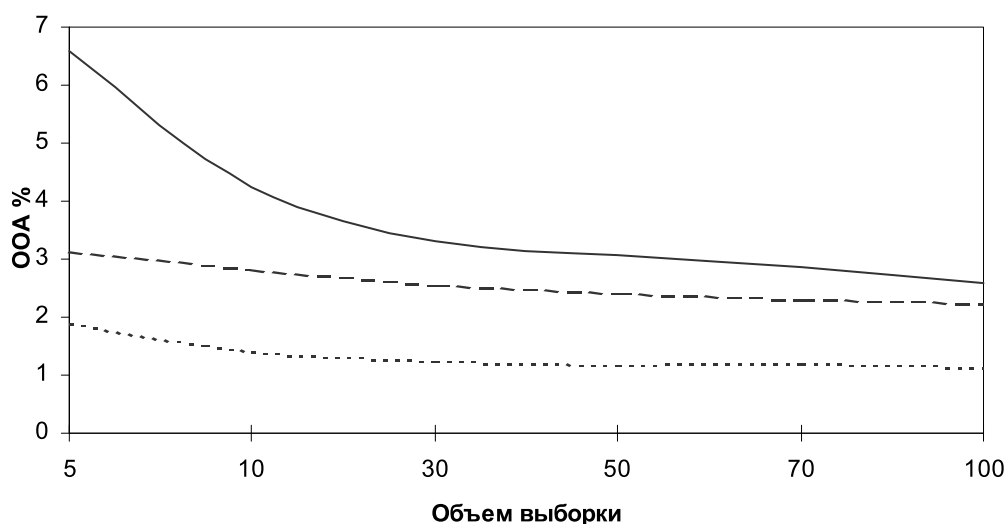


Рис. 2.2. Зависимость относительной ошибки аппроксимации от объема обучающей выборки при восстановлении нестационарной зависимости (2.31) на основе непараметрической регрессии [21] – сплошная линия, непараметрического коллектива (2.3) – штриховая линия, предлагаемой модели (2.5) – пунктирная линия.

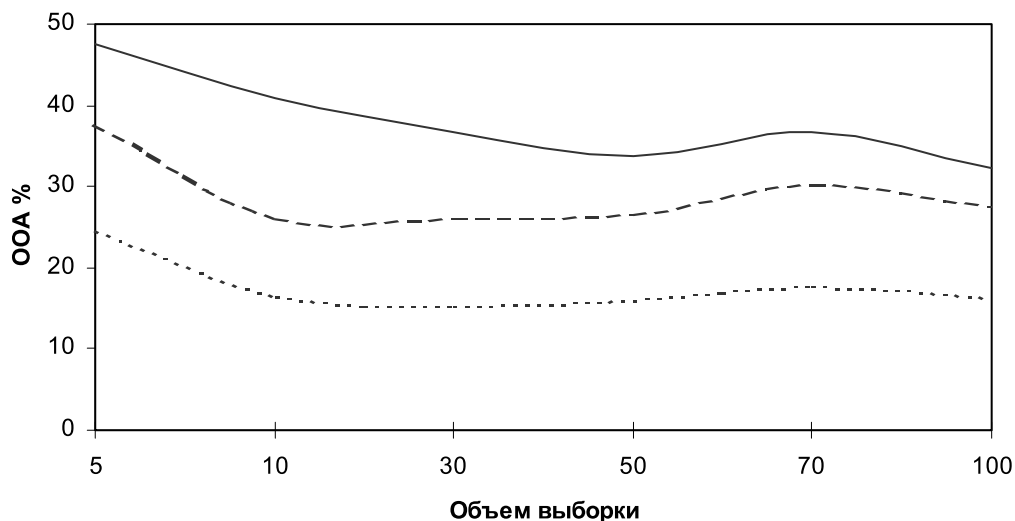


Рис. 2.3. Зависимость относительной ошибки аппроксимации от объема обучающей выборки при восстановлении нестационарной зависимости (2.32) на основе непараметрической регрессии [21] – сплошная линия, непараметрического коллектива (2.3) – штриховая линия, предлагаемой модели (2.5) – пунктирная линия.

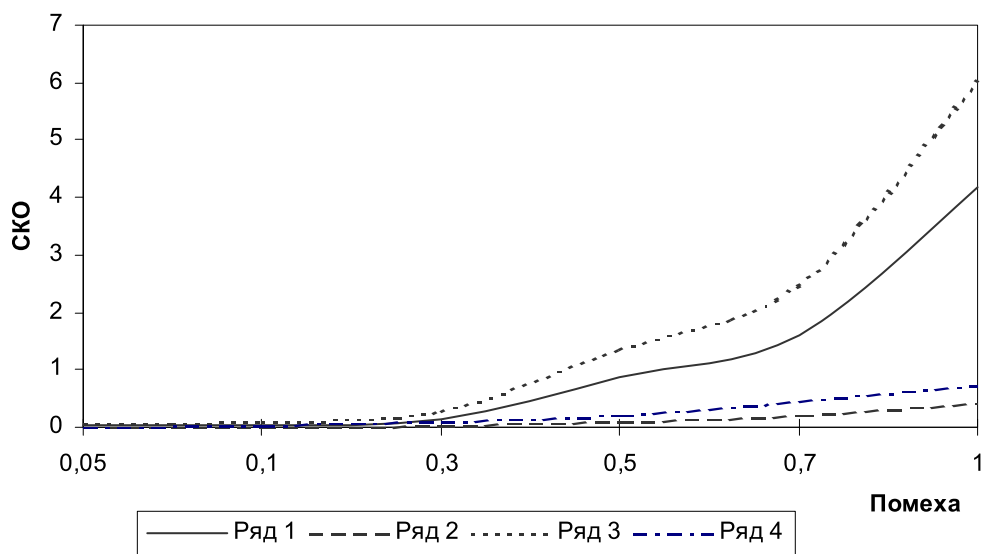


Рис. 2.4. Зависимость среднеквадратического отклонения от уровня помех при восстановлении стационарной зависимости (2.30) с помощью модели (2.5) – (кривые 1 и 2) и непараметрического коллектива (2.3) – (кривые 3 и 4) при объеме обучающей выборке 10 и 50 точек соответственно.

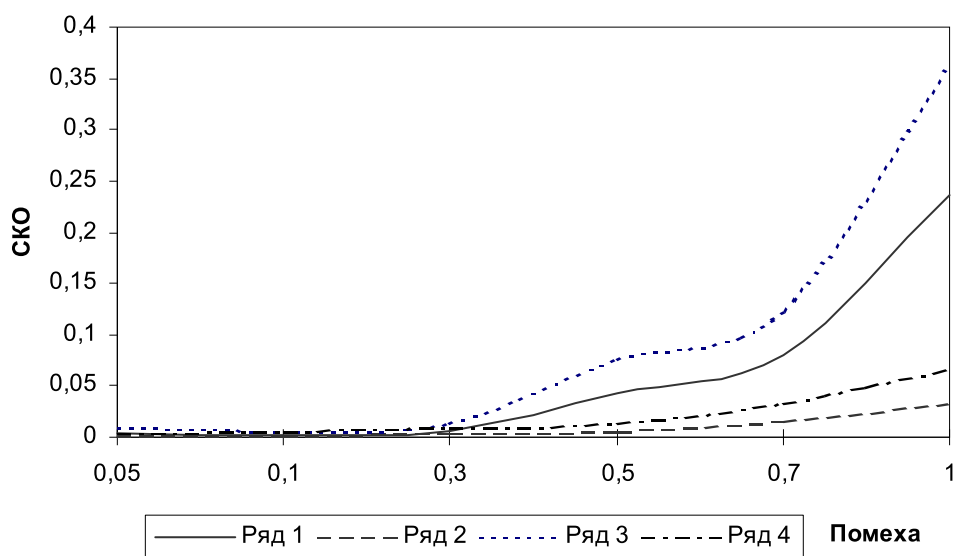


Рис. 2.5. Зависимость среднеквадратического отклонения от уровня помех при восстановлении нестационарной зависимости (2.31) с помощью модели (2.5) — (кривые 1 и 2) и непараметрического коллектива (2.3) — (кривые 3 и 4) при объеме обучающей выборке 10 и 50 точек соответственно.

Как видно из рис. 2.1-2.3, при малых объемах обучающей выборки значение относительной ошибки аппроксимации для модели (2.5) меньше, чем непараметрической регрессии в 3,5-4 раза и традиционного непараметрического коллектива (2.3) — в 1,5-2 раза. С увеличением объема обучающей выборки аппроксимационные свойства модели (2.5) улучшаются.

Предложенная модель (2.5) является более устойчивой к зашумленности обучающей выборки, чем непараметрический коллектив (2.3), и остается адекватной условиям применения при уровне помех до 50% (рис. 2.4,2.5). С ростом объема обучающей выборки влияние помех на аппроксимационные свойства модели (2.5) уменьшается.

ГЛАВА 3. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Рассматривается программная реализация непараметрических моделей временных зависимостей в составе информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов.

Дается описание созданной информационной системы, структура программного обеспечения и методика решения основных функциональных задач.

На примере решения задачи прогнозирования показателей преступности региона по значениям параметров условий проживания населения и оснащенности правоохранительных органов приводится руководство пользователя системы.

3.1. Назначение и общие сведения об информационной системе

Информационная система прогнозирования и анализа временных процессов предназначена для комплексного исследования показателей уникальных технических, социально-экономических и иных динамических систем по данным коротких рядов их наблюдений [24].

Информационная система ориентирована на моделирование объектов различной природы, характеризующихся разветвленной структурой и временной изменчивостью. Так, например, объект исследования – состояние преступности региона – является уникальной территориально-распределенной системой, закономерности функционирования которой определяются конкретной социально-экономической ситуацией и изменяются во времени. Структуру системы образуют территориально-административные образования, однородные группы их населения, отделы и управления внутренних дел (районные, городские), их качественные показатели, демографические факторы и условия проживания населения региона (социально-экономические показатели).

При изучении динамики показателей преступности региона территориально-административные образования составляют районы и города с соответствующими отделами и управлениями внутренних дел.

Исходная информация при этом сосредоточена в коротких временных рядах параметров системы (данные уголовной статистики, демографические и социально-экономические показатели, характеристики ОВД, данные Управления исполнения наказания (УИН) и т.д.), контролируемых в дискретные интервалы времени.

Малый уровень априорной информации (объем исходной выборки в данном случае составляет 8-10 лет ввиду затруднительности в получении данных статистики) не позволяет эффективно, с позиций традиционных методов теории динамических систем, организовать процесс изучения и моделирования нестационарных закономерностей функционирования системы преступности в регионе.

В подобных условиях аппарат теории непараметрических обучающихся систем может служить основой универсального математического обеспечения информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов, адаптируемой к различным географическим регионам и популяциям населения. Аналогичные случайные процессы, контролируемые в дискретном времени, изучались в работах [22, 25, 26]

При исследовании преступности региона определяющим понятием является ее состояние. Категория состояние преступности вводится для исследования ее динамики и принятия соответствующих корректирующих решений. Поэтому обоснованность категории определяет возможность ее количественной интерпретации.

Поскольку сведения уголовной статистики формируются на основе отчетных данных УВД и ОВД районов и городов, носителем криминологической информации является административно-территориальное образование, для которого основным показателем преступности является отношение зарегистрированного числа фактов преступлений к заданному количеству жителей, достигших возраста уголовной ответственности. С этой целью выделяются различные возрастные группы населения: все население определенного региона; население в возрасте 14 лет, т.е. население, достигшее минимального возраста уголовной ответственности, и старше. Также производится деление населения по половому признаку.

Функциональное назначение информационной системы состоит в обнаружении и прогнозировании закономерностей формирования динамики показателей исследуемых временных процессов в изменяющихся условиях внешних факторов, оказывающих заметное управляющее воздействие; их дифференциации по степени влияния на исследуемые показатели; выборе оптимальных вариантов параметров воздействующих факторов, обеспечивающих заданное изменение выбранного показателя.

Эксплуатационное назначение системы:

– обеспечение поддержки принятия решений для соответствующих специалистов в области решаемых задач и пользователей системы;

– в качестве информационных тренажеров для подготовки и повышения квалификации профессиональных кадров в учебных заведениях.

Состав основных выполняемых функций:

– ведение баз данных информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов;

– расчет статистических оценок показателей исследуемых временных процессов;

– оценка временной изменчивости вероятностных характеристик показателей объекта исследования и параметров внешних факторов;

– оценка меры взаимосвязи между изучаемыми показателями временных процессов и факторами, определяющими их изменение;

– дифференциация условий формирования объекта исследования по наборам показателей и параметров воздействующих факторов;

– прогнозирование показателей временных процессов на основе динамики их наблюдений и факторов внешних условий;

– оценка степени влияния набора внешних факторов на изменение исследуемых показателей в смежные моменты времени контроля за изучаемой системой;

– оценка «вклада» параметров внешних условий в изменение исследуемого показателя;

– визуализация динамики наблюдений и результатов прогнозирования показателей временных процессов;

– формирование вариантов изменения параметров воздействующих факторов, обеспечивающих заданное значение выбранного показателя изучаемой системы.

Множество функций системы образует структуру из четырех блоков: ведение базы данных; обнаружение вероятностных закономерностей взаимосвязи между показателями изучаемых временных процессов и параметрами внешних факторов; прогнозирование показателей временных процессов; идентификация факторов, определяющих изменение изучаемых показателей временных процессов. Ключевое значение принадлежит блоку прогнозирования, по результатам функционирования которого решаются задачи: идентификации факторов, оказывающих управляющее воздействие на показатели изучаемой системы; определения условий, обеспечивающих заданное значение показателей временных процессов. При этом исходная информация (значимые наборы факторов) для синтеза модели прогнози-

рования показателей временных процессов формируются в блоке обнаружения закономерностей.

Техническое обеспечение.

Программное обеспечение информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов разработано в среде визуального программирования Delphi для IBM совместимых компьютеров. Минимальные требования к аппаратному и программному обеспечению компьютера для надежной работы информационной системы следующие:

- операционная система: Windows 95 и выше;
- процессор: Pentium – 90 и выше;
- оптимальный объем оперативной памяти: 16 Mb;
- минимальный объем свободного дискового пространства: 7 Mb (не считая места, отводимого под данные).

3.2. Структура информационной системы

В структуре разработанной информационной системы (рис. 3.1) выделяются четыре основные подсистемы:

Ведение БД. Предназначена для работы с таблицами баз данных информационной системы. Обеспечивает ввод и представление данных в удобной для пользователя форме.

Достоверность. Предназначена для решения задачи определения достоверности отличий показателей временных процессов в различных условиях их формирования.

Прогноз. Обеспечивает решение следующих задач: прогнозирование показателей временных процессов; определение вклада аргументов в изменение показателей временных процессов; определение оптимальных условий, обеспечивающих заданное значение показателей временных процессов; определение тенденции изменения показателей во времени.

Взаимосвязи. Позволяет решать задачи выявления взаимосвязей между показателями временных процессов и факторами, определяющими их изменение.



Рис 3.1. Структура информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов

Взаимосвязи между подсистемами и функциями в блоках образуют методику исследования закономерностей системы прогнозирования и анализа временных процессов. Алгоритмическая реализация методики осуществляется на основе современных методов структуризации и анализа статистических данных малого объема.

Каждая из приведенных подсистем является самостоятельным программным модулем, интегрированным в единую оболочку.

3.3. Информационное обеспечение системы

Информационное обеспечение системы прогнозирования и анализа временных процессов составляет автоматизированная база данных, объекты которой сформированы из набора таблиц, содержащих необходимый для анализа и принятия решений объем данных.

Источники информации, составляющие базу данных, условно можно разделить на внутренние и внешние. К внутренним относятся данные исследуемых показателей временных процессов, к внешним - параметры воздействующих факторов, определяющие изменение этих показателей.

В зависимости от объекта исследования достоверность используемых данных подтверждается результатами экспериментов контроля состояния системы или источниками официальной статистики. При исследовании динамики показателей преступности региона в основе информационного обеспечения были заложены данные, полученные в Красноярском краевом комитете государственной статистики и Главном управлении внутренних дел администрации Красноярского края.

В соответствии с рис. 3.2 в структуре информационного обеспечения выделяются таблицы справочников и таблицы данных динамики наблюдений временных процессов. Для обеспечения эффективности информационных потоков используются таблицы СУБД Paradox. Внутренние связи между таблицами поддерживаются за счет введенной системы кодификаторов и ключевых полей.

Управление таблицами осуществляется подсистемой «Ведение БД», являющейся структурным элементом программного обеспечения информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов.

В качестве примера организации базы данных рассмотрим структуру информационного обеспечения задачи оценивания и прогнозирования показателей преступности региона.

Основу внутренних источников информации составляют данные о фактах преступлений, регистрируемых в органах внутренних дел, и сведения о результатах противодействия преступности, состоянии материально-технической базы правоохранительных органов и их качественного состава. Внешние источники содержат сведения социально-экономической и демографической обстановки в регионе, результаты изучения общественного мнения, а также иную информацию, оказывающую существенное влияние на рост и снижение преступно-

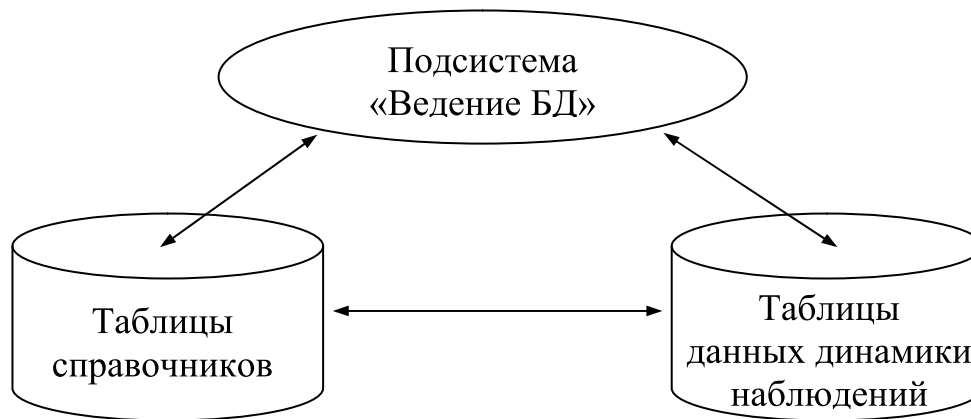


Рис. 3.2. Структура информационного обеспечения системы прогнозирования и анализа временных процессов

сти. Все внешние факторы по степени влияния подразделяются на положительные (антикриминогенные), отрицательные (криминогенные) и нейтральные. Так как до настоящего времени не существует методики оценки влияния факторов на преступность, не определены их точное количество и перечень, объем хранимой в базе данных информации определяется экспертным путем и предполагает некоторую избыточность.

База данных содержит количественные показатели по следующим основным блокам:

- преступность;
- демография;
- социально-экономические показатели;
- правоохранительные органы;
- УИН (управление исполнения наказаний).

Все показатели сгруппированы по сходным признакам. Средний объем выборки по всем факторам составляет 8-10 лет. Данные соответствуют основным крупным городам и районам Красноярского края.

Структура показателей преступности содержит данные по основным видам преступлений:

- умышленные убийства;
- умышленное причинение тяжкого вреда здоровью;
- грабежи;
- разбои;
- изнасилования;
- кражи;
- хулиганство;

- преступления, связанные с незаконным оборотом наркотиков;
- всего зарегистрировано;
- прочее.

Имеются данные по преступности малолетних, возрастнополовому составу лиц, совершивших преступления, и их социальной принадлежности.

Раздел «демография» включает:

- рождаемость;
- смертность с разделением на группы: город; село;
- миграция с разделением на группы: город; село;
- движение населения с разделением на группы: город, село;
- численность населения с разделением на группы: город; село;
- количество аборт и т.д.

Социально-экономические показатели уровня жизни населения составляют наибольшее количество данных в базе, некоторые из них:

- среднегодовая численность занятых в экономике населения;
- численность безработных;
- численность населения с доходами ниже прожиточного минимума;
- валовой внутренний продукт;
- розничный товароборот;
- денежные доходы на душу населения;
- данные бюджета по региону;
- расходы бюджета на социально-культурные мероприятия;
- распределение занятого в экономике населения по формам собственности предприятий;
- жилой фонд;
- жилищное строительство.

Раздел «правоохранительные органы» содержит выборочные оценки показателей качественного состава органов внутренних дел, ресурсного и материально-технического обеспечения.

Данные блока «УИН» содержат сведения о количестве осужденных и освобожденных на территории Красноярского края по различным видам преступлений.

Для ознакомления с процессом управления информационным обеспечением системы прогнозирования и анализа временных процессов рассмотрим более подробно подсистему «Ведение БД».

Данная подсистема предназначена для решения следующих задач:

- 1) управление таблицами базы данных информационной системы;

- 2) работа со справочными и оперативными данными (ввод, корректировка, удаление) и первичная обработка информации;
- 3) визуализация информации.

Управление таблицами базы данных информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов осуществляется на уровне пользователей системы. Специалисты, работающие с программным пакетом, имеют возможность по аналогии с деревом каталогов (рис. 3.3) определять структуру информационных блоков (например, разделов факторов уровня жизни населения, преступности, качественного состава правоохранительных органов и их материально-

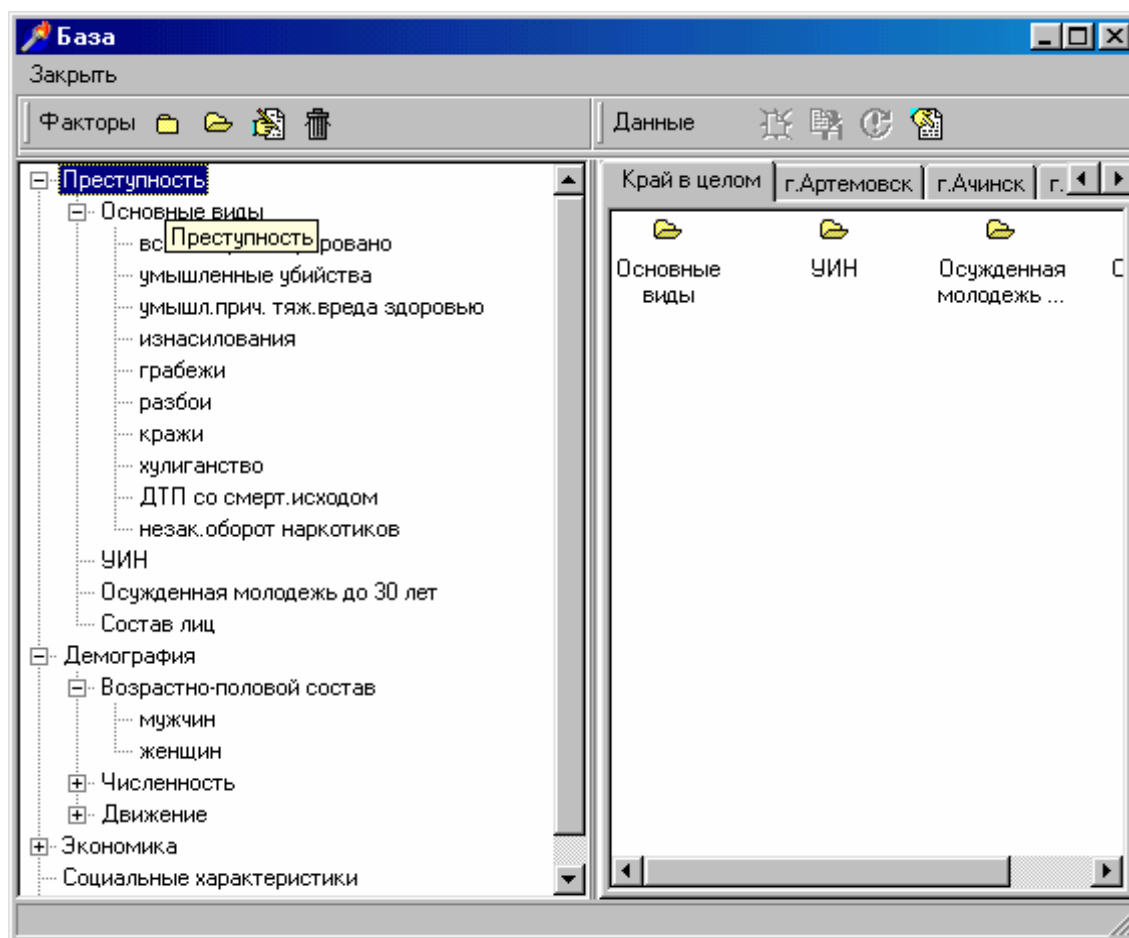


Рис. 3.3. Структура информационных блоков факторов

технического обеспечения и т.д.). В корне информационного дерева находятся разделы, включающие в себя различные группы папок. Каждая папка состоит из набора показателей, составляющих раздел факторов.

В соответствии с определенной структурой факторов осуществляется ввод и корректировка справочной и оперативной информации. К справочной информации относятся данные об административно-территориальных образованиях края и количестве проживающих на их территории населения. К оперативной информации относятся количественные характеристики заданных разделов данных (преступность, социальные характеристики, экономика, демография и другие). Все статистические данные заполняются в табличной форме согласно имеющейся динамике по годам (рис. 3.4).

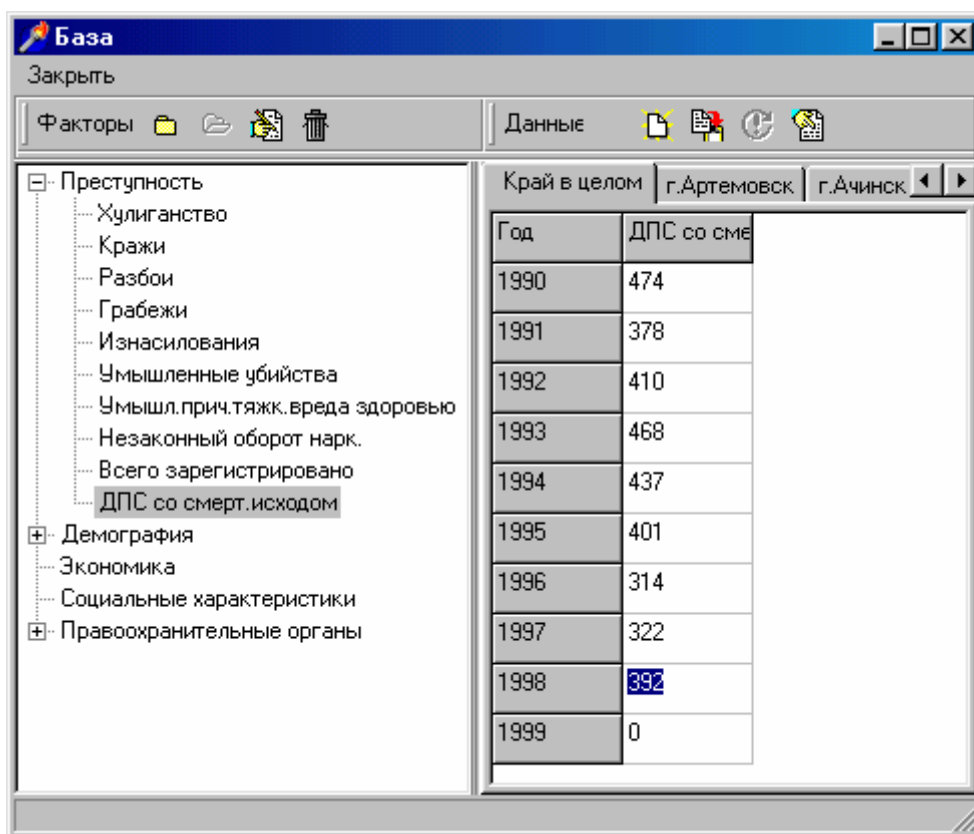


Рис. 3.4. Ввод и редактирование количественных характеристик показателей

Ввиду проведения расчетов с нормируемыми показателями введено требование обязательного заполнения численности населения в редактируемом регионе на каждый период времени (рис. 3.5).

Визуализация массивов количественных показателей осуществляется в виде перекрестной таблицы. Названия столбцов таблицы составляют выбранные структуры показателей, а строки – периоды по годам (рис. 3.6).

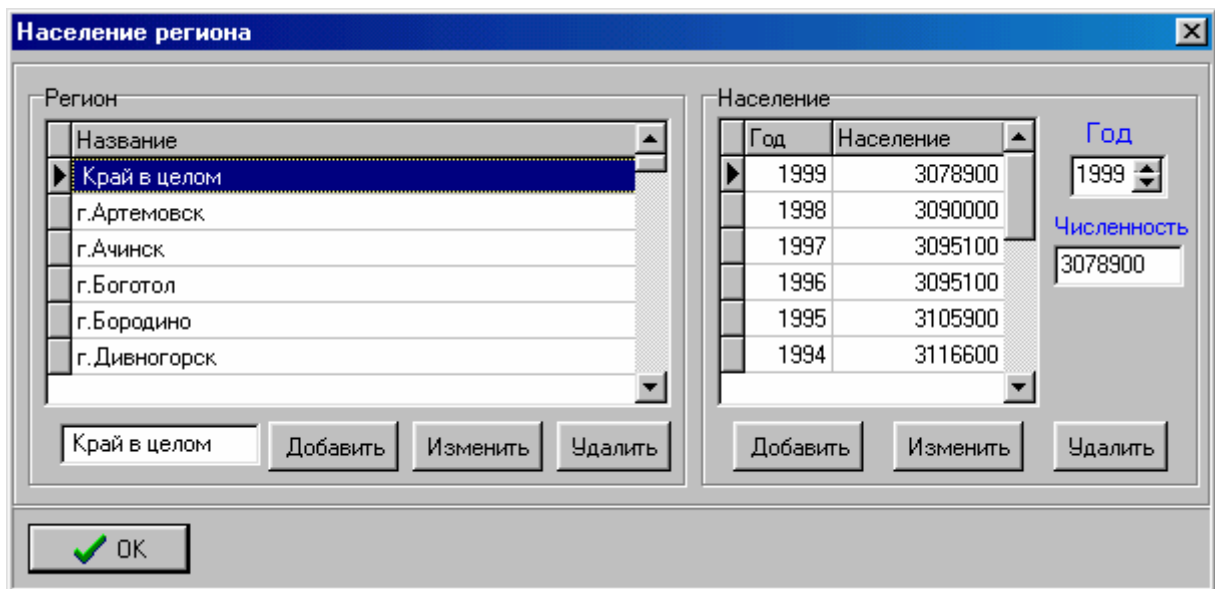


Рис. 3.5. Добавление региона и численности населения

Интерфейс пользователя является типичным для программ, работающих в среде Windows, и ориентирован на людей, имеющих представление о работе с электронными таблицами.

Подсистема «Ведение БД» обеспечивает поддержку многопользовательского режима и технологии «клиент-сервер», что достигается за счет использования SQL-запросов.

Рис. 3.6. Визуализация результатов наблюдений показателей

3.4. Описание основных подсистем

Подсистема «Прогноз» является базовой в структуре информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов и обеспечивает решение следующих задач:

1) первичная обработка данных и выявление статистических закономерностей. Формирование на основе данных исследуемых показателей и воздействующих факторов, моделей зависимости показателей временных процессов от значений параметров внешних условий;

2) прогнозирование показателей временных процессов по набору воздействующих факторов с учетом инерционности исследуемой системы;

3) дифференциация вкладов внешних факторов по степени их влияния на изменение показателей временных процессов. Выявление факторов, определяющих наибольшее управляющее воздействие на выбранные показатели;

4) определение оптимальных условий воздействующих факторов, при которых достигаются заданные пользователем – экспертом значения выбранного показателя;

5) оценивание тенденции изменения во времени показателя исследуемого признака.

Основной задачей, решаемой данной подсистемой, является задача формирования моделей динамики показателей временных процессов. На ее основе решаются остальные задачи.

Структура подсистемы «Прогноз» представлена на рис. 3.7.

Программное обеспечение подсистемы «Прогноз» построено в виде блочных процедур, обеспечивающих выполнение определенных задач.



Рис. 3.7. Структура подсистемы «Прогноз» информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов

Блок задания начальных параметров предоставляет пользователю возможность задания значений следующих параметров:

- элемент структуры или условия формирования параметров системы, для которых будет формироваться модель (при исследовании динамики преступности район или город);
- вид показателя, для которого будет формироваться модель динамики (при исследовании динамики преступности вид преступления);
- список факторов, составляющих вектор входных признаков.

Блок доступа к базе данных обеспечивает считывание информации о выбранном показателе, а также данных о воздействующих факторах. Считывание данных осуществляется в соответствии с заданными пользователем параметрами.

Блок первичной обработки производит предварительную статистическую обработку данных. Определяется достаточность данных для формирования модели, выявляются пропуски в рядах данных. На основе количественных данных, в случае необходимости, производится нормировка (например вычисляется показатель преступности – преступность на 10 000 – 100 000 человек).

Блок формирования моделей динамики показателей временных процессов реализует решение следующих задач:

- прогноз показателей для заданных пользователем значений внешних факторов (осуществляется на основе модели (2.3) или (2.5) в п. 2.1);
- дифференциация факторов внешних условий по их вкладу в изменение показателей;
- определение оптимальных параметров воздействующих факторов, обеспечивающих заданное изменение показателей временных процессов.

Производятся оценивание пропущенных значений показателя временных процессов по значениям воздействующих параметров и нормирование вектора входных переменных.

Блок оценивания тенденции изменения во времени показателя исследуемого признака производит построение на основе линейных моделей временного тренда. Коэффициенты линейной модели подбираются из условия минимума суммы квадратов отклонений значений, получаемых с помощью модели от истинных значений.

Блок визуализации результатов моделирования обеспечивает представление результатов работы программы (прогнозов показателей временных процессов, оценки вкладов факторов внешних условий в изменение показателей, тенденции) в виде таблиц и графиков с возможностью вывода на принтер или в файл.

Результаты работы подсистемы «Прогноз» информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов позволяют:

- 1) оценивать тенденцию изменения показателей исследуемых признаков;
- 2) прогнозировать показатели временных процессов в зависимости от значений факторов внешних условий;
- 3) определять факторы, оказывающие наибольшее управляющее воздействие на исследуемый показатель;
- 4) моделировать различные ситуации изменения объекта исследования и оценивать воздействия на его показатели;
- 5) выявлять наиболее значимые наборы факторов;
- 6) определять значения параметров внешних условий, обеспечивающих заданное значение показателей временных процессов.

Полученные результаты работы программы могут служить исходной информацией в поддержке принятия решений (например выбор организационных и оперативных мероприятий, направленных на профилактику и борьбу с преступностью).

В настоящее время разработанная информационная система прогнозирования и анализа временных процессов внедрена в деятельность аналитических подразделений штаба Главного управления внутренних дел Красноярского края.

3.5. Методики решения основных функциональных задач информационной системы

Задача 1: ранжирование факторов внешних условий по степени влияния на исследуемый показатель временных процессов.

Формирование условий исследования: выбрать условия формирования параметров системы, интересующий показатель и набор внешних факторов за конкретный временной интервал.

Конечный результат: последовательность наиболее значимых наборов факторов. Имеет самостоятельное значение при выборе условий изменения воздействующих факторов, а также как необходимый этап при определении аргументов прогнозной модели.

Методика решения задач:

- 1) обратиться к модулю, реализующему оценивание меры взаимосвязи между показателями временных процессов и факторами внешних условий;
- 2) повторить этап 1 для каждого раздела факторов;
- 3) упорядочить исследуемые факторы по величине меры взаимосвязи с исследуемым показателем.

Задача 2: оценивание временной задержки влияния воздействующих факторов на показатели временных процессов.

Формирование условий исследования: выбрать условия формирования параметров системы, интересующий показатель и воздействующие факторы, определить конкретный временной интервал для каждого признаков (временные интервалы для исследуемых показателей и факторов внешних условий не совпадают).

Конечный результат: ранжирование факторов внешних условий, измеренных в момент времени t , по степени влияния на исследуемый показатель в интервал времени $t+r$ (r – временная задержка). Имеет самостоятельное значение и используется как промежуточный этап при построении прогнозной модели.

Методика решения задачи:

1) обратиться к модулю, реализующему оценивание меры взаимосвязи между показателем изучаемого процесса в интервал времени t и фактором внешних условий в интервал времени $t+j$ (первоначально $j=1$);

2) повторить этап 1 r раз. Тем самым оценить степень влияния конкретного фактора, измеренного в различные интервалы времени, на выбранный показатель;

3) по значению меры взаимосвязи оценить временную задержку для конкретного фактора внешних условий;

4) повторить этапы 1-3 для каждого воздействующего фактора. Провести ранжирование факторов по значению меры взаимосвязи с указанием оценки временной задержки.

Задача 3: сравнение параметров временных процессов для различных условий их формирования.

Формирование условий исследования: выбрать показатели объекта исследования и воздействующие факторы в различных условиях их формирования.

Конечный результат: обнаружение различия значений показателей временных процессов и определение возможных причин их различия.

Методика исследования:

1) проверить достоверность различия значений показателей для выбранных условий;

2) если различие достоверное, оценить меру взаимосвязи между показателями временных процессов и воздействующими факторами в различных условиях их формирования. Провести ранжирование факторов;

3) проверить гипотезу достоверности различия воздействующих факторов в различных условиях их формирования. Если значения воздействующего фактора различаются достоверно, то этот фактор может быть признан в качестве причины различия исследуемого показателя;

4) повторить этап 3 для каждого воздействующего фактора.

Задача 4: обнаружение причин временного изменения исследуемых показателей.

Формирование условий исследования: выбрать условия формирования параметров изучаемого процесса, длину временного интервала, интересующий показатель и набор внешних факторов.

Конечный результат: значимые наборы факторов (причины), определяющие динамику исследуемого показателя.

Методика решения задачи:

1) проверить гипотезу достоверности различия выбранного показателя в интервалы времени $t, t + j$;

2) если различие достоверное, проверить последовательно гипотезы достоверного различия воздействующих факторов в интервале $[t-j, t]$. При подтверждении гипотезы факторы, определяющие различия показателей изучаемого процесса, установлены. В противном случае перейти к этапу 3;

3) увеличить $j=j+1$ и перейти к этапу 1.

Задача 5: комплексная оценка влияния факторов внешних условий на изменение показателей временных процессов.

Формирование условий исследования: выбрать условия формирования показателей временных процессов и набор воздействующих факторов.

Конечный результат: оценка степени влияния факторов внешних условий на значения исследуемых показателей.

Методика решения задачи:

1) построить прогнозную модель исследуемых показателей в заданном пространстве факторов;

2) рассчитать ошибку прогнозирования R (в процентах). Тогда комплексная оценка степени влияния факторов внешних условий может быть определена выражением $100 - R$, а R отражает степень влияния неучтенных факторов, %.

Задача 6: выбор рекомендаций по изменению факторов внешних условий с целью обеспечения заданного значения исследуемого показателя временных процессов.

Формирование условий исследования: методика решения функциональных задач реализована на основе справочного аппарата и диалогового режима информационной системы. Остановимся на задаче выбора мероприятий для определения необходимого значения исследуемого показателя временных процессов.

Пусть x, z, y – факторы внешних условий и соответствующие им показатели исследуемого процесса. Заданы условия формирования и конкретный показатель, относительно которого предполагается осуществить мероприятия по изменению параметров воздействующих факторов.

Конечный результат: оптимальные значения воздействующих факторов, определяющие заданное значение показателей временных процессов.

Методика решения задачи:

1) определить воздействующие факторы x и z , влияющие на формирование показателя $y(t)$;

2) обратиться к модулю информационной системы, реализующему оценивание меры взаимосвязи между параметрами изучаемого процесса (построения таблиц сопряженностей), и сформировать набор существенных признаков x, z модели $y(t) = \varphi_t(x, z)$;

3) используя возможности информационной системы, построить модель $\bar{y}(t) = \bar{\varphi}_t(x, z)$ прогнозирования исследуемых показателей;

4) оценить вклад признаков x, z в формирование исследуемых показателей;

5) задать требуемое значение исследуемого показателя на интервал времени $(t, t+1)$ и по модели $\bar{y}(t+1) = \bar{\varphi}_t(x, z)$ решить обратную задачу – определить соответствующее изменение внешних факторов;

6) по результатам этапа 5 принять решения по организационным мероприятиям.

3.6. Руководство пользователя информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов

Для описания программного обеспечения информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов рассматривается руководство пользователя системы при решении задачи прогнозирования и анализа преступности региона.

Выполнение программы и сообщения оператору.

Основным исполняемым файлом является st.exe. После запуска программы появляется основное меню (рис. 3.8).

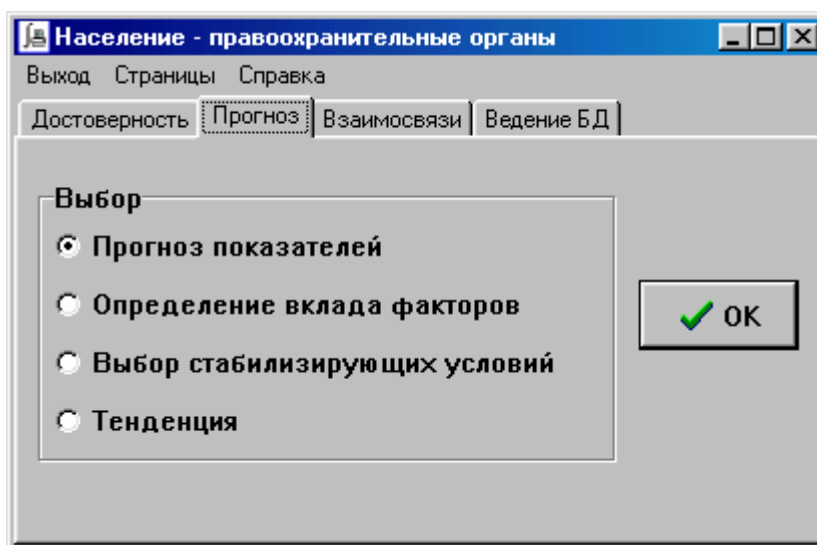


Рис. 3.8. Основное меню программы

Все задачи, решаемые программным комплексом, объединены в четыре группы: «Достоверность», «Прогноз», «Взаимосвязи» и «Ведение БД», которые представлены на четырех диалоговых страничках с соответствующими названиями.

При выборе странички «Достоверность» возможно решение задачи достоверного оценивания отличия показателей преступности (воздействующих факторов) регионов Красноярского края.

С помощью странички «Прогноз» можно решить следующие задачи:

1. Прогноз преступности по значениям воздействующих факторов.
2. Оценка влияния внешних факторов на преступность.
3. Выбор варианта изменения криминогенных факторов.
4. Оценивание тенденции изменения во времени показателя исследуемого признака.

Страничка «Взаимосвязи» предлагает решение задачи оценивания меры связанности различных признаков между собой.

Страничка «Ведение БД» позволяет работать с информационным обеспечением системы.

Последовательность действий при работе с каждой диалоговой страничкой и сообщения оператору приведены ниже.

Прогноз показателей по значениям воздействующих факторов.

Данная задача находится на странице «Прогноз» системы «Население – правоохранительные органы».

Для решения данной задачи необходимо установить флажок в позиции «Прогноз показателей» и нажать кнопку «ОК».

Далее необходимо выбрать прогнозируемый показатель преступности и набор воздействующих факторов, по которым будет осуществляться прогнозирование.

В диалоговом окне «Выбор показателя» из списка в левом окошке выбрать необходимый набор факторов, при этом прогнозируемый показатель выбирается в верхнюю строку, а набор воздействующих факторов, по которым производится прогноз, - в правое окошко (рис. 3.9). Выбор выделенного показателя осуществляется нажатием кнопки с изображением указателя вверх и вправо. Для исключения из списка выбранных в правом окошке показателей используется кнопка с изображением указателя влево. Количество выбранных факторов должно быть не больше пяти. В случае, если наборы факторов определены неправильно, появляется предупреждающее сообщение «Некорректное число факторов».

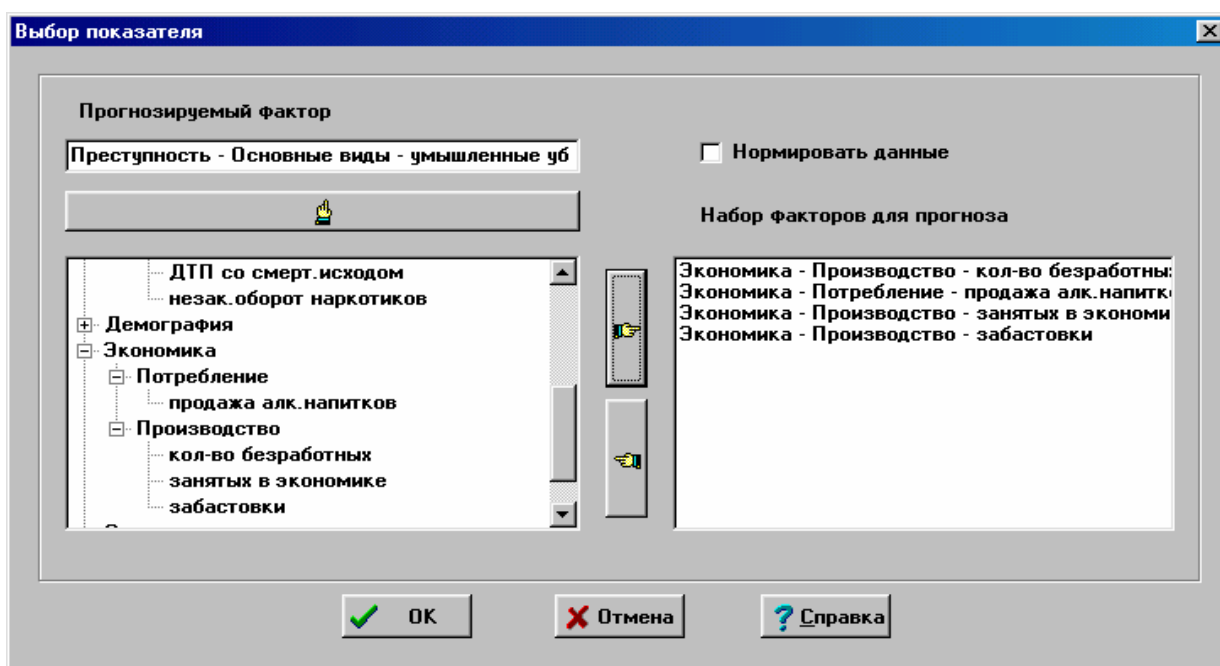


Рис. 3.9. Выбор исследуемых показателей

Для проведения расчетов с нормируемыми данными необходимо установить щелчком мыши флажок на элементе «Нормировать»

данные», при этом будет активирована форма выбора коэффициента нормировки (рис. 3.10).

В открывшемся диалоговом окне будет предложено нормировать данные на 10 000 человек, для изменения коэффициента необходимо поместить курсор в строку для редактирования и ввести новое значение. После выбора коэффициента нормировки необходимо на-

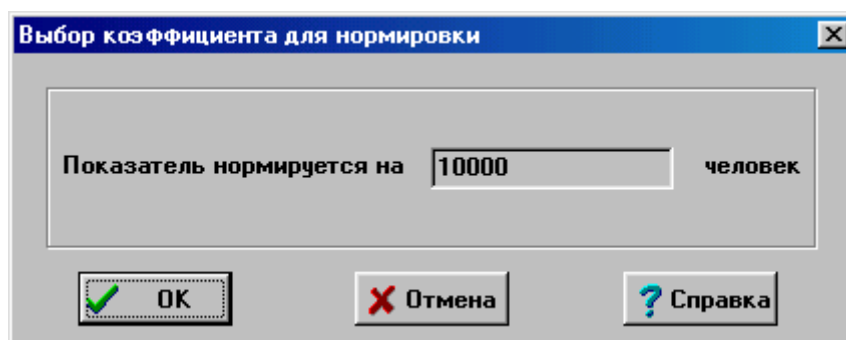


Рис. 3.10. Выбор коэффициента нормировки

жать кнопку «ОК» или отказаться от нормировки с помощью кнопки «Отмена».

Вернувшись в форму «Выбор показателя» для продолжения работы, необходимо нажать кнопку «ОК», для прекращения - «Отмена».

В окне диалога «Выбор района» выбирается район, для которого требуется получить прогноз преступности (рис. 3.11). Для подтверждения выбора нажать «ОК», для отказа – «Отмена».

В раскрывающемся окне «Данные» отображаются многолетние

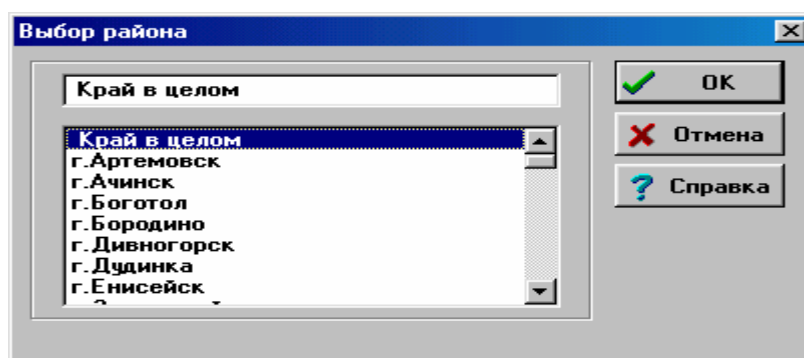


Рис. 3.11. Выбор района

наборы данных, извлеченные из базы данных информационной системы (рис. 3.12). В левой таблице отображаются значения набора внешних факторов, в правой – число преступлений и количество на-

селения района. В случае пропуска в рядах соответствующие ячейки таблицы заполняются значением «999999».

Данные

Число шагов для прогноза: 1

| Край в целом | цмышленные ц | цмышл.прич. тя | грабежи | изне | всего заре | Население | Год |
|--------------|--------------|----------------|---------|------|------------|-----------|------|
| 1990 | 571 | 1835 | 2452 | 495 | 54924 | 3159100 | 1990 |
| 1991 | 505 | 1503 | 3345 | 356 | 55316 | 3161500 | 1991 |
| 1992 | 695 | 2028 | 4553 | 349 | 67712 | 3159200 | 1992 |
| 1993 | 859 | 2296 | 5138 | 307 | 68077 | 3139500 | 1993 |
| 1994 | 880 | 2232 | 4029 | 275 | 66006 | 3116600 | 1994 |
| 1995 | 837 | 2023 | 4037 | 316 | 74151 | 3105900 | 1995 |
| 1996 | 702 | 1840 | 3564 | 273 | 72326 | 3095100 | 1996 |
| 1997 | 799 | 1502 | 3423 | 179 | 71182 | 3095100 | 1997 |
| 1998 | 836 | 1607 | 3496 | 177 | 68947 | 3090000 | 1998 |
| 1999 | 771 | 1528 | 3859 | 177 | 78808 | 3078900 | 1999 |

Выбор модели для прогноза: $y(t) = f(x(t))$

Расчет

Рис. 3.12. Просмотр выбранного набора данных

В управляющем элементе «Число шагов прогноза» с помощью линейки прокрутки задается число шагов прогноза (не более 3). В нижней части окна предлагается выбрать модель, по которой будет осуществляться прогноз.

Для запуска расчетов нажать кнопку «Расчет», для возврата к основному окну диалога – «Отмена». (В случае, если имеющихся данных недостаточно для корректного вычисления прогноза, будет выдано сообщение «Недостаточно данных».)

После нажатия кнопки «Прогноз» появляется диалоговое окно «Ввод данных для прогноза», в верхней части которого располагается таблица, отображающая данные внешних факторов и значения показателя преступности за имеющиеся годы (рис. 3.13).

Ввод данных для прогноза

Край в целом

| Край в целом | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| продажа алк.напитков | 843000 | 596000 | 351000 | 315000 | 9999999 |
| забастовки | 22 | 669 | 1074 | 492 | 9999999 |
| грабежи | 4037 | 3564 | 3423 | 3496 | 3859 |
| Население | 3105900 | 3095100 | 3095100 | 3090000 | 3078900 |

2000

продажа алк.напитков

забастовки

Рис. 3.13. Ввод данных для прогноза

Ниже располагаются поля для ввода значений внешних факторов. Необходимо выбрать из списка либо ввести вручную значения для каждого фактора и шага прогноза. По окончании ввода нажать «ОК» для продолжения работы, для отказа от работы – «Отмена».

В соответствии с непараметрическим алгоритмом восстановления нестационарных зависимостей в условиях малых выборок формируется модель динамики среднегодовой преступности в зависимости от значений внешних факторов.

По завершении расчетов на экран будет выведено окно диалога «Прогноз преступности», в котором отображаются результаты прогнозирования (рис. 3.14).

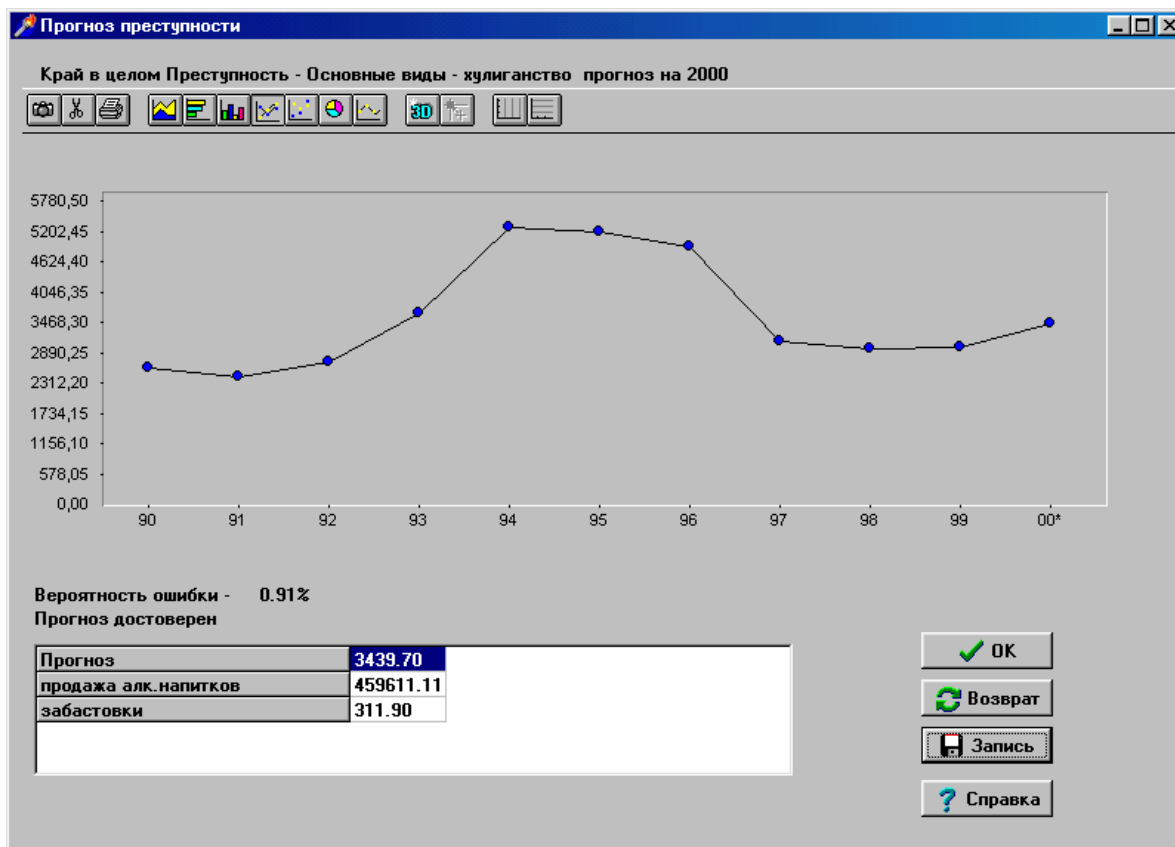


Рис. 3.14. Результат прогнозирования

В верхней части окна диалога располагается график изменения показателя преступности по годам. Если за некоторый год данные о преступности отсутствуют, но имеются данные о внешних факторах, производится оценка отсутствующих значений преступности. Подобные данные отмечаются знаком « * » после года в нижней части графика. Прогнозные значения обозначаются аналогично.

Под графиком указывается вероятность ошибки прогнозирования. При величине ошибки более 5% прогноз является недостоверным.

Ниже располагается таблица, в которой отображаются прогнозные значения показателя преступности и соответствующие им значения внешних факторов.

С помощью кнопок, расположенных над графиком, можно осуществить его преобразование в удобную для восприятия форму (другими словами, можно изменить тип графика).

Для сохранения результатов прогнозирования в файле необходимо сначала нажать кнопку с изображением фотоаппарата, расположенную над графиком, затем нажать кнопку «Запись». В появившемся затем окне диалога указать имя файла (тип файла bmp), в котором

будет сохранена картинка с изображением графика, и нажать кнопку «ОК». Затем указать имя файла (тип файла txt), в котором будет сохранена таблица, содержащая результаты вычисления прогноза, и нажать кнопку «ОК».

Для возврата к окну диалога «Ввод данных для прогноза» нажать кнопку «Возврат», для выхода в основное меню – кнопку «ОК».

Оценка влияния внешних факторов на исследуемый показатель временных процессов.

Данная задача находится на странице «Прогноз».

Для решения задачи установить флажок в позиции «Определение вклада факторов». Нажать кнопку «ОК» для продолжения работы.

В появившемся окне «Выбор показателей» (рис. 3.9) выбрать показатель преступности, для которого требуется определить вклад внешних факторов. Используя кнопку с указателем вверх, перенести выделенный элемент списка в верхнюю строку.

Для задания факторов, вклад которых в изменение преступности необходимо определить, перенести с помощью кнопки с указателем вправо название выбранного раздела (для достоверности определения вкладов используются оценки всех показателей раздела информационного обеспечения системы).

Для задания коэффициента нормировки значений используемых данных применяется элемент формы «Нормировать данные», при этом в окне «Выбор коэффициента для нормировки» (рис. 3.10) задается его значение.

Нажать кнопку «ОК» для продолжения работы и «Отмена» – в случае отказа. В случае, если наборы факторов определены неправильно, появляется предупреждающее сообщение «Некорректное число факторов».

В окне диалога «Выбор района» (рис. 3.11) выбрать район, для которого требуется получить оценки вкладов факторов. Для подтверждения выбора нажать «ОК», для отказа – «Отмена».

В окне «Данные» отображаются данные, извлеченные из базы данных информационной системы (рис. 3.14). В левой таблице содержатся данные по годам всех факторов выбранного раздела, в правой – количество преступлений и население района.

В элементе формы «Количество наиболее криминогенных факторов» задать количество факторов, оказывающих максимальный вклад.

| Край в целом | продажа алк. на | кол-во безработ | занятых в экон | забе | всего зареги | Население | Год |
|--------------|-----------------|-----------------|----------------|------|--------------|-----------|------|
| 1990 | 1825000 | 9999999 | 9999999 | 5 | 54924 | 3159100 | 1990 |
| 1991 | 800000 | 9999999 | 9999999 | 153 | 55316 | 3161500 | 1991 |
| 1992 | 800000 | 65600 | 1553500 | 599 | 67712 | 3159200 | 1992 |
| 1993 | 800000 | 72500 | 1506300 | 3 | 68077 | 3139500 | 1993 |
| 1994 | 700000 | 132300 | 1400300 | 170 | 66006 | 3116600 | 1994 |
| 1995 | 843000 | 136800 | 1371200 | 22 | 74151 | 3105900 | 1995 |
| 1996 | 596000 | 9999999 | 9999999 | 669 | 72326 | 3095100 | 1996 |
| 1997 | 351000 | 9999999 | 9999999 | 1074 | 71182 | 3095100 | 1997 |
| 1998 | 315000 | 9999999 | 9999999 | 492 | 68947 | 3090000 | 1998 |
| 1999 | 9999999 | 9999999 | 9999999 | 999 | 78808 | 3078900 | 1999 |

Количество наиболее криминогенных факторов: 1

Расчет Отмена

Рис. 3.14. Просмотр выбранных данных

Для проведения расчетов нажать кнопку «Расчет», в случае отказа – «Отмена».

Далее в окне диалога «Выбор года для оценки вкладов набора факторов» указать год, на который будут рассчитываться оценки вкладов. Расчет оценок вкладов осуществляется на указанный год по сравнению с предыдущим. Например, если указан 1995 год, то будут рассчитываться оценки вкладов внешних факторов в изменение преступности на интервале времени с 1994 по 1995 гг.

В соответствии с непараметрическим алгоритмом восстановления нестационарных зависимостей в условиях малых выборок формируются модели динамики среднегодовой преступности для каждого параметра в отдельности. Оценки вкладов внешних факторов рассчитываются по полученным моделям. Затем производится нормировка полученных оценок вкладов таким образом, чтобы их сумма была равна 1. Нормированные значения умножаются на 100%. В ре-

зультате оценки вкладов представляют собой процентные величины, характеризующие влияние каждого из внешних факторов на динамику среднегодовой преступности.

По завершении расчетов на экран будет выведено окно диалога «Оценка вкладов», в котором отображаются результаты вычислений (рис. 3.15).

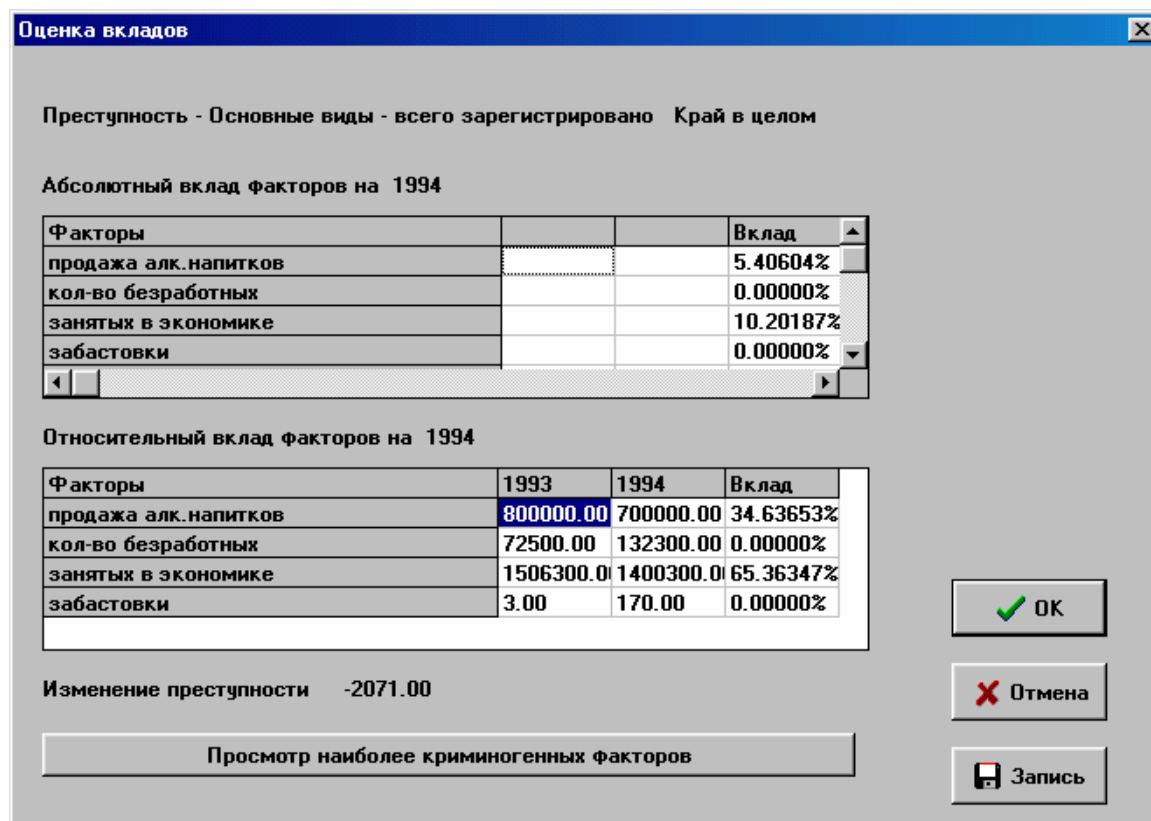


Рис. 3.15. Результаты расчета оценки вкладов факторов

В верхней части окна располагается таблица, в которой отображаются оценки вкладов всех факторов, составляющих выбранный раздел информационного обеспечения, в изменение преступности в процентах. Последняя строка таблицы соответствует неучтенным факторам.

В таблице ниже отображается относительный вклад факторов (оценка вклада неучтенных факторов отсутствует).

Для сохранения результатов расчета в файле необходимо нажать кнопку «Запись». В появившемся затем окне диалога указать имя файла (тип файла txt), в котором будут сохранены таблицы, содержащие результаты вычисления оценок вкладов внешних факторов в изменение преступности, и нажать «ОК».

Для возврата к окну диалога «Выбор года для оценки вкладов факторов» нажмите кнопку «Возврат». Для выхода в основное меню - кнопку «ОК».

Выбор варианта изменения значений воздействующих факторов.

Данная задача находится на странице «Прогноз».

Для решения задачи установить флажок в позиции «Выбор стабилизирующих условий» и нажать кнопку «ОК».

Далее необходимо выбрать показатель преступности и набор наиболее значимых криминогенных факторов, по которым будут формироваться рекомендации.

В диалоговом окне «Выбор показателя» из списка в левом окошке выбрать показатель преступности и набор значимых криминогенных факторов (рис. 3.9). Количество выбранных криминогенных факторов должно быть не более пяти. В случае, если наборы факторов определены неправильно, появляется предупреждающее сообщение «Некорректное число факторов».

В окне диалога «Выбор района» (рис.3.11) выбрать район, для которого требуется получить рекомендации по изменению воздействующих факторов. Для подтверждения выбора нажать «ОК», для отказа – «Отмена».

В окне «Данные» отображаются многолетние наборы данных, извлеченные из базы данных информационной системы (рис. 3.12). В левой таблице отображаются значения выбранного набора криминогенных факторов, в правой – число преступлений и количество населения района. В случае пропуска в рядах соответствующие ячейки таблицы заполняются значением «9999999».

Для запуска расчетов нажать кнопку «Расчет», для возврата к основному окну диалога – «Отмена».

В случае, если имеющихся данных недостаточно для формирования модели, будет выдано сообщение «Недостаточно данных».

В окне диалога «Выбор варианта изменения воздействующих факторов» предлагается задать желаемое значение показателя преступности (рис.3.16). В нижней части окна диалога располагается таблица, содержащая данные о воздействующих факторах и значения показателя преступности за имеющиеся годы. После ввода желаемого значения преступности нажать кнопку «ОК» для формирования рекомендаций.

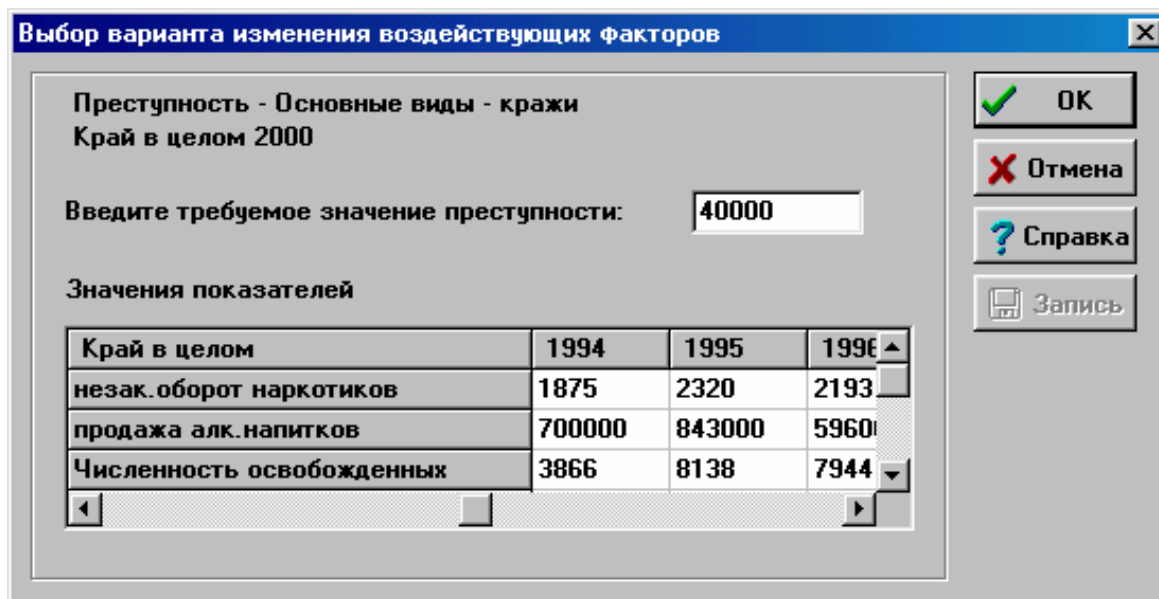


Рис. 3.16. Выбор варианта изменения воздействующих факторов

В соответствии с непараметрическим алгоритмом восстановления нестационарных зависимостей в условиях малых выборок формируется модель динамики среднегодовой преступности в зависимости от значений параметров воздействующих факторов. После формирования модели с помощью оптимизационного алгоритма находятся такие значения криминогенных факторов, при которых полученное по модели значение показателя преступности совпадает с заданным. Допустимое отклонение выхода модели от заданного значения показателя преступности при этом не превышает 1% процента.

По завершении процесса обработки данных в нижней части окна диалога «Выбор варианта изменения воздействующих факторов» будет выведена таблица, в которой отображаются значения криминогенных факторов, при которых достигается требуемое значение преступности (рис. 3.17).

Если требуемое значение показателя преступности не может быть получено за счет изменения параметров воздействующих факторов, будет выдано сообщение «Данное значение не может быть достигнуто».

Для продолжения эксперимента с выбранным набором факторов нажать кнопку «Возврат».

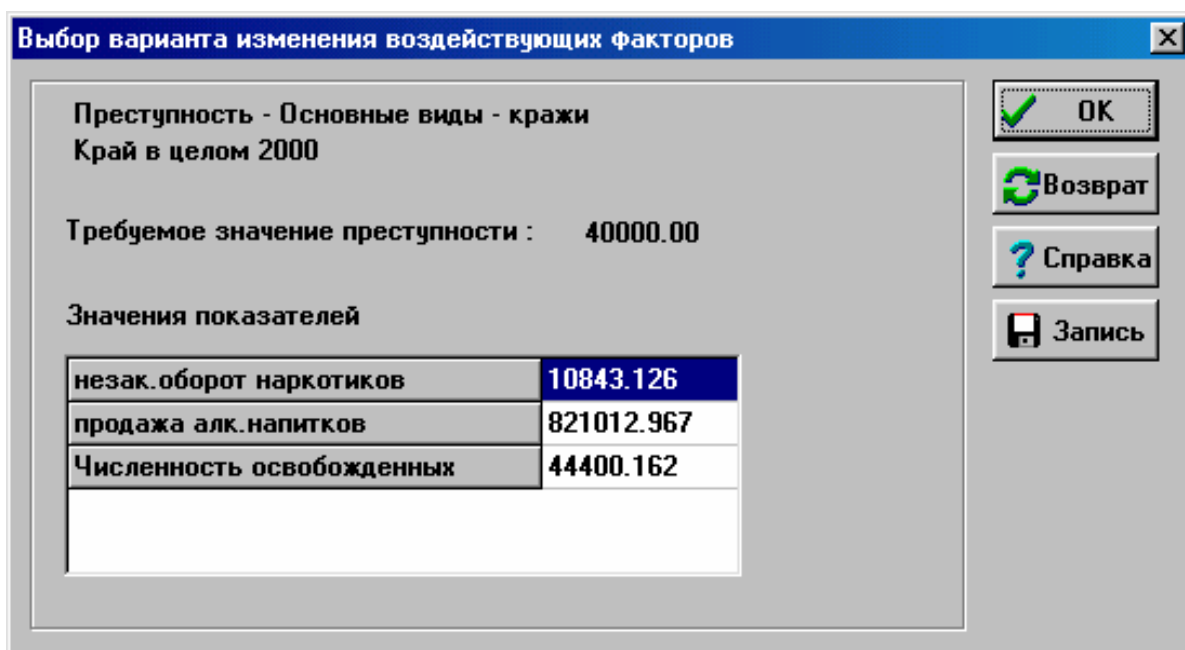


Рис. 3.17. Просмотр варианта рекомендуемых значений воздействующих факторов

Для сохранения результатов расчета в файле необходимо нажать кнопку «Запись». В появившемся затем окне диалога указать имя файла (тип файла txt), в котором будет сохранена таблица, содержащая результаты изменения параметров внешних факторов, и нажать «ОК».

Тенденция изменения во времени показателя исследуемого признака.

Для решения задачи установить флажок в позиции «Тенденция» и нажать кнопку «ОК».

Далее необходимо выбрать исследуемый признак. По нажатии кнопки «ОК» пользователю предлагается выбрать один регион из списка. Выбрав регион, нажать кнопку «ОК».

Затем появляется график, по оси абсцисс которого откладываются годы, а по оси ординат – значения исследуемого признака. Визуально данные представляются в виде двух кривых: зеленым цветом изображены реальные изменения исследуемого признака, а синим – линейный временной тренд (рис.3.18).

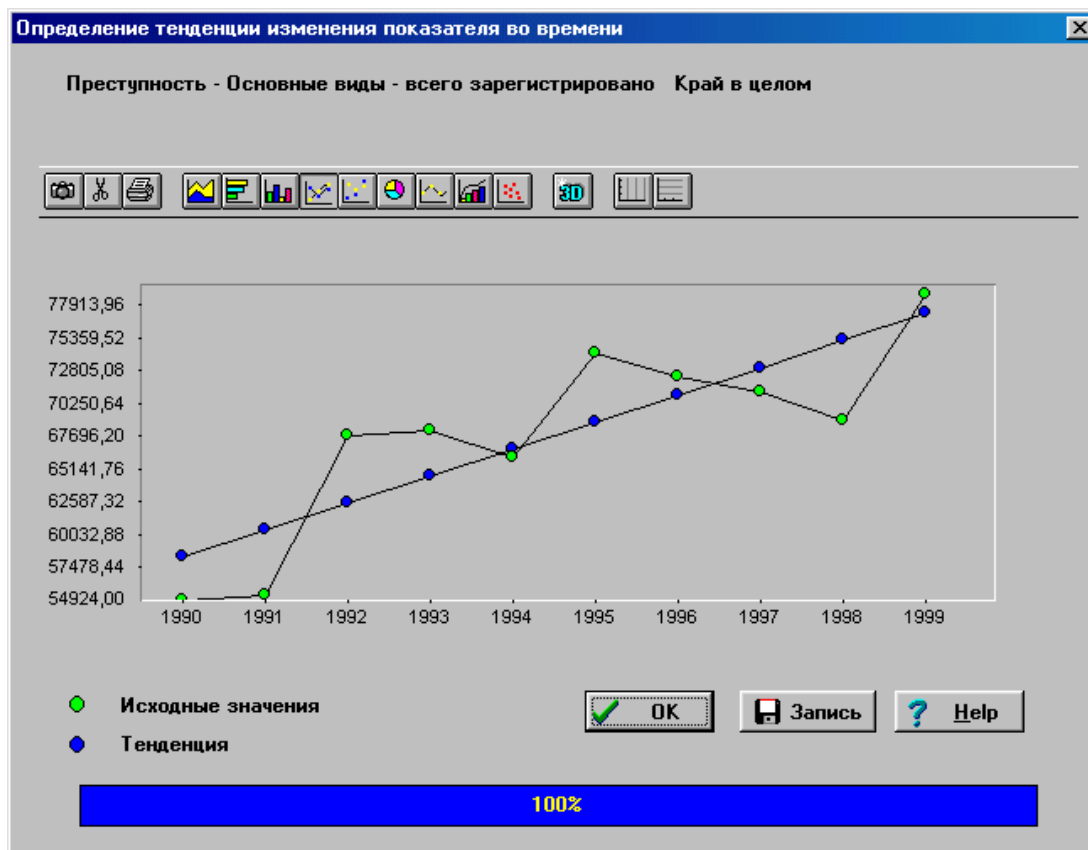


Рис. 3.18. Тенденция изменения показателя во времени

Оценивание тенденции изменения во времени исследуемого признака производится на основе линейного временного тренда. Коэффициенты линейной модели подбираются из условия минимума суммы квадратов отклонений значений, получаемых с помощью модели, от истинных значений.

3.7. Техничко-экономические показатели

Источниками экономической эффективности системы являются:

- автоматизация решения нового класса задач прогнозирования и анализа временных процессов по коротким рядам их реализаций;
- поддержка принятия решений, расширяющая возможности управления в рамках исследуемой системы;
- повышение точности прогнозирования и достоверности выявляемых закономерностей, обеспечивающих эффективность технологических и организационных мероприятий;
- рациональное использование баз данных;
- повышение квалификации пользователей системы в процессе ее эксплуатации.

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕСТУПНОСТИ РЕГИОНА И ОЦЕНИВАНИИ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

В данной главе рассматриваются качественные и количественные характеристики преступности, даются понятия и определения объекта исследования. Для анализа закономерностей преступности используется системный подход, устанавливаются причины ее появления и развития. Обсуждаются методологические основы исследования и прогнозирования состояния преступности. Проводится систематизация методов исследования преступности. С учетом априорной неопределенности исходных данных о состоянии преступности в регионе формулируются задачи исследования и приводятся их постановки.

Анализируются результаты применения информационной системы при оценивании и прогнозировании показателей преступности Красноярского края в условиях изменения набора внешних факторов (социально-экономических, демографических, материально-технического и кадрового обеспечения правоохранительных органов). Дается характеристика исходной информации и приводятся прогнозные значения показателей преступности.

Содержатся данные по использованию системы при оценке конструктивных особенностей электронасосных агрегатов.

4.1. Основные понятия и определение объекта исследования

Понятие «преступность» чаще всего употребляется в тех случаях, когда речь идет о множестве преступлений, об их определенной статистической совокупности [27].

Преступность – это относительно массовое, исторически изменчивое социальное и уголовно-правовое явление, представляющее собой систему преступлений, совершенных в соответствующем государстве (регионе) за тот или иной период времени.

Она возникла с появлением частной собственности, расколом первобытнообщинного строя на классы и появлением связанных с этим антагонистических противоречий. Преступность наиболее очевидно проявляет себя через массу преступлений. Как правило, о массе говорят, когда число каких-то явлений подлежит статистическому анализу, при котором выявляются определенные статистические закономерности. Вот почему если речь идет о преступности как о мно-

жестве, состоянии преступности, внимание акцентируется на статистическом анализе данных о ней.

Преступность исторически изменчива. Состояние преступности неодинаково в разных социально-экономических формациях. Ее уровень и структура изменяются и на отдельных этапах развития определенной формации в зависимости от содержания и тенденций, причин и условий преступлений, а также от определения государством круга деяний, объявляемых преступными.

Преступность – социальное явление. Она социальна потому, что ее субъекты, как и лица, на интересы и отношения которых осуществляются посягательства, – члены общества. Преступность порождается причинами и условиями, носящими социальный характер.

Преступность – не просто статистическое множество преступлений, а именно явление. Как всякое явление, оно закономерно по детерминации (причинно-следственной зависимости и связи обусловливания), по взаимодействию с другими социальными явлениями – экономикой, политикой, идеологией, психологией общества и социальных общностей, управлением, правом и т. д. Интенсивность и характер преступности определяются противоречиями взаимодействующих социальных процессов и явлений криминогенного, антикриминогенного, «смешанного» характера.

Преступность – уголовно-правовое явление. Понятие преступления – базового элемента понятия «преступность» – дается уголовным правом. Преступления – не только общественно опасные, но и обязательно уголовно-противоправные, т. е. запрещенные уголовным законом под страхом наказания, деяния. Учет правовой характеристики преступности при оценке ее уровня, структуры и динамики весьма важен. Не существует «собственно криминологических» понятий преступности и ее подсистем. Все они жестко запрограммированы их уголовно-правовой оценкой. Поэтому расширение круга тяжких преступлений в ст. 7 УК 1960 г., происшедшее в 1994 г., неизбежно сказалось на увеличении доли этой категории преступлений в уголовной статистике 1995 г.

Преступность складывается из конкретных преступлений, совершаемых на данной территории в соответствующий период времени. Между преступностью и преступлениями взаимодействие происходит по закономерностям целого и части, общего и единичного (отдельного), системы и ее элементов. Преступность – целостное множество отдельных преступлений (элементов), группирующихся по видам (преступность несовершеннолетних, рецидивная, корыстная и т. д.).

Всем видам преступлений и отдельным преступлениям свойственны общественная опасность и уголовная противоправность. Однако нельзя сводить преступность к механической сумме ее элементов. Они – лишь проявления определенной целостности. Закономерности преступности как социально-правового феномена обнаруживаются именно при анализе ее как целостности.

Разумеется, говоря о преступности как целостности, надо иметь в виду, что она – типичное стихийное явление. Люди, совершающие преступления, не объединены (вне пределов групповых преступлений) ни единством целей, ни средствами их достижения, скрывааемыми от окружающих. Это приближает преступность к суммативному множеству, т. е. сумме всех совершенных преступлений. Приближает, но не отождествляется с ней, поскольку ей как целостности присущи общие свойства и тенденции, определенные системообразующие связи и закономерности.

4.2. Системный анализ преступности и ее причины

Изучение философской, социологической и криминологической литературы позволяет сделать вывод, что во главу угла при разработке проблемы исследования и прогнозирования преступности должен быть поставлен принцип системности, показавший свою действенность как в процессе теоретического анализа, так и в ходе конкретных научных разработок [28]. Возрастание роли системного подхода в последние годы обусловлено усложнением всех общественных процессов, необходимостью поиска адекватных форм для выражения сложных структур, зависимостей и отношений человеческой действительности, стремлением создать инструмент интегрального видения реальности. Это особенно актуально для получения прогностической информации, значимость которой, с учетом стремительного развития деструктивных процессов в обществе, постоянно увеличивается.

С позиций системного подхода преступность – это динамический процесс социальной природы, включающий множество элементов в виде актов преступного поведения и лиц, их совершивших, который образует стохастическую, сложную, гетерогенную, с многократно расчлененной структурой статистическую совокупность, характеризующую в конкретных пространственно-временных рамках системой свойств и параметров [29].

Рассматривая приведенное понятие, следует сделать ряд уточнений, вытекающих из современных тенденций развития преступности.

Во-первых, преступность как система становится менее стохастичным процессом и приобретает черты управляемости со стороны криминалитета. Проиллюстрировать это можно на примере организованной преступности, которая в настоящее время контролирует многие сферы криминального бизнеса и оказывает ощутимое влияние на противоправную деятельность лиц, не входящих в структуру преступных организаций.

Во-вторых, преступность утрачивает черты гетерогенности (разнородности), становясь все более гомогенной (однородной). Свидетельством тому являются активный процесс смыкания общеуголовной и экономической преступности, влияние организованной преступности на коррупцию государственных служащих и вовлечение их тем самым в преступную деятельность.

В-третьих, преступность как статистическая совокупность представляет собой выборку из общего числа преступлений, причем, как справедливо отмечает В.В. Панкратов, выборку нерепрезентативную [30]. И дело здесь не в том, что неизвестен объем генеральной совокупности характеристик всей преступности, а в том, что указанная выборка формируется тенденциозно. Не все лица, совершившие преступления, имеют равные шансы быть привлеченными к уголовной ответственности. Так, можно выделить элитарную группу в числе правонарушителей, должностной статус которых обеспечивает им положение «над законом». Кроме того, в криминальной среде активно применяются способы и приемы снижения уголовно-правового риска, к которым относятся выбор жертвы посягательства из числа лиц, участвующих в совершении преступлений и скомпрометированных определенными действиями; тщательная подготовка к совершению преступления, включая уничтожение следов преступления и оперативное исчезновение с места криминального события; воздействие на потерпевших и свидетелей посягательства; обеспечение конспирации и контрразведывательная деятельность в отношении правоохранительных органов, их подразделений и служб, конкретных работников, установление с ними доверительных отношений; использование квалифицированной юридической «помощи» (консультаций) в процессе подготовки к совершению преступления и после возбуждения уголовного преследования; дезинформация общественного мнения в пользу правонарушителей с помощью средств массовой информации и иным образом; угрозы и насилие в отношении сотрудников правоохранительных органов, лиц, осуществляющих частное расследование, собирающих соответствующую информацию с целью предать ее

гласности; коррумпирование представителей системы уголовной юстиции, сбор компрометирующих сведений о них для последующего шантажа и т.п. Поэтому сведения о многих лицах и совершенных ими опасных преступлениях не отражаются в уголовно-статистической информации.

Преступность как система выражает себя в феномене самовоспроизводства. Криминалитет активно участвует в самоорганизации преступного мира, подборе «кадров» для занятия криминальным бизнесом и осуществления функций прикрытия противоправной деятельности.

С позиций системного подхода важно выделить также систему «преступность – причины преступности», которую впервые описала Л.А. Волошина [31]. Это существенно для прогнозирования преступности, ибо, не анализируя состояние и развитие указанной системы, невозможно реализовать функцию предвидения в криминологии в рассматриваемом направлении.

Поскольку причины преступности устранить невозможно, преступность представляет собой неизбежное зло [32], которое требует минимизации и контроля. В этом, собственно говоря, и заключается одна из главных функций государства, которое только тогда может считаться «сильным», когда оно обеспечивает контроль над преступностью.

Следовательно, в плане прогнозирования преступности необходимо иметь в виду систему воздействия на преступность, которая состоит из двух подсистем: управляющей и управляемой.

Управляющая подсистема включает взаимодействующие органы (субъекты борьбы с преступностью), разрабатывающие и применяющие уголовно-правовые нормы, финансирующие уголовно-политическую деятельность. К ее элементам относятся:

- законодательные органы;
- правоохранительные органы с их сложной конструкцией;
- научно-исследовательские и учебные заведения, участвующие в подготовке информации для принятия решений в сфере уголовно-правовой политики;
- иные государственные органы, общественные организации, ассоциации, занимающиеся реализацией уголовно-политических задач;
- предприятия различной организационно-правовой формы, оказывающие финансовую помощь в решении задач борьбы с преступностью.

В плане прогнозирования преступности представляет интерес,

во-первых, динамика работы этой подсистемы. Важно знать, в каком направлении она развивается и к каким итогам деятельности придет. Во-вторых, прогностический аспект включен в само содержание функционирования подсистемы, которое немислимо без «опережающего» отражения действительности. Большое значение имеет понимание того, на каком уровне осуществляется такое отражение и что собой охватывает.

Управляемая подсистема состоит из групп людей, на которых распространяются требования уголовного закона. Прогностическую информацию целесообразно формировать по отношению к следующим условно выделенным категориям:

- население, проживающее на данной территории («законопослушные» граждане);
- лица, склонные к совершению преступлений;
- лица, совершившие преступление;
- осужденные правонарушители.

Задачи прогнозирования преступности с точки зрения получения необходимой информации в отношении названных социальных групп многочисленны: виктимологические опросы населения; анализ динамики правосознания; изучение трансформации отношения к уголовному закону и практике его применения в процессе «перехода» конкретных лиц одной группы в другую как по нисходящей, так и по восходящей линиям; получение сведений о реальном состоянии преступности от правонарушителей.

Относительно самостоятельное место в структуре объекта прогнозирования преступности занимает подсистема уголовно-правовых норм. Ее самостоятельность видна, когда названная система накладывается на матрицу наиболее конфликтных общественных отношений и становятся заметными проблемы совершенствования законодательства, которые целесообразно учитывать при разработке прогнозов, особенно значительного временного упреждения (более 3 лет). Это сложная задача, однако, вопреки мнению Ю.В. Солопанова, в принципе достижимая. Во всяком случае трудно согласиться с рекомендацией вовсе не учитывать динамику правовых факторов, влияющих на уровень преступности, в процессе ее прогнозирования [33].

Системный подход при прогнозировании преступности должен с методологической точки зрения быть дополнен категорией развития. Здесь следует обратить внимание на ряд идей, реализующих указанную категорию, делающих ее особенно продуктивной в конкретном исследовании. Остановимся на их краткой характеристике.

1. Диалектичность процесса развития, сочетание конструктивных и деструктивных процессов, разнонаправленность тенденций, движения поступательного и кругового, спиралевидного, маятникового. В настоящее время активно изучается проблема цикличности в социальных системах [34]. Идея цикличности представляет интерес в плане поиска закономерностей и механизмов динамики уголовно-правовой политики и, соответственно, прогнозирования преступности («перехода» ее из латентной в зарегистрированную). Анализ уголовно-правовой эмпирики позволяет, в частности, отметить ритмичность движения уголовно-правовой политики по траектории «маятника» (период усиления репрессии считается периодом «гуманизации», затем вновь ужесточением карательной практики и т.д.). Началось движение в сторону увеличения строгости уголовно-правовой политики (как в качественном, так и в количественном аспектах), поэтому в обозримой перспективе следует ожидать роста зарегистрированной преступности.

2. Взаимосвязь эволюционной (инволюционной) перспективности и ограничения. Здесь особенно актуален вопрос о пределах развития инволюционных (разрушительных) процессов. Существует некий порог, за пределами которого инволюция может принять труднообратимый характер, свидетельством чего явится симбиоз преступности и государственности. Такая гипотеза должна подвергаться анализу в ходе прогнозирования преступности.

3. Возникновение в процессе развития качественно нового. Преступность в последние годы характеризуется существенными качественными изменениями. Возникли широкомасштабные банковские аферы, игорный бизнес, организованное вымогательство (рэкет), опасные формы и размеры приобрели организованная преступность и коррупция, незаконный оборот наркотических средств. Понятно, что эти и другие проявления должны учитываться при разработке прогнозов преступности.

4. Объективно-целевое содержание процесса развития, его целесообразность. Принципы целесообразности, как свидетельствует современная философская наука, – онтологическая категория. Целевая же детерминация развития – специфический, присущий только человеку и обществу высший вид причинной детерминации.

Таким образом, во-первых, прогнозирование преступности зависит от целей развития общества (явных и неявных, популяризируемых и скрываемых), которые, в свою очередь, упорядочены по отношению к глобальной целеустремленности. Названное обстоятельство особен-

но актуально сейчас, когда стратегия движения общества имеет неясные ориентиры. Во-вторых, прогнозирование преступности сталкивается с трудностью моделирования целей подсистем объекта научного анализа. В условиях резкого падения уважения к закону и порядку такая задача становится все более сложной, хотя, разрабатывая прогноз преступности, важно располагать информацией о типичных ситуациях реагирования системы уголовной юстиции (в частности, органов прокуратуры) на современные правонарушения (например, чиновниками высокого ранга).

В-третьих, целеустремленность характерна и для деятельности преступников, причем в последние годы это обстоятельство заметно усилено фактором их организованности, что, безусловно, должно учитываться при разработке прогнозов преступности.

Наконец, в-четвертых, целесообразность развития означает его разумность, практическую полезность. Критерий разумности придает развитию философско-гуманистическую направленность, ибо нормальный (здоровый) организм (человек, организация, общество) живет осмысленно, стараясь не причинять вреда себе, окружающим людям, природной и социальной среде. Когда этот принцип («не навреди») нарушается, проявление патологических процессов выгодно для какого-либо субъекта, который такое нарушение организует и направляет.

По мнению академика Н.Н. Моисеева, разумное общество – это общество, идущее к состоянию, необходимому человеку для того, чтобы избежать деградации и сохранить возможности дальнейшего развития. Оно должно обладать следующими свойствами: умением обеспечить возможность проявления интеллектуальных способностей отдельных личностей с учетом их своеобразия и индивидуальности; способностью обеспечить высокий уровень социальной защищенности человека, сознательным подчинением экологическому и нравственному императивам [35]. Следование идее разумности дает возможность получить очевидные по простоте и эффективности решения по преобразованию общественного устройства в самых различных сферах.

Идея разумности, здравого смысла незаменима в методологии прогнозирования преступности, поскольку позволяет дать правильную оценку тем социально-инженерным проектам и технологиям, которые направлены на разрушение общества, а затем – на активизацию причин преступных посягательств, интенсивность совершения которых закономерно увеличивается.

Прогнозирование преступности предполагает анализ и учет социально-исторических детерминант развития общества и предшествующего опыта социальных преобразований. В этом плане можно констатировать высокую вероятность перехода сегодняшней псевдодемократии в тоталитаризм. «Антропологический компонент тоталитаризма, – замечает К.С. Гаджиев, – состоит в стремлении к полной переделке и трансформации человека в соответствии с идеологическими установками. Важное место в комплексе идей и механизмов, направленных на изменение человеческой природы, занимает жесткий контроль над сознанием человека, его мыслями, помыслами, внутренним миром»[36]. Такой контроль достигается манипулированием общественным сознанием с помощью средств массовой коммуникации, нагнетанием атмосферы мистицизма и внедрением эзотерических методик, которые выступают в роли основного средства психологической обработки масс. А процессы «атомизации» общества, маргинализация существенной части населения страны, деидеологизация населения неизбежно ведут к росту преступности. «Мы неминуемо катимся, – пишет С.Г. Кара-Мурза, – к торжеству уравнительной психологии («военному коммунизму») как условию физического выживания народа и к торжеству волчьей преступной морали большинства, которое предполагает выживать и наслаждаться через грабеж»[37].

В последние годы в сознание населения (и правоприменителей) активно внедряется «идеологический вирус», получающий выражение в тезисе «капитал наживается преступным путем – это общеизвестно, поэтому следует подождать, когда закончится период первоначального его накопления, потом все нормализуется само собой». Выдвигается и идея совсем обескураживающая – сотрудничество с криминалитетом (авторитетами; «ворами в законе») с целью обеспечения контроля над преступностью [38].

Абсолютно неосновательны (с точки зрения интересов общества) расчеты на криминалитет, который якобы будет выполнять социально полезные функции, выступая в качестве инструмента позитивного воздействия на преступность. Заигрывания с преступностью могут привести только к одному финалу – созданию государства криминального типа, где реальная власть будет принадлежать мафии, а официальные институты – представлять ее интересы.

Необходимо отчетливо осознать альтернативу: или государство обеспечивает контроль над преступностью, принимая для этого комплекс жестких и решительных мер, или происходит, по выражению В.С.Овчинского, огосударствление мафии, что в итоге предполагает [39]:

– бедствие, разруху, острый дефицит всего жизненно необходимого, социальную протрацию населения, разрыв коммуникаций (возможность пользоваться ими в основном криминалитету);

– выкачку всех наличествующих денежных ресурсов за счет монополю высокими ценам на все, что обеспечивает выживание (лекарства, пища, жилье, одежда, транспорт, «защита»);

– интенсивную адаптацию максимально широких слоев населения к участию в «черном производстве», включающем наркотики, проституцию (в том числе и детскую), порнобизнес, убийство за плату и другие виды деятельности, обеспечивающие сверхприбыль при относительно низкоквалифицированном и нетрудоемком труде;

– дальнейший переход мафии на более высокие этажи «белой» экономики.

Основываясь на рассмотренных признаках преступности как системы, можно выделить и некоторые составляющие причины ее появления и развития.

Причины преступности являются фундаментальной и самой острой проблемой криминологии, в которой сконцентрированы элементы философии, экономики, политики, юриспруденции, социальной психологии, научной теории и социальной практики.

В условиях обострения социально-экономической и политической обстановки в стране, роста преступности, упадка нравственности и морали изучение причин преступности становится особенно актуальным. Это нацеливает криминологическую науку на глубокое и конкретное исследование причинных зависимостей преступности в связи с происходящими в обществе изменениями.

Для правильного понимания вопроса о причинах и условиях преступности ключевым является вопрос об исходных понятиях методологического плана.

Известно, что под причиной понимается объективная связь между явлениями, одно из которых (причина) при определенных условиях порождает другое явление (следствие). Исходя из этой общей посылки, под причинами преступности в криминологии будем понимать те негативные социальные явления, которые порождают и воспроизводят преступность и преступления как закономерное следствие.

Необходимо иметь в виду, что сама по себе причинность не исчерпывает всех видов взаимосвязей в явлениях природы и общества. В равной мере это относится к явлениям и процессам, изучаемым криминологией.

Временная связь отражает действие явления или процесса по принципу «раньше-позже». Такая взаимосвязь отличается большим разнообразием. Так, преступному действию как уже совершившемуся факту (следствию) предшествует ряд временных этапов: вынашивание замысла, выбор объекта посягательства, орудий совершения преступления, распределение ролей между соучастниками, принятие решения о начале преступных действий.

Связь в пространстве выражает распределение преступности на территории, распространенность тех или иных видов преступности в зависимости от социальных, географических, этнографических и других различий в отдельных регионах страны.

Связь состояний определяется как опосредование одного состояния другим. В криминологии, например, это выражается в том, что с изменением состояния отдельных видов (категорий, групп) преступлений меняются состояние и структура всей преступности.

Функциональная связь выражает математическую зависимость двух величин – независимой переменной и функции. За изменением первой следует строго определенное изменение второй.

Корреляция – многофакторная связь в массовых системах, при которой изменения в одном ряду факторов в сторону возрастания или уменьшения какой-либо величины вызывают изменения в другом ряду факторов.

Все виды взаимосвязи явлений объединяются понятием «детерминизм». В этом смысле причинность выступает одной из форм (разновидностей) детерминации.

При изучении и описании детерминант преступности часто используется понятие «фактор». В криминологических исследованиях обычно выделяются такие факторы, как урбанизация, миграция, изменение половозрастной структуры населения, рождаемость, свободное время, образовательный и культурный уровень населения, уровень материальной обеспеченности и др. Все эти факторы должны рассматриваться органично связанными друг с другом.

Задачей криминологии является познание системы криминогенных и антикриминогенных факторов, ранжирование их по степени значимости, установление степени взаимосвязи между собой и группами наиболее значимых факторов.

Рассматривая детерминанты преступности, следует выделить особую роль причинной связи. Особенность ее состоит в том, что она составляет как бы внутреннее состояние детерминации, выражает ее сущность. Будучи разновидностью закономерной связи, причинность

обладает такими чертами, как всеобщность, необратимость, пространственная и временная непрерывность.

Причина создает возможность определенного действия. Условия же способствуют реализации этой возможности.

Значительную роль в существовании преступности играют ее условия. Это комплекс явлений, которые сами по себе не могут породить преступность (следствие), но служат определенными обстоятельствами, способствующими ее возникновению и существованию.

Отечественная криминология исходит из признания социальной исторической обусловленности преступности. Первая по важности посылка состоит в том, что преступность тесно связана с социальными условиями жизни общества и всей системой общественных отношений. Вторая заключается в том, что преступность своими корнями уходит в антагонистические общественно-экономические формации, которые породили существование преступности.

Социальные отношения, как и экономические, многообразны и комплексны. Они функционируют на макро- и микроуровнях. На макроуровне – это отношения человека с обществом и государством, производственные отношения, определяющие его социальное положение. Общество, в котором грубо нарушаются права человека, расплачивается быстрым ростом и крайними проявлениями преступности.

На микроуровне – это разнообразные межгрупповые и внутригрупповые отношения; отношения между людьми в ближайшем социальном окружении; межличностные отношения, включающие отношения в семье, между близкими и знакомыми. Здесь наиболее часто происходят столкновения интересов людей, выливающиеся нередко в острые конфликты, которые служат питательной средой и стимулом преступности.

Социальные отношения могут стимулировать рост преступности при неблагоприятной экологической ситуации, когда ухудшаются условия жизни целых регионов и быстро растет социальная напряженность.

Социальные конфликты, приводящие к совершению преступлений, могут отражать недовольство человека своим социальным статусом, неполученным образованием, обстановкой в коллективе, семье и т.п.

В течение длительного времени считалось, что преступление – сугубо социальное негативное явление, национальный аспект, по сути дела, не учитывался. Это можно объяснить тем, что до последнего времени преступность на почве межнациональных конфликтов не бы-

ла так распространена, как ныне, и не являлась предметом специального изучения.

Говоря о национальных отношениях с точки зрения причин и условий преступности, мы имеем в виду не какие-то особенности национальной психологии, а прежде всего социальный статус лиц, оказавшихся на низших ступенях общественной лестницы и не находящих во многих случаях цивилизованных средств борьбы за свои социальные права. Психофизиологическая структура личности также представляет научный интерес в плане изучения причин и условий совершения преступлений.

В комплексе причин преступности классовые интересы достаточно приблизительно характеризуют противоречия, возникающие между более мелкими группами и ячейками, составляющими общество. Рост таких противоречий, их конфликтное углубление могут приводить к тому, что для определенных групп лиц закон перестает быть законом в плане обязательно-властного веления государства. В этой ситуации господствует право сильного. Обострение противоречий между групповыми интересами внутри общества становится одной из тех острых проблем, которой слишком опасно пренебрегать, ибо в ней, в ее неразрешенности – источник роста преступности.

Социальный климат в обществе – иногда не без помощи средств массовой информации – приводит к неустойчивому, конфликтному положению между различными слоями, что неизбежно ведет к усилению преступности. Навязчивая демонстрация по телевидению насилия и жестокости также способствует росту криминогенного насилия.

Деморализация микросоциальных отношений в обществе, особенно в основной его ячейке – семье, неуважительное отношение друг к другу, низкий уровень политической, правовой и общей культуры плюс широкие масштабы хулиганства – все это, к сожалению, во многом присуще сегодняшнему состоянию нашего общества. Зачастую в комплексе причин и условий преступлений лежат и бытовые мотивы или неприязнь людей друг к другу. Такую ситуацию принято называть тревожно (кричаще) криминогенной.

Насильственная преступность в своей значительной части по статистике является следствием межличностных конфликтов.

Такие конфликты опасны прежде всего непредсказуемостью поведения людей, что значительно усложняет их предупреждение. Нередко в этих условиях вмешательство работников милиции или общественности не предотвращает эти преступления, а даже ускоряет их (взрывает ситуацию).

Уровень правосознания, личностной оценки социальной справедливости, психофизиологическая структура личности являются как бы генераторами протестующего, а иногда и преступного поведения.

Итак, для глубокого криминологического анализа причин преступности следует обращаться к противоречиям современной жизни как основному источнику всего причинного комплекса нынешней преступности.

Используя приведенные описательные характеристики, преступность, как систему, можно представить в виде следующей структурной схемы (рис.4.1).

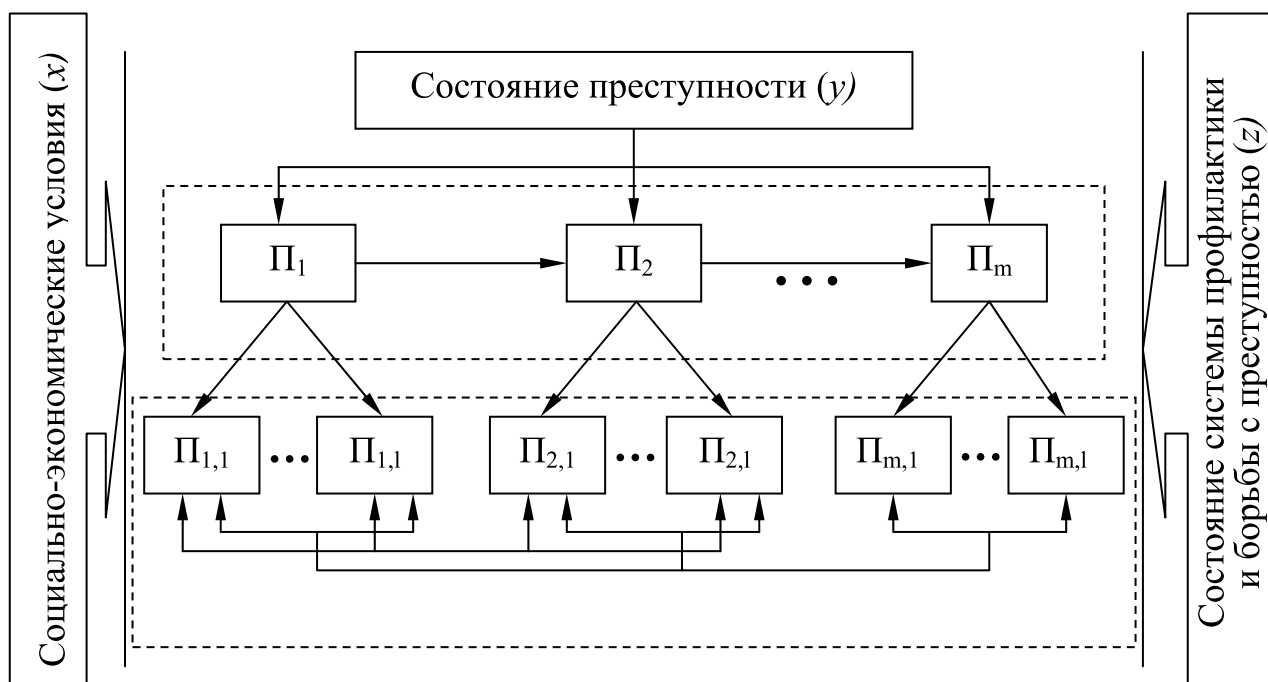


Рис. 4.1. Структурная схема преступности

Состояние преступности y характеризуется набором регистрируемых видов преступлений Π_{ij} , $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, l}$, где m – количество возрастных групп населения, по которым ведется учет преступности; l – количество показателей преступности. С учетом самовоспроизводства преступности и форм общественной опасности различных видов преступлений предполагаются как прямые связи между видами преступлений в различных возрастных группах, так и зависимости типа Π_{ij} от Π_{vj} , $v = \overline{1, i-1}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, l}$. Кроме внутренних процессов и связей на систему воздействуют, с одной стороны, социально-экономические условия проживания населения и демографические факторы x , с другой – правоохранительные органы с соответствующими

щими количественными характеристиками системы профилактики и борьбы с преступностью z . Таким образом, на систему воздействуют как внутренние, так и внешние факторы.

Для анализа преступности, определения ее тенденций и закономерностей необходимо выявить ее качественные и количественные характеристики.

В качественном и количественном отношении преступность характеризуется тремя основными показателями: уровнем, структурой и динамикой.

Источниками информации о состоянии преступности в данном случае являются:

1) статистические отчеты (отчеты МВД, прокуратуры, других правоохранительных органов);

2) статистические карточки первичного учета, в том числе отражающие сведения о преступлении, совершившем его лице и подсудимом;

3) показатели социально-экономической, социально-демографической и другой статистики;

4) данные об иных правонарушениях, пьянстве, алкоголизме, наркомании и т.п.;

5) материалы обобщенных уголовных дел, материалов и заявлений о преступлениях;

6) результаты изучения общественной психологии, правового сознания, общественного мнения о преступности и борьбе с нею;

7) данные опросов осужденных, лиц из контрольной группы, представителей разных социальных групп населения;

8) результаты наблюдений криминологов.

Учет преступности основывается на регистрации конкретных ее проявлений: фактов совершенных преступлений; лиц, совершивших эти преступления; жертв преступлений и сумм материального ущерба, причиненного преступлениями; организованных преступных формирований.

Уровень преступности – это ее количественная характеристика, измеряемая в абсолютном выражении суммой совершенных преступлений $y = \sum_{i=1}^N y_i$, где N – количество учитываемых показателей

преступности, а также в коэффициентах или индексах преступности (количество совершенных преступлений и лиц, их совершивших, на 1000, 10000 или 100000 чел. населения):

$$K = \frac{y \times 1000}{H},$$

где H – общая численность населения.

Официальной статистикой уровень преступности оценивается по двум показателям: количеству зарегистрированных преступлений и их участников и по данным о судимостях. Данные о регистрации полнее, ибо ближе стоят к реальной преступности (хотя и здесь нужна поправка на латентность). Однако данные о судимостях точнее, ибо отражают правовую характеристику преступности по вступившим в силу приговорам.

Существует два вида официальной уголовной статистики:

- 1) органов МВД и прокуратуры, представляющих картину зарегистрированной преступности;
- 2) органов юстиции, представляющих состояние судимости в стране.

Различия между зарегистрированной преступностью и судимостью иногда достигают двух-трехкратного размера. Так, в 1990 г. по коэффициенту на 100 тыс. населения были зарегистрированы 969 деяний. Судимость же составила 287 деяний, т.е. в 3,3 раза меньше. Если с 1961 г. по 1984 г. корреляция между зарегистрированной преступностью и судимостью была близка к линейной, то с 1988 г. уровень зарегистрированной преступности постоянно возрастал, а уровень судимости – падал. Два главных источника таких различий: большой объем переданных на рассмотрение общественности дел о мелких преступлениях (почти 0,5 млн. в 1989 г. и более 400 тыс. в 1990 г.) и заметное снижение раскрываемости преступности (59,3% в 1989 г. и 34,3% в 1990 г., 1,2 млн. неустановленных и скрывающихся от следствия виновных лиц в 1990 г.).

С начала 90-х гг. нормы об освобождении от уголовной ответственности с передачей виновных в товарищеские суды или на поруки коллективам фактически перестали действовать. Поэтому прежние объяснения «ножниц» между регистрацией преступлений и судимостью заменой наказания мерами общественного воздействия уже несостоятельны. Причину надо искать в нерегистрации заявлений о преступлениях, освобождении от уголовной ответственности и наказания по так называемым нереабилитирующим основаниям, а также в раскрываемости преступлений.

Так, в 1995 г. раскрываемость зарегистрированных преступлений составила 64,5%, в 1996 г. зарегистрированы на 100 тыс. населения в возрасте 14 лет и старше 2,3 тыс. лиц, совершивших преступле-

ния; осуждены – 875. Это меньше в 2,6 раза. В 1996 г. впервые судимость превысила миллионный рубеж против 2,6 млн. зарегистрированных преступлений, т.е. соотношение регистрации и судимости в основном сохранилось.

При оценке уровня преступности необходимо учитывать возможные размеры латентной, т.е. не учтенной (не зарегистрированной) преступности. Различают объективно существующую (оставшуюся неизвестной правоохранным органам) и субъективно обусловленную, т.е. скрываемую правоохранными и контрольными органами от учета латентную преступность. Наличие латентной преступности объясняется часто такими обстоятельствами, как неправильная реакция потерпевших, не сообщающих в правоохранные органы о совершенных в отношении них преступлениях из страха или неверия в возможности органов правопорядка, пассивность свидетелей преступлений; недостатки в деятельности контрольно-ревизионных органов, органов дознания и следствия по выявлению замаскированных преступлений; неправильная позиция некоторых должностных лиц (особенно в армии, МВД, государственном аппарате), которые своей властью незаконно «декриминализируют» преступления в дисциплинарные проступки.

Уровни латентности разных видов преступлений существенно различаются. По этому показателю преступления ранжируются от деяний с высокой к деяниям с низкой латентностью. Например, высоколатентны экономические преступления (до 300%): хищения, нарушения правил торговли, уклонение от налогов и взяточничество. Относительно низколатентны тяжкие телесные повреждения, квартирные кражи, угоны автотранспорта.

Латентность преступности не следует смешивать с ее раскрываемостью. Латентная преступность – это преступность, которая официально не зарегистрирована. Нераскрытые же преступления – это зарегистрированные преступления, виновные в которых не выявлены. Вот почему квартирные кражи и угоны автотранспорта относятся к низколатентным преступлениям и одновременно низкораскрываемым. Владельцы квартир и автомобилей оперативно и полно заявляют о совершенных в отношении них преступлениях, поэтому они регистрируются достаточно адекватно. Другое дело их раскрываемость: высокий профессионализм автомобильных и квартирных воров и, наоборот, малый профессионализм правоохранных органов создают соотношение низкой латентности этих и подобных им преступлений с низкой раскрываемостью. Раскрываемость преступ-

лений в сфере экономической деятельности не превышает реально и 1%, наказуемость преступлений против собственности – 5%.

Официальная уголовная статистика ведет учет уровня преступности по следующим показателям:

- 1) количество заявлений и обращений потерпевших о преступлениях;
- 2) зарегистрированные преступления;
- 3) выявленные лица, совершившие преступления;
- 4) осужденные лица, виновные в преступлениях согласно вступившим в силу приговорам.

Суммарно с включением латентности преступлений реальная преступность превышает зарегистрированную не менее чем в три-четыре раза, ныне достигая уровня в РФ 9-12 млн. в год.

Разработан ряд новых методик выявления латентной преступности, основанных на анализе социально-экономической информации, сопоставительном анализе нескольких рядов статистических данных, анкетировании потерпевших и свидетелей и т. д. Изучаются структура латентной преступности, причины латентности, возможности ее предупреждения. Например, введение в 1983 г. в органах МВД новой системы регистрации заявлений граждан о совершенных преступлениях с выдачей отрывных талонов (документов строгой отчетности) с датой принятия заявления существенно способствовало сокращению латентности преступлений, если ей неукоснительно следовали.

При анализе уровня преступности того или иного вида обязательен учет ее латентности.

Структура преступности – это удельный вес и соотношение различных видов преступлений в их общем числе за определенный период времени на определенной территории $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$, где y_i – количество зарегистрированных преступлений по i -тому виду [40]. Показатели структуры дают качественно-количественную характеристику общественной опасности преступности, ее особенностей, существенных для организации профилактики и для дифференциации практики применения уголовно-правовых мер. Основные показатели структуры преступности:

- 1) соотношение особо тяжких, тяжких, менее тяжких преступлений и преступлений небольшой тяжести;
- 2) соотношение видов преступлений по их классификации, данной в Особенной части УК РФ;
- 3) доли наиболее распространенных преступлений;

- 4) соотношение видов преступлений по доминирующей мотивационной направленности (насильственные, корыстные, корыстно-насильственные и неосторожные);
- 5) доля преступности несовершеннолетних;
- 6) доля групповой преступности, внутри нее – организованной;
- 7) доля рецидива;
- 8) «география» преступности, т.е. распределение ее по регионам и типам населенных пунктов;
- 9) доля преступлений, связанных с незаконным оборотом оружия;
- 10) доля преступлений, связанных с незаконным оборотом наркотиков;
- 11) уличные преступления;
- 12) транснациональные преступления;
- 13) цена преступности.

Пять последних показателей структуры преступности, кроме цены преступности, вводятся впервые. Это вызвано стабильными структурными изменениями преступности за последние пять-семь лет, а именно ростом ее вооруженности, наркотизации, интернационализацией и общим «утяжелением» общественной опасности.

Цена преступности складывается из двух основных оценок: общественно опасные последствия в виде количества смертей и причинения вреда здоровью (физический вред) с пересчетом на денежные затраты плюс прямой и косвенный материальный вред, причиненный гражданам, обществу, государству преступлениями. Косвенный материальный ущерб включает затраты общества и государства на содержание правоохранительной системы, контрольно-ревизионных и охранных структур, возмещение ущерба ввиду утраты трудоспособности, стоимость защитных приспособлений и пр.

Показатели ущерба могут быть привязаны к характеристике уровня преступности (в суммарном выражении и в усредненном), ее структуры (применительно к группам преступлений) и динамики (в изменении по времени).

Имущественный (материальный) ущерб исчисляется в денежном выражении. Ущерб от насильственных посягательств выражается в количестве случаев смерти, инвалидности; количестве рабочих дней, потерянных в связи с утратой трудоспособности потерпевшим; в размере расходов на лечение и выплату по больничным листам. Существуют показатели и для расчета объема и характера других форм ущерба.

Косвенный ущерб от преступности рассчитывается по затратам государства и общества на преступность (содержание правоохранительных и контрольно-охранных органов).

Цена преступности должна определяться точнее, чем это делает официальная уголовная статистика. Она учитывает пока лишь физический вред в виде количества погибших от преступлений и сумму прямого материального ущерба от преступлений. Выше охарактеризована традиционная система структурных показателей преступности. Но исследования последних лет делают целесообразным дополнение структуры преступности еще двумя подсистемами: элитно-властная преступность и информационная. Первая выделяется по сфере преступной деятельности и признакам субъектов преступлений. Элитно-властная преступность – это преступность в высших звеньях законодательной, исполнительной и судебной властей, а также прокуратуры и других правоохранительных органов. Признаки субъектов определены в Федеральном законе о государственной службе в РФ: ответственные должностные лица категории «А». Круг преступлений – взяточничество, корыстное злоупотребление властью, превышение власти, должностная халатность, хищение путем растраты либо присвоения, участие в организованных формах преступлений.

Информационная преступность складывается из двух подсистем. Первая включает преступления, которые нарушают информационные правоотношения. Таковы посягательства на информационную безопасность государства, на правопорядок, регулируемый законами о печати и рекламе, компьютерные преступления, посягательства на интеллектуальную собственность.

Другая подсистема охватывает корыстные преступления, средством совершения которых служат информационные системы. Оба вида информационных преступлений тесно взаимодействуют. Так, было установлено, что с ноября по август 1993 г. после трагических событий 3 - 4 октября того же года телевидение и радио обрушили на население массированное информационное давление по вовлечению потенциальных вкладчиков в мошеннические банки и страховые фонды. В результате более 20 млн. вкладчиков понесли ущерб на сумму свыше 4 млрд. долларов.

Динамика преступности – изменение ее уровня и структуры за тот или иной период времени (год, три года, пять лет, десять лет и т.д.) $y_t = (y_t(i), \quad i = \overline{1, N})$, где i – количество доступных для контроля показателей преступности в моменты времени $t \in T$.

Динамика преступности как социально-правового явления испытывает на себе влияние, соответственно, двух групп факторов. Первая – это причины и условия преступности, демографическая структура населения и другие социальные процессы и явления, влияющие на преступность. Вторая – изменения уголовного законодательства, расширяющие либо сужающие сферу преступного и наказуемого, меняющие классификацию и квалификацию преступлений. Статистическая картина динамики преступности связана также с эффективностью деятельности по своевременному выявлению и регистрации совершенных преступлений, их раскрытию и изобличению виновных, обеспечению неотвратимости справедливого наказания.

Дифференциация социальных и правовых факторов, влияющих на статистическую кривую преступности, необходима для реалистической оценки действительных изменений в ее динамике и прогнозе. Важно различать, отражают ли снижение или рост преступности по статистическим показателям реальные социальные изменения уровня и структуры преступности или это правовые изменения в законодательной характеристике круга уголовно наказуемых деяний в полноте регистрации (особенно высоколатентных преступлений) и т. п. юридических и уголовно-политических факторах.

4.3. Анализ направлений научных исследований в задачах профилактики и борьбы с преступностью

Задачи исследования преступности в целях усиления борьбы с нею и профилактики требуют от правоохранительных органов поиска интенсивных путей решения поставленных целей. Одним из перспективных направлений является применение и развитие автоматизированных информационных технологий, основанных на передовых достижениях в области теории статистики и математического моделирования.

Использование информационных технологий затрагивает многие стороны деятельности правоохранительных органов. Сложился определенный технический и программный базис функционирования автоматизированных систем в решении различных служебных и оперативных задач. На основе схемы, представленной на рис.4.2, можно проанализировать направления развития и уровень внедрения имеющихся автоматизированных информационных систем правоохранительных органов.

| | | | | | |
|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|----------------|
| Задачи | Принятие решений | [41] | | | [42],[43] |
| | Моделирование | [44],[45] | [46],[47] | [48] | [49] |
| | Прогнозирование | [50] | [51],[52] | [53] | |
| | Оценивание состояния | [54],[55] | | [56],[57] | [58] |
| | Поиск и идентификация | [59],[60],[61],[62] | [63],[64] | [65] | [66],[67],[68] |
| | Личность | Группы людей | Население района, города | Население региона | |
| Объекты исследования | | | | | |

Рис.4.2. Направления развития автоматизированных информационных систем правоохранительных органов

При анализе использовались публикации в сборниках научных трудов, материалов конференций и других изданий.

Для удобства интерпретации материалы исследований в рассматриваемых областях отражены в виде таблицы.

На рис. 4.3 представлена диаграмма, отражающая соотношение между задачами научных исследований правоохранительных органов.

По результатам анализа можно сделать следующие выводы:

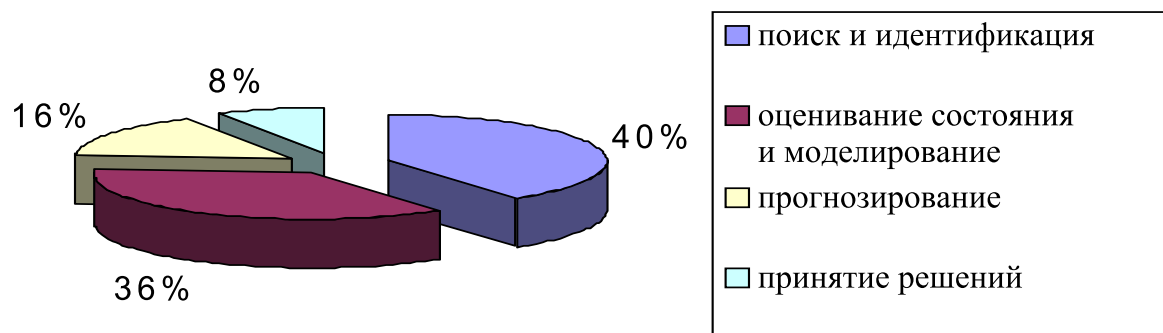


Рис. 4.3. Соотношение между задачами научных исследований

1. Наиболее изучены и реализованы задачи, связанные с построением информационно-поисковых и иных систем идентификации. Развивающиеся на основе современных технических и программных средств телекоммуникаций автоматизированные банки данных позволяют осуществлять поисковые функции и выдачу справочной информации как по отдельно взятой личности, так и другой статистической информации в масштабах района, города, региона. Большой круг решенных задач составляют исследования в области криминалистической экспертизы.

2. Развиты исследования в области систем оценивания состояния и моделирования процессов преступного поведения, криминальных форм бизнеса, деятельности подразделений правоохранительных органов, причем значительную часть составляют системы моделирования различных форм преступности, таких как наркобизнес, угон и кража автомобилей, нефтебизнес.

3. Решение задач прогнозирования уровня преступности региона по данным коротких временных рядов в силу сложности обеспечения достоверности прогноза находится на стадии поисковых научно-исследовательских работ.

4. Исследования в области систем принятия решений представлены в литературе минимально. В основном это системы поддержки принятия решений руководителем подразделений правоохранительных органов.

Таким образом, научные исследования осуществляются в различных направлениях и затрагивают области автоматизации процессов служебной деятельности сотрудников, аналитической работы и управления. Задачи исследований определяются как правило спецификой ведомства и выражают потребности конкретных потребителей в регионе.

В данной диссертационной работе исследуется преступность региона, характеризующаяся набором количественных и качественных характеристик ее показателей за фиксированный период времени. Актуальными задачами в этом направлении, по мнению сотрудников правоохранительных органов, в частности аналитических аппаратов органов внутренних дел, являются задачи исследования показателей преступности в зависимости от факторов условий проживания населения и оснащенности правоохранительных органов. Исследование показателей преступности региона требует решения нескольких задач, таких как оценивание, прогнозирование, моделирование, и преследует цели определения эффективности деятельности подразделе-

ний правоохранительных органов, профилактических и оперативных мероприятий, расстановки сил и средств. Решение данного круга задач происходило в основном эвристическими методами с использованием экстраполяции временных рядов. Для автоматизации решения обозначенных проблем требуется создание математических и информационных средств анализа коротких временных рядов [69].

Исторически к одним из первых работ в области статистического анализа малых выборок следует отнести работы Стьюдента и Фишера, в которых исследовались задачи оценивания характеристик случайной величины. Затем над этой проблемой работали многие исследователи, такие как А.Н. Колмогоров[70], А.А. Петров[71], Л.Н. Большев[72] и другие [73,74,75,76,77].

4.4. Задачи исследования состояния преступности региона

Криминология рассматривает преступность как единую систему, объединяющую среду существования человека, демографический состав населения и комплекс мер воздействия на преступность со стороны правоохранительных органов. Исследование данной системы сосредоточено не только на отдельных ее элементах, но и на характере, динамике связей между ними.

Мы будем исследовать преступность как целенаправленную распределенную в пространстве и времени систему, в пределах которой однородная популяция населения взаимодействует с относительно однородной средой существования. Эффективность такой системы характеризуется динамикой показателей преступности.

Перспективное направление анализа изучаемых процессов возможно с предлагаемых позиций системы управления (рис. 4.4) [78].



Рис. 4.4. Обобщенная структура системы «население – правоохранительные органы»

Структуру исследуемой системы составляют: население региона, характеризующееся социально-экономическими условиями проживания и демографическими параметрами (x); правоохранительные органы, осуществляющие целенаправленные воздействия (u) на управляемую систему (население региона) путем проведения оперативных и профилактических мероприятий.

Показатели эффективности системы (y) - количественные оценки состояния преступности в регионе, стабилизация либо уменьшение которых определяется поставленной целью G перед правоохранительными органами. Компоненты вектора $y = (y_1, y_2, \dots, y_l)$ взаимосвязаны, что характеризует различные формы преступности не как случайность, а как свойство существующей системы общественного устройства.

Управляющий элемент системы - правоохранительные органы, выполняющие свои функции, используя соответствующее кадровое и материально-техническое обеспечение, которые характеризуются набором параметров z .

При этом процесс принятия решений требует знания закономерностей взаимосвязи между параметрами изучаемой системы:

$$y(t) = F_t(x, z, u, t) \quad \forall \quad t \in T.$$

Сложный характер модели определяется временной изменчивостью оператора взаимосвязи $F_t(\cdot)$, что придает системе уникальный характер. Основной исходной информацией при исследовании подобных систем являются статистические данные о состоянии преступности, условиях проживания населения в регионе и качественном составе органов внутренних дел:

$$V = (\omega^t, y^t, \quad t = \overline{1, n}), \quad \omega^t = (x^t, z^t, u^t),$$

где n – количество периодов времени контроля параметров системы [79,80].

Исходя из этого можно сформулировать основные задачи, обеспечивающие выбор оптимальных значений параметров $z(t)$, $u(t)$ и $x(t)$, $t \in T$ в рамках исследуемого региона:

1. Оценивание состояния преступности.
2. Формирование параметров условий развития преступности.
3. Прогнозирование состояния преступности.
4. Моделирование динамики преступности.
5. Принятие решений в задачах профилактики и борьбы с преступностью.

Решение каждой из приведенных задач взаимосвязано, что можно представить в виде схемы (рис. 4.5.).

Количественный анализ преступности начинается с оценки ее состояния, которое определяется количеством совершенных преступлений на определенной территории за конкретный период времени.

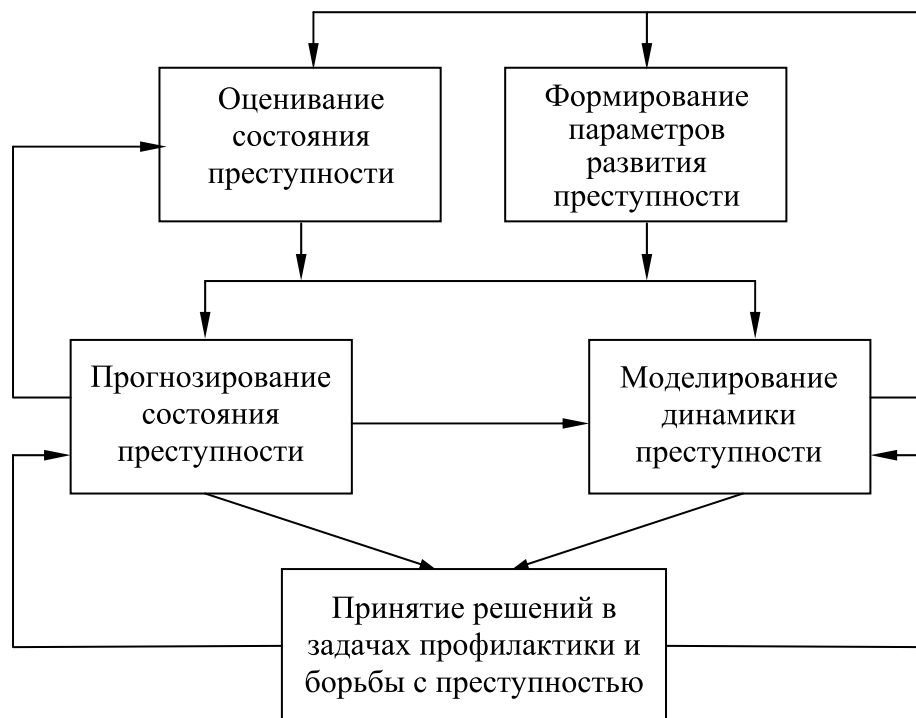


Рис. 4.5. Взаимосвязь задач исследования состояния преступности

Задача оценивания состояния преступности является весьма ответственным этапом, от которого зависит адекватность выводов фактическому состоянию преступности. Оценка означает соотнесение новых сведений с прежними знаниями, представлениями, гипотезами. Здесь существенны цели анализа преступности. Так, при решении вопроса – возросла или увеличилась преступность в течение определенного периода – данные за изучаемый период сравниваются с данными за предыдущий. Если необходимо оценить эффективность принимаемых мер по борьбе с преступностью, то анализируется группа преступлений, по предупреждению и пресечению которых принимались меры, и соответственно исследуются изменения их количественных и качественных характеристик.

Оценка состояния преступности решается на основе априорной информации, в соответствии с процедурой

$$y_{ij}(t) = \varphi(V_{ij}(t), D_i, \alpha), \quad (4.1)$$

доступной для контроля в интервале времени (t) , где

$$D_i = (a_i^v, \quad v = \overline{1, n_i}) \quad n_i > n_{ij}$$

– демографические данные населения региона по каждой i -ой возрастной группе;

$$V_{ij}(t) = (a_{ij}^v(t), \quad v = \overline{1, n_{ij}})$$

– сведения уголовной статистики составляют зарегистрированные случаи преступлений по i -ой группе и j -му виду.

Коэффициент α вводится как поправочный на уровень латентности преступлений по различным видам.

Тогда решение задачи (4.1) сводится к оцениванию по рассмотренным ранее методикам (п.4.2) с определенной степенью доверия показателей преступности в интервале времени (t).

Наиболее полной и достоверной может быть признана та информация, которая в нормативном порядке поступает или собирается для включения в статистическую отчетность.

Задача формирования параметров условий развития преступности является трудно формализуемой. Необходимо сформировать набор существенно информативных признаков, достаточных для прогноза с определенной степенью точности показателей преступности региона.

Формирование признаков производится на основе эксперимента с моделью вида:

$$\bar{y}_{ij}(t) = \varphi_{ij}(y_{v\mu}(t - \lambda), \quad v = \overline{i+1, n}, \mu \in I_{ij}, \lambda = \overline{1, k}, \quad (4.2)$$

$$x(t - \lambda_1), \lambda_1 = \overline{0, k_1}, z(t - \lambda_2), \lambda_2 = \overline{0, k_2},) \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, l},$$

где I_{ij} – множество видов преступлений, оказывающих влияние на развитие j -го вида преступности.

Пусть в i -ой возрастной группе

$$W = (y_{ij}(\tau), \bar{y}_{ij}(\tau), \quad \tau \in T)$$

критерий, отражающий меру близости между реальными данными за интервал (τ) и моделью (4.2).

Используемое в (4.2) пространство признаков обозначим через $\omega(t)$, тогда задача формирования параметров, влияющих на развитие преступности, состоит в решении задачи

$$\min_{\omega'(t) \in \omega(t)} |W - W'|,$$

где W' – допустимое отклонение показателей преступности или заданная точность.

Возможен вариант отыскания $K' < K$ признаков из условия

$$\min_{\omega'(t) \in \omega(t)} W = (y_{ij}(\tau), \bar{y}_{ij}(\tau), \tau \in T),$$

т.е задача формирования параметров условий развития преступности сводится к выбору такого набора признаков, при котором точность или ошибка минимальны.

Третья задача – прогнозирование состояния преступности.

Пусть сформирован набор признаков $\omega(t)$. Зависимость между показателями преступности и условиями ее развития описывается некоторой неизвестной стохастической зависимостью (4.2), которая считается в этом пространстве однозначной. Имеется статистическая выборка V , состоящая из временных рядов, отражающих динамику показателей преступности и условий ее формирования за интервал (t) . Вид операторов $\varphi_{ij}(\cdot)$ зависит не только от возрастной группы и степени тяжести преступлений, но и от времени, то есть в интервале T вид зависимости может меняться. Решение задачи прогнозирования показателей преступности может быть осуществлено на основе непараметрических моделей [81, 82].

Задача моделирования динамики показателей преступности решается на основе вычислительного эксперимента с моделью путем прогнозирования ее показателей в зависимости от изменяющихся условий.

Анализ состояния преступности позволяет понять действие разнообразных факторов, влияющих на эффективность правоохранительной деятельности в виде проведения профилактических и иных оперативных мероприятий. Практическая значимость прогнозной информации предопределяет и возможные направления ее использования в подготовке управленческих решений. Следовательно, процесс принятия решений зависит от целевой установки правоохранительных органов. Одна из основных задач – стабилизация преступности в регионе.

Наличие моделей прогнозирования показателей преступности позволяет определить эффективные варианты изменения параметров внешних и внутренних условий воздействия на преступность; выбор соответствующих профилактических и оперативных мероприятий, реализующих рассчитанные варианты, возлагается на лицо, принимающее решение.

Пусть преступность в регионе описывается моделью вида $\bar{y}_{ij}(\tau) = \bar{\varphi}_{ij}^{\tau}(\omega(\tau))$, $\tau \in T$. Задана некоторая программа снижения

преступности $y_{ij}^*(\tau)$, $\tau \in T$. Введем меру близости между моделью и программой

$$W(y_{ij}^*(\tau) - \bar{\varphi}_{ij}^\tau(\omega(\tau))), \quad \tau \in T.$$

Тогда задача принятия управленческих решений сводится к поиску экстремума W по переменным $z'(\tau) \in Z'(\tau)$, $\tau \in T$. Здесь $Z'(\tau)$ – области допустимых решений (пределам изменения параметров качественного состава и ресурсного обеспечения правоохранительных органов).

В общем виде данную постановку задачи можно представить в виде следующей модели

$$\text{extr}_{z'(\tau), \tau \in T} W(y_{ij}^*(\tau) - \bar{\varphi}_{ij}^\tau(\omega(\tau))), \quad \tau \in T.$$

4.5. Прогнозирование показателей преступности на примере Красноярского края

Исследование состояния преступности Красноярского края осуществлялось по учетно-отчетным данным правоохранительных органов региона и Красноярского краевого комитета государственной статистики, составляющих основу базы данных информационной системы оценивания и прогнозирования показателей преступности региона.

Количественные характеристики системы образуют вектор входных x_t и выходных y_t переменных.

Влияние внешних факторов на преступность определяется социально-экономическими (w) условиями проживания населения региона, демографическими показателями (d) и характеристиками правоохранительных органов (z). Факторы w_t, z_t, d_t и целенаправленные воздействия на систему (u_t) со стороны правоохранительных органов в виде профилактических и оперативных мероприятий в моменты времени t образуют вектор входных воздействий $x_t = (w_t, d_t, z_t, u_t)$.

Вектор выходных переменных $y_t = (y_t(j), j = \overline{1, l})$ образуют показатели преступности по l видам регистрируемых преступлений.

Развитие преступности описывается временной зависимостью $y_t = \varphi_t(x_t, y)$, $t \in T$, доступной для контроля в дискретном времени $t \in T$ (год). Вид оператора взаимосвязи $\varphi_t(\cdot)$ изменяется с неизвестной априори закономерностью.

Основываясь на имеющейся исходной информации, представленной выборкой статистических данных $V = (x_t, y_t, t \in T)$ в t -й контролируемый момент времени, осуществлялось исследование показателей преступности y_{ij} , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, l}$, где m - количество возрастных групп населения, l - количество учитываемых показателей преступности, упорядоченных по степени общественной опасности.

Как отмечалось в п.4.2, различные причины и условия преступности находятся в некотором соотношении друг с другом. Социально-экономические корни преступности известны давно, но определение влияния тех или иных факторов и их вклад в формирование преступности является сложной задачей не только с точки зрения их формализации и учета, но и объема производимых вычислительных экспериментов. Процесс исследования преступности заключается в построении гипотез возможного влияния набора внешних факторов и проверки предположений с помощью вычислительных экспериментов на основе используемой информационной системы оценивания и прогнозирования показателей преступности региона [83].

Результаты прогнозирования, представленные в последующих параграфах, строились на основе следующих предположений модели зависимости показателей преступности y_j , $j = \overline{1, l}$:

$$y_j(t) = \varphi_t^j(x(t)), \quad (4.3)$$

$$y_j(t) = \varphi_t^j(x(t), y_\nu(t-1), \nu = \overline{1, j-1}), \quad (4.4)$$

$$y_j(t) = \varphi_t^j(y_\nu(t-1), y_\lambda(t-1), \nu = \overline{1, j-1}, \lambda = \overline{j+1, l}). \quad (4.5)$$

Модель (4.3) реализует зависимость показателей преступности от набора воздействующих факторов (социально-экономических, демографических и состояния профилактических и оперативных мероприятий правоохранительных органов) в соответствующие моменты времени $t \in T$.

Модель (4.4) предусматривает зависимость преступности от набора воздействующих факторов в равные моменты времени $t \in T$ и учитывает вклад менее общественно опасных видов преступлений и преступлений совершаемых несовершеннолетними в моменты времени $t-1$. Данное предположение основывается на инерционности некоторых процессов и криминогенных факторов, оказывающих в будущем влияние на преступность.

Модель (4.5) выражает зависимость процессов воспроизводства, возникающих в самой преступности: влияние рецидива преступлений,

вовлечение в преступную деятельность несовершеннолетних, организованная преступность.

Далее рассматриваются результаты применения информационной системы оценивания и прогнозирования показателей преступности при решении задач криминологического прогнозирования. Часть данных правоохранительных органов имеет гриф «для служебного пользования» и в предлагаемых расчетах не используется.

Значения основных показателей преступности Красноярского края представлены в табл. 4.1.

Выбор наборов внешних факторов основывался в соответствии с рекомендациями по прогнозу преступности [84,85,86,87] и оценки степени вклада в прогнозируемый показатель.

При формировании моделей была произведена оценка пропущенных значений показателей преступности и факторов внешних условий.

Таблица 4.1

ДИНАМИКА ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ПРЕСТУПЛЕНИЙ ПО
КРАСНОЯРСКОМУ КРАЮ С 1990 Г.

| Год | Всего зарегистрировано преступлений | Умышленных убийств | Умышл. прич. тяжк. вреда здоровью | Изнасилования | Грабежи | Разбои | Кражи | Хулиганство | Прест, связан. с незакон. оборотом наркотиков |
|------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------|---------|--------|-------|-------------|---|
| 1990 | 54924 | 571 | 1835 | 495 | 2452 | 415 | 28992 | 2597 | – |
| 1991 | 55316 | 505 | 1503 | 356 | 3345 | 495 | 32982 | 2445 | – |
| 1992 | 67712 | 695 | 2028 | 349 | 4553 | 848 | 41277 | 2726 | – |
| 1993 | 68077 | 859 | 2296 | 307 | 5138 | 959 | 39445 | 3661 | 1488 |
| 1994 | 66006 | 880 | 2232 | 275 | 4029 | 888 | 32920 | 5280 | 1875 |
| 1995 | 74151 | 837 | 2023 | 316 | 4037 | 781 | 37214 | 5199 | 2320 |
| 1996 | 72326 | 702 | 1840 | 273 | 3564 | 859 | 35251 | 4913 | 2193 |
| 1997 | 71182 | 799 | 1502 | 179 | 3423 | 902 | 33349 | 3102 | 3829 |
| 1998 | 68947 | 836 | 1607 | 177 | 3496 | 1056 | 33088 | 2962 | 4481 |
| 1999 | 78808 | 771 | 1528 | 177 | 3859 | 1074 | 40170 | 3001 | 5100 |

На рис.4.6 представлен прогноз общего количества преступлений в Красноярском крае на 2000 г. Кривые соответствуют: 1 – сохранению социально-экономических показателей на уровне 1999 г. (число разводов – 10593, численность экономически-активного населения – 1511200 чел., количество детей, оставшихся без попечения родителей, – 3840 чел., количество освобожденных из мест лишения свободы – 7018 чел.); 2 – ухудшению социально-экономических условий региона (увеличение количества разводов до 11000, уменьшение численности экономически-активного населения до 1400000 чел., увеличение количества детей, оставшихся без попечения родителей, до 4000 чел., освобожденных из мест лишения свободы - до 7800 чел.); 3 – улучшению социально-экономических условий региона (уменьшение количества разводов до 9700, увеличение численности экономически-активного населения до 1600000 чел., уменьшение количества детей, оставшихся без попечения родителей, до 3500 чел., освобожденных из мест лишения свободы - до 6500 чел.).

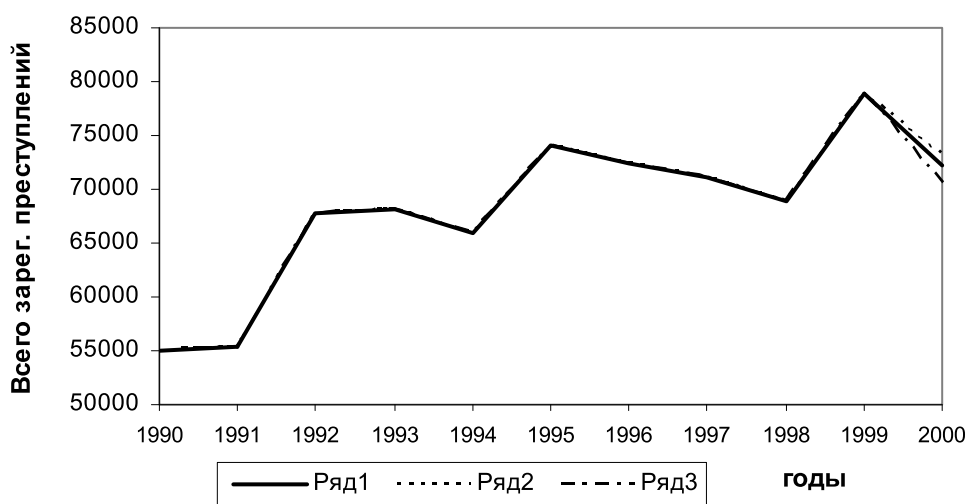


Рис. 4.6. Прогноз общего количества преступлений в Красноярском крае на 2000 г.

На рис. 4.7 представлен прогноз краж в Красноярском крае на 2000 г. Кривые соответствуют: 1 – сохранению показателей региона на уровне 1999г. (выявлено несовершеннолетних преступников – 4589 чел., количество больных наркоманией – 5400 чел., количество прибывших в регион – 67655 чел.); 2 – увеличению количества несовершеннолетних преступников до 4800 чел., количества больных наркоманией – до 6500 чел., количества прибывших в регион – до 70000 чел.; 3 – снижению численности несовершеннолетних преступников

до 4000 чел., больных наркоманией – до 4500 чел., количества прибывших в регион – до 55000 чел.

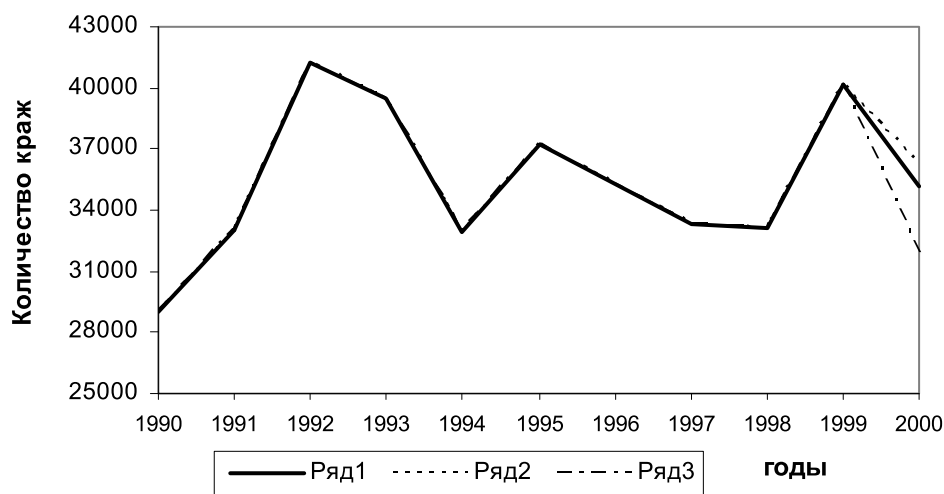


Рис. 4.7. Прогноз краж в Красноярском крае на 2000 г.

На рис.4.8 представлен прогноз грабежей в Красноярском крае на 2000 г. Кривые соответствуют: 1 - сохранению показателей в регионе на уровне 1999 г. (количество прибывших в регион – 67655 чел., количество учащихся средне-специальных учреждений – 55000 чел., численность освобожденных из мест лишения свободы – 7018 чел); 2 – увеличению количества прибывших в регион до 70000 чел., количества учащихся средне-специальных учреждений - до 58000 чел., численности освобожденных из мест лишения свободы - до 8000 чел; 3 – снижению количества прибывших в регион до 60000 чел., учащихся средне-специальных учреждений – до 50000 чел., численности освобожденных из мест лишения свободы – до 6500 чел.

На рис.4.9 представлен прогноз преступлений, связанных с незаконным оборотом наркотиков, в Красноярском крае на 2000 г. Кривые соответствуют: 1 – сохранению показателей в регионе на уровне 1999 г. (количество населения, прибывшего из других регионов, – 21982 чел., количество учащихся средне-специальных учреждений – 55000 чел., количество студентов – 83600 чел.); 2 – увеличению количества прибывших из других регионов до 22500 чел., учащихся средне-специальных учреждений – до 58000 чел., студентов – до 88000 чел.; 3 – снижению количества прибывших из других регионов до 20000 чел., учащихся средне-специальных учреждений – до 50000 чел., студентов – до 78000 чел.

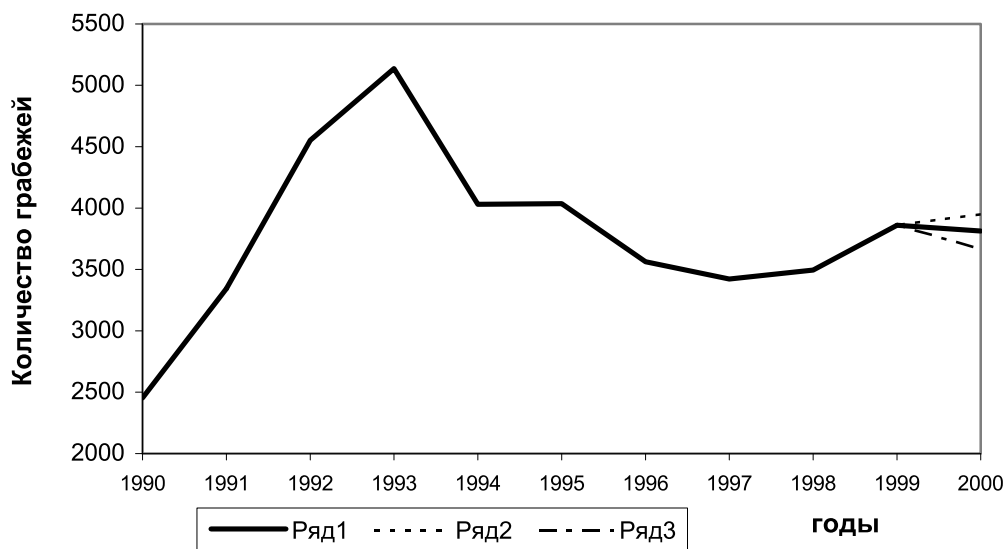


Рис. 4.8. Прогноз грабежей в Красноярском крае на 2000 г.

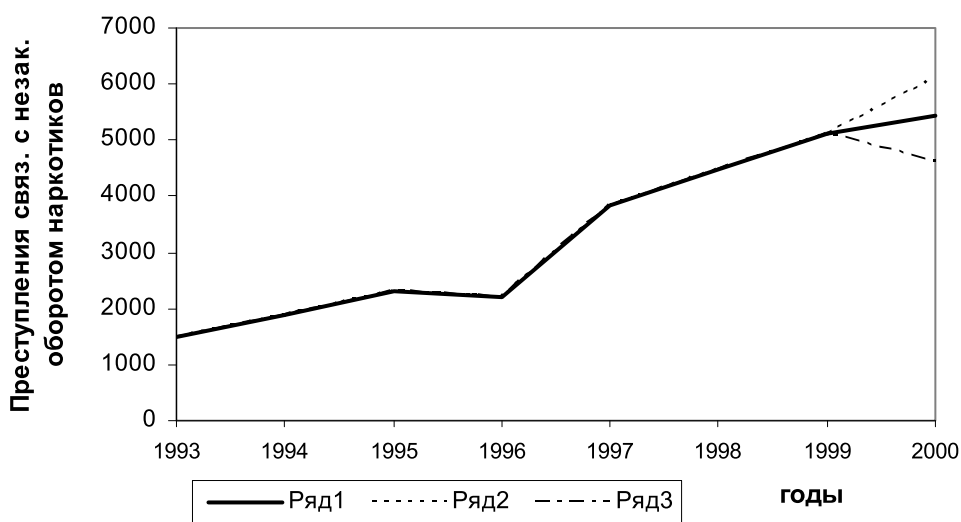


Рис. 4.9. Прогноз преступлений, связанных с незаконным оборотом наркотиков в Красноярском крае на 2000 г.

На рис.4.10 представлен прогноз хулиганства в Красноярском крае на 2000 г. Кривые соответствуют: 1 – сохранению показателей в регионе на уровне 1999 г. (количество разводов – 10593, количество детей, оставшихся без попечения родителей, – 3840 чел., количество детей, отдохнувших в летних лагерях, – 74057 чел.); 2 – увеличению количества разводов до 11500, количества детей, оставшихся без попечения родителей, – до 3950 чел., уменьшению количества детей, отдохнувших в летних лагерях, – до 70000 чел.; 3 – снижению количества разводов до 9500, количества детей, оставшихся без попечения

родителей, – до 3700 чел., увеличению количества детей, отдохнувших в летних лагерях, – до 76000 чел.

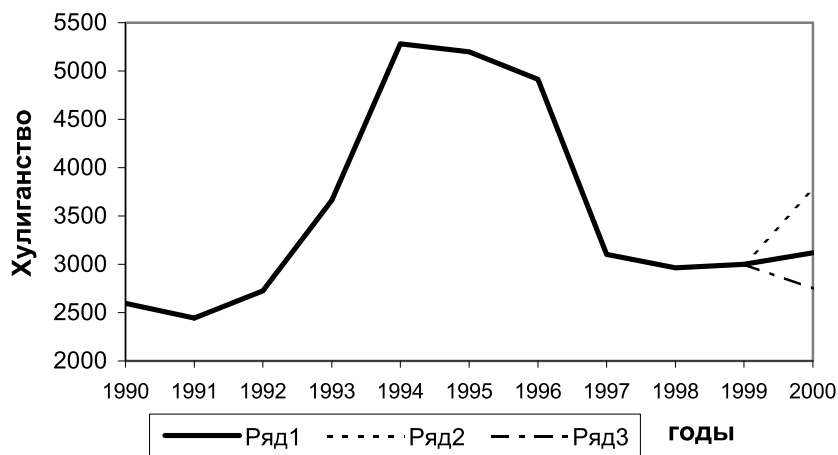


Рис. 4.10. Прогноз хулиганства в Красноярском крае на 2000 г.

На рис.4.11 представлен прогноз умышленных убийств в Красноярском крае на 2000 г. Кривые соответствуют: 1 – сохранению показателей в регионе на уровне 1999 г. (умышленное причинение тяжкого вреда здоровью – 1528, количество экономически активного населения – 1511200 чел., количество населения занятого в частных предприятиях, – 522600 чел.); 2 – увеличению случаев умышленного причинения тяжкого вреда здоровью до 1600, количества экономически активного населения – до 1600000 чел., количества населения, занятого в частных предприятиях, – до 580000 чел.; 3 – снижению случаев умышленного причинения тяжкого вреда здоровью до 1400, количества экономически активного населения – до 1450000 чел., количества населения, занятого в частных предприятиях, – до 490000 чел.

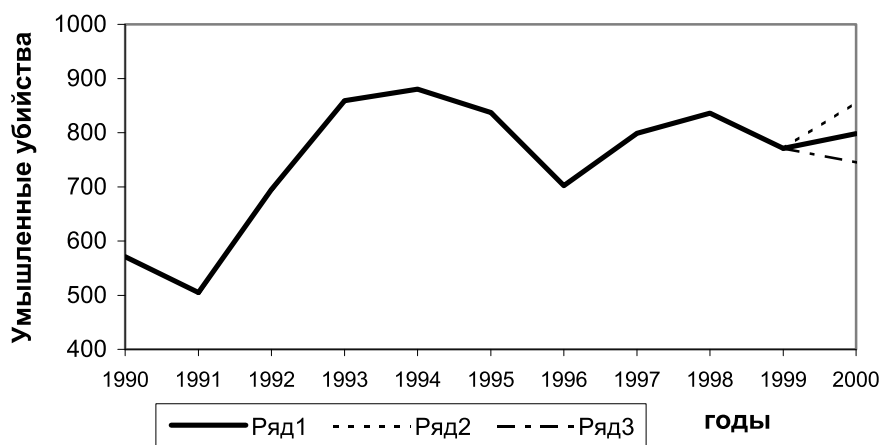


Рис. 4.11. Прогноз умышленных убийств в Красноярском крае на 2000 г.

На рис.4.12 представлен прогноз разбоев в Красноярском крае на 2000 г. Кривые соответствуют: 1 – сохранению показателей региона на уровне 1999 г. (грабежей – 3859, прибывших из других регионов – 21982 чел., учащихся средне-специальных учебных заведений – 55000 чел.); 2 – увеличению количества грабежей до 3950, прибывших из других регионов – до 22500 чел., учащихся средне-специальных учебных заведений - до 56000 чел.; 3 – снижению количества грабежей до 3700, прибывших из других регионов – до 20000 чел., учащихся средне-специальных учебных заведений – до 54000 чел.

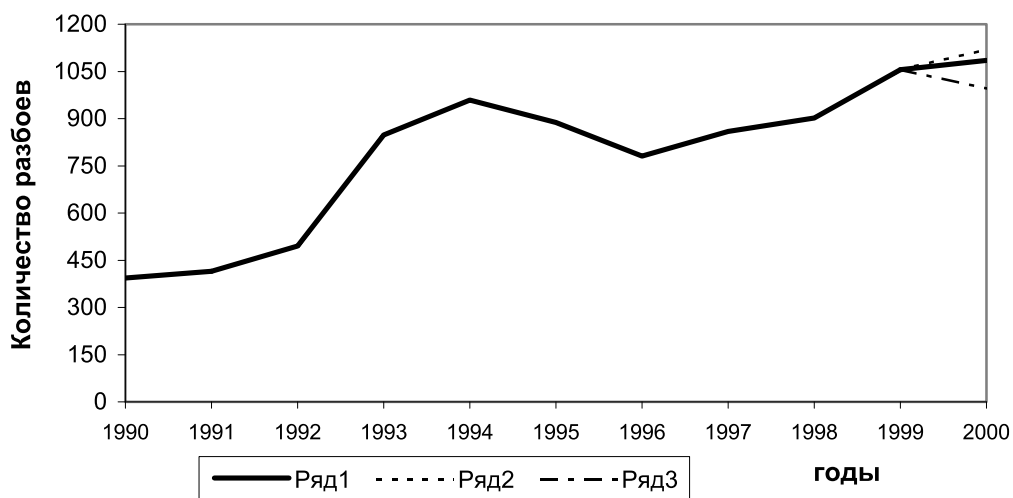


Рис. 4.12. Прогноз разбоев в Красноярском крае на 2000 г.

На рис.4.13 представлен прогноз преступлений, совершенных несовершеннолетними, в Красноярском крае на 2000 г. Кривые соответствуют: 1 – сохранению показателей в регионе на уровне 1999 г. (количество совершенных хулиганств – 3001, количество больных алкоголизмом – 45400 чел., количество детей, оставшихся без попечения родителей, – 3840 чел.); 2 – увеличению количества хулиганств - до 3100, больных алкоголизмом – до 46000 чел., количества детей, оставшихся без попечения родителей, – до 3900 чел.; 3 – снижению количества хулиганств – до 2900, больных алкоголизмом – до 44600 чел., количества детей, оставшихся без попечения родителей, – до 3700 чел.

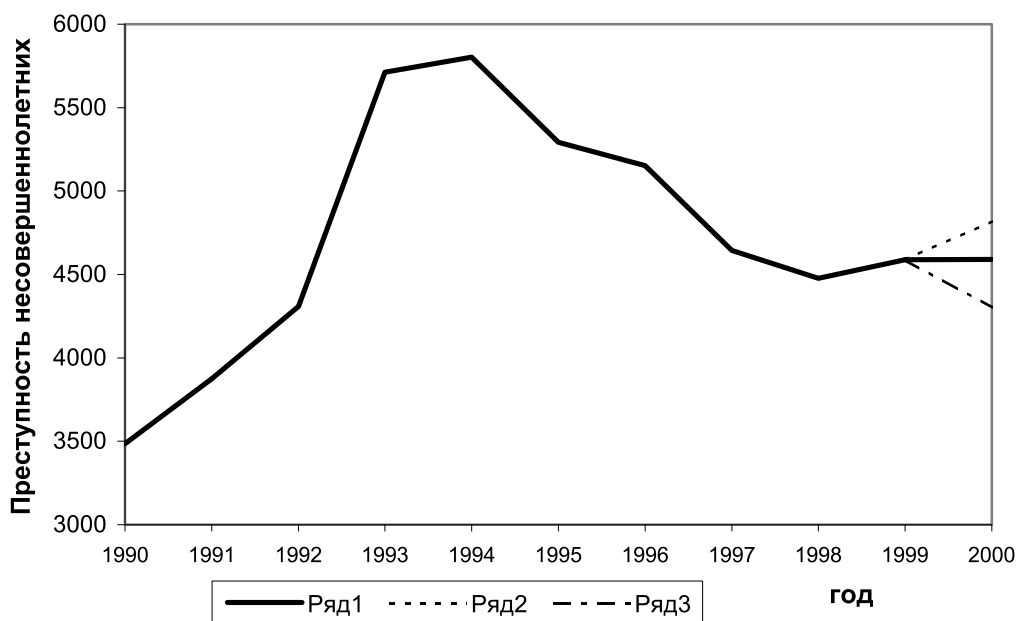


Рис. 4.13. Прогноз преступности несовершеннолетних в Красноярском крае на 2000 г.

Ошибка при формировании моделей динамики показателей преступности вычислялась по исходной выборке в режиме «скользящего экзамена» и составила для полученных моделей 1-10%.

Изменение ошибки прогнозирования определяется правильностью выбора набора воздействующих факторов. Так, значение ошибки в пределах от 0 до 5 % означает удачный выбор воздействующих факторов. Большие значения ошибки свидетельствуют о том, что выбранный набор факторов оказывает незначительное влияние на динамику преступности.

Значение показателя преступности и прогнозные значения в Красноярском крае на 2000 г. приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

**ПРОГНОЗНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРЕСТУПНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ
УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ**

| | 1999 г. | Значения внешних факторов на уровне 1999 г. | Усиление влияния криминогенных факторов | Уменьшение влияния криминоген- ных факторов |
|---|---------|---|--|---|
| Всего зарегистриро- вано преступлений | 78808 | 72233 | 73225 | 70577 |
| Кражи | 40170 | 35158 | 36228 | 31960 |
| Грабежи | 3859 | 3814 | 3946 | 3666 |
| Преступления, связанные с незаконным оборотом наркотиков | 5100 | 5442 | 6097 | 4604 |
| Хулиганство | 3001 | 3120 | 3764 | 2747 |
| Умышленные убийства | 771 | 765 | 823 | 713 |
| Разбои | 1074 | 1085 | 1120 | 996 |
| Преступность несовершеннолетних | 4589 | 4590 | 4819 | 4303 |

В табл. 4.3 представлены оценки вкладов внешних факторов в изменение общей зарегистрированной преступности в Красноярском крае. Оценки вкладов вычислялись по соответствующим разделами информационной базы системы (демография, экономика, социальные условия и т.п.).

Изменение преступности составило в 1998 г. – 2235 случаев преступлений по сравнению с 1997 г. и 9861 – в 1999 г. (по сравнению с 1998 г.).

Таблица 4.3

**ОЦЕНКИ ВКЛАДОВ ФАКТОРОВ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ В
ИЗМЕНЕНИЕ ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА ПРЕСТУПЛЕНИЙ
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**

| | Значение фактора в 1997 г. | Значение фактора в 1998 г. | Значение фактора в 1999 г. | Вклад фактора на 1998г. | Вклад фактора на 1999г. |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Демография | | | | | |
| Всего прибывших | <i>118</i> 88 | 72691 | 67655 | 2.41% | 7.53% |
| Всего выбывших | 6178 | 64705 | 75830 | 0.00% | 3.67% |
| Межрегионально прибыло | 11798 | 22477 | 21982 | 0.95% | 2.12% |
| Межрегионально выбыло | 4278 | 30786 | 30587 | 0.40% | 1.03% |
| Умерших | 39342 | 36880 | 39122 | 5.97% | 17.09% |
| Родившихся | 28023 | 26754 | 25008 | 8.40% | 0.00% |
| Браков | 19070 | 15853 | 16980 | 1.96% | 12.27% |
| Разводов | 11381 | 9748 | 10593 | 2.38% | 14.75% |
| Неучтенные факторы | | | | 77.53% | 41.54% |
| Экономика | | | | | |
| Занятых в экономике | 1395500 | 1371200 | 1305600 | 6.60% | 7.04% |
| Забастовки | 1074 | 492 | 0 | 0.09% | 0.00% |
| Населен. в забастовках | 42600 | 19100 | 0 | 0.09% | 0.00% |
| Экономически активное население | 1550900 | 1575200 | 1511200 | 3.02% | 11.16% |
| Потребительских товаров (к пред.году) | 88.30% | 101.20% | 95.50% | 0.00% | 1.24% |
| Продукции промышленности (к пред.году) | 100.40% | 99.10% | 98.70% | 8.92% | 7.5% |
| Государственная и муниципальная собственность | 597700 | 540500 | 541500 | 1.10% | 29.09% |

| | Значение фактора в 1997 г. | Значение фактора в 1998 г. | Значение фактора в 1999 г. | Вклад фактора на 1998г. | Вклад фактора на 1999г. |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Общественные объединения | 3700 | 3600 | 3540 | 4.21% | 0.07% |
| Совместные предприятия | 3100 | 3900 | 4100 | 0.00% | 0.02% |
| Частные предприятия | 478000 | 522600 | 530240 | 0.00% | 0.02% |
| Иных форм собственности | 313000 | 311400 | 310250 | 22.79% | 3.67% |
| Неучтенные факторы | | | | 53.18% | 40.19% |
| Социальные факторы | | | | | |
| Алкоголизм | 46700 | 45000 | 45400 | 6.39% | 26.02% |
| Наркомания | 4500 | 5400 | 5800 | 0.00% | 3.32% |
| Учащиеся школ | 500300 | 490200 | 475300 | 11.71% | 0.00% |
| Учащиеся средне-спец. учреждений | 50000 | 51800 | 55000 | 0.00% | 3.94% |
| Студентов | 68500 | 75300 | 83600 | 0.00% | 2.30% |
| Ниже прожиточного минимума | 609700 | 705300 | 625500 | 1.90% | 2.03% |
| Денежные доходы (в раз. к пред.году) | 1.2 | 0.97 | 0.99 | 0.20% | 0.05% |
| Денежные расходы (в раз. к пред.году) | 1.2 | 0.94 | 0.95 | 0.20% | 0.04% |
| Детей без попечения родителей | 3306 | 3770 | 38400 | 0.00% | 12.57% |
| Ввод жилых домов | 642700 | 493300 | 425500 | 0.79% | 0.00% |
| Отдохнувших в детских лагерях | 66700 | 74600 | 74057 | 0.00% | 1.04% |
| Неучтенные факторы | | | | 78.81% | 50.99% |

4.6. Исследование влияния конструктивных особенностей рабочих колес на эффективность электронасосных агрегатов

Объектом исследования являются рабочие колёса электронасосного агрегата с различными профилями лопатки рабочего колеса: криволинейные с углом наклона на входе 90° (штатные), углом наклона 30° и прямые.

Априорную информацию изучаемой стохастической зависимости

$$y = \varphi(x) \quad \forall \quad x \in R^k \quad (4.6)$$

составляют экспериментальные данные независимых наблюдений параметров электронасосного агрегата $V = (x_v^i, y^i, i = \overline{1, n}, v = \overline{1, k})$.

Входными параметрами $(x_v, v = \overline{1, k})$ являются: напряжение питания (U_{num}), температура рабочей жидкости ($T_{ржс}$), перепады давления от минимального до максимально возможных (ΔP), частота фазного сигнала (f) и скорость вращения (s). Выходной переменной y изучаемой системы является коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{\Delta P \cdot Q}{U_{num} \cdot I},$$

где I - ток потребления; Q - объёмный расход теплоносителя.

Для оценивания функциональных возможностей электронасосного агрегата используются непараметрические модели многомерной стохастической зависимости коллективного типа, реализованные в предлагаемой информационной системе.

Представим модель (4.6) в следующем виде:

$$\bar{y} = \bar{\varphi}(x) = \sum_{i=1}^N \varphi_i(x, \bar{\alpha}^i) \lambda^i(x), \quad (4.7)$$

где положительная, ограниченная значением «единица» функция $\lambda^i(x)$ определяет «вес» упрощенной линейной аппроксимации $\varphi_i(x, \bar{\alpha}^i)$ при формировании решения в ситуации x

$$\lambda^i(x) = \frac{\prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v}\right)}{\sum_{i=1}^N \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v}\right)}.$$

Применение непараметрических коллективов позволяет использовать не только информацию о локальном поведении восстанавливаемой зависимости, но и вскрывать ее относительные интегральные свойства, содержащиеся в обучающей выборке.

При исследовании показателей эффективности рабочих колес электронасосных агрегатов объем экспериментальных данных для штатной крыльчатки составлял $n = 67$, ошибка восстановления искомым зависимости находилась в пределах 4,8%. Объем данных для криволинейной крыльчатки – $n = 71$ при ошибке восстановления – 6,1%. Для прямой крыльчатки объем экспериментальных данных составил 72 наблюдения, а ошибка восстановления – 13%.

Ошибка восстановления зависимости (4.6) непараметрическими моделями коллективного типа (4.7) находилась по формуле

$$W = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{y^j - \bar{y}(x^j, c)}{y^j} \right|.$$

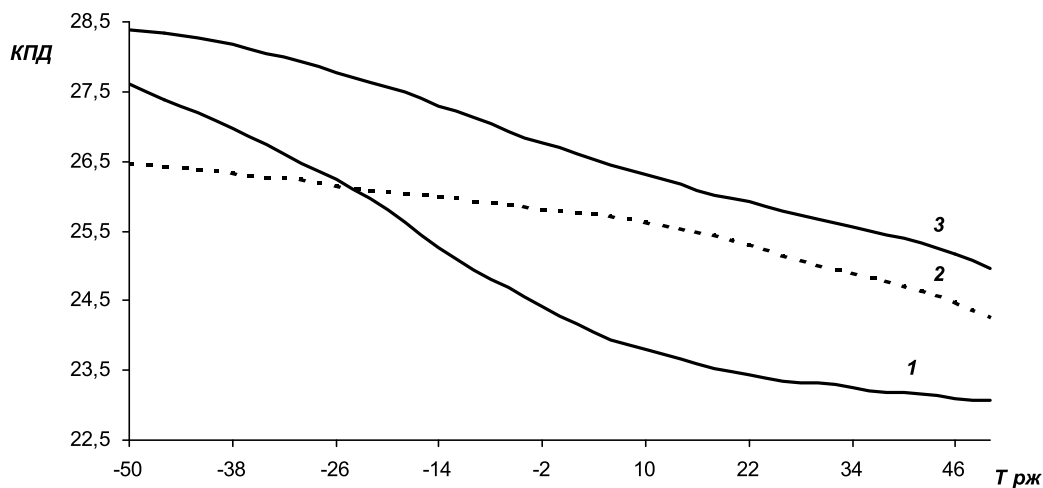


Рис.4.14. Зависимость коэффициента полезного действия от температуры рабочей жидкости при числе оборотов $s = 5800 \text{ об/мин}$, $U_{пит} = 27 \text{ В}$, $\Delta P = 61 \text{ К Па}$.

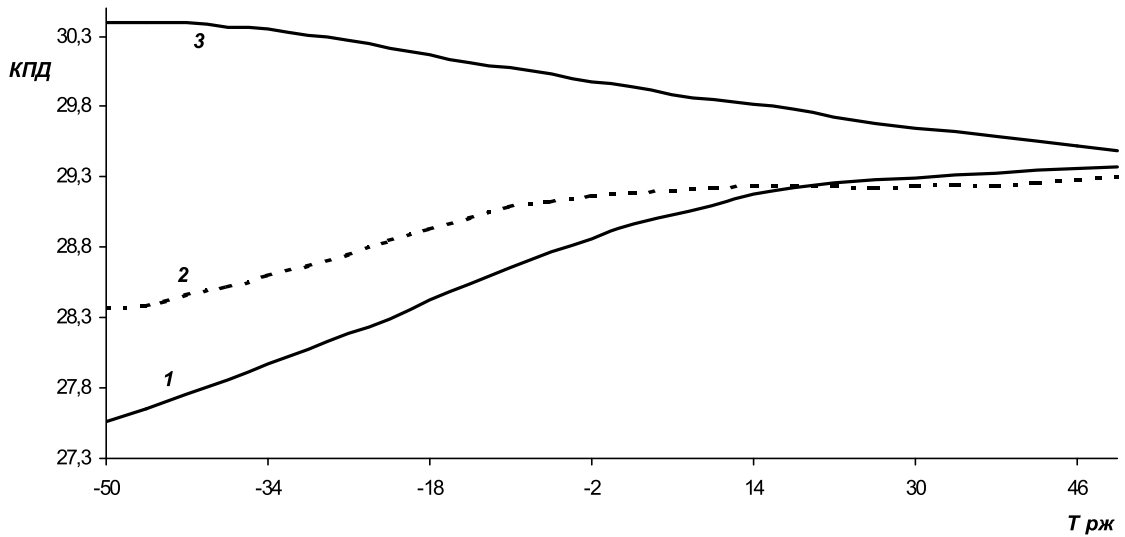


Рис.4.15. Зависимость коэффициента полезного действия от температуры рабочей жидкости при $s = 5750$ об/мин, $U_{nut} = 27$ В, $\Delta P = 50$ К Па.

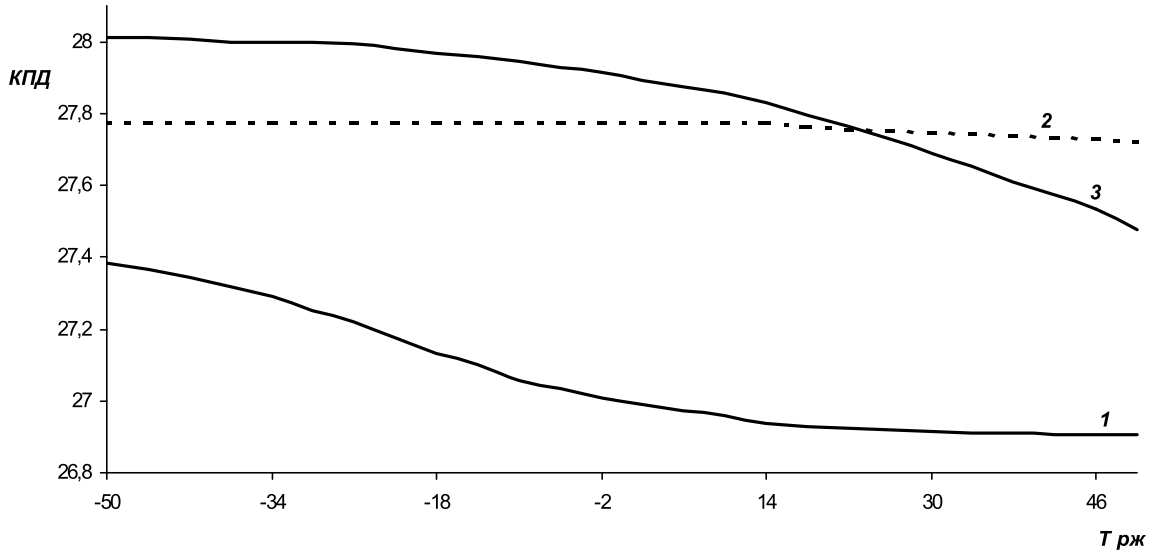


Рис.4.16. Зависимость коэффициента полезного действия от температуры рабочей жидкости при $s = 5600$ об/мин, $U_{nut} = 27$ В, $\Delta P = 45$ К Па.

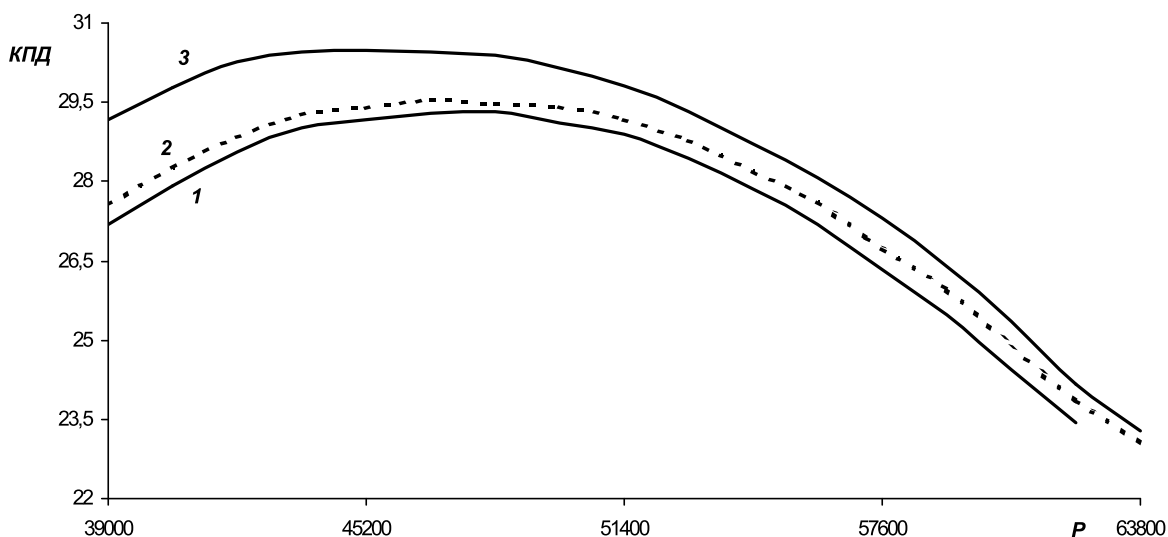


Рис.4.17. Зависимость коэффициента полезного действия от перепада давления при $s = 5800 \text{ об/мин}$, $U_{пит} = 27 \text{ В}$, $T_{ржс} = 20 \text{ }^\circ\text{С}$.

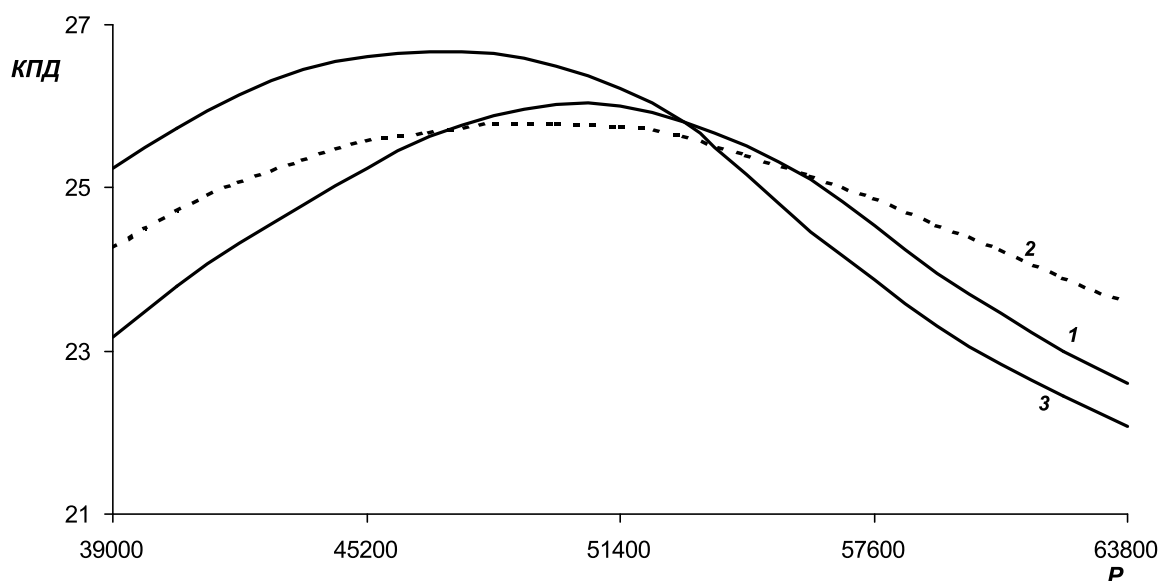


Рис.4.18. Зависимость коэффициента полезного действия от перепада давления при $s = 5800 \text{ об/мин}$, $U_{пит} = 34 \text{ В}$, $T_{ржс} = 20 \text{ }^\circ\text{С}$.

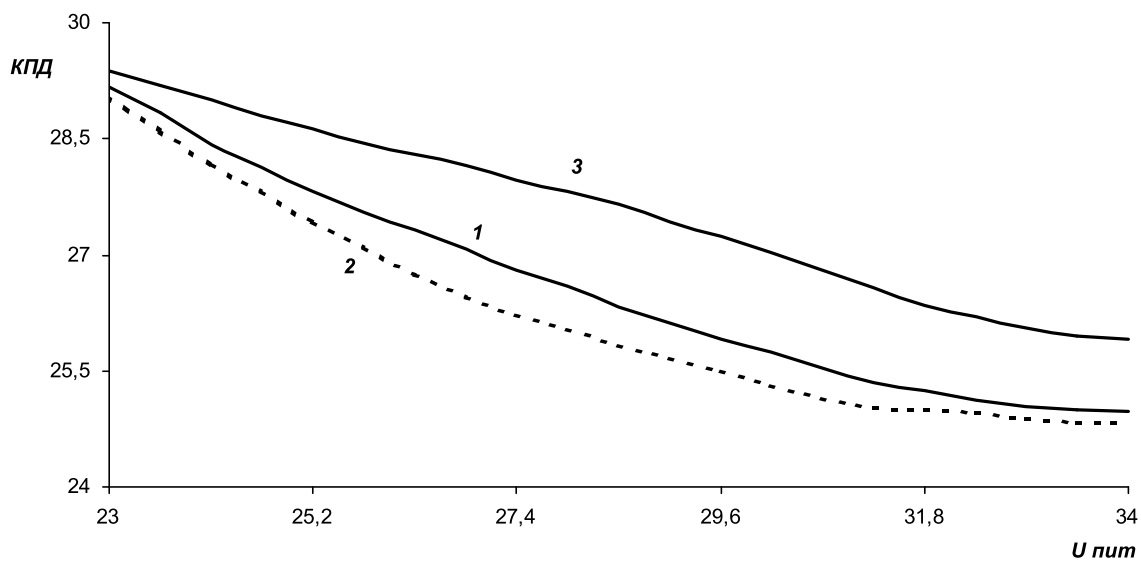


Рис.4.19. Зависимость коэффициента полезного действия от напряжения питания при $s = 5800 \text{ об/мин}$, $T_{ржс} = -50 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta P = 61 \text{ К Па}$.

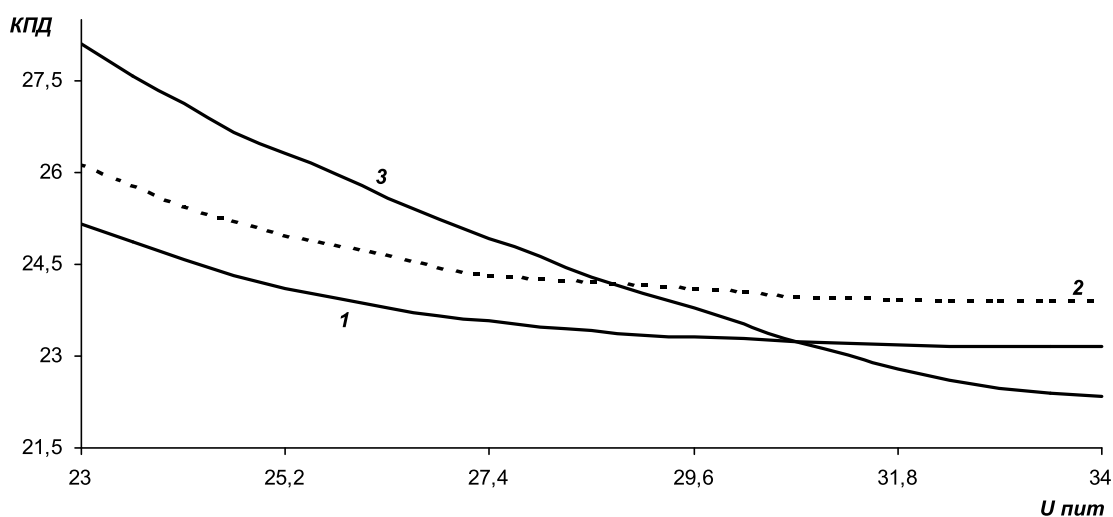


Рис.4.20. Зависимость коэффициента полезного действия от напряжения питания при $s = 5800 \text{ об/мин}$, $T_{ржс} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta P = 61 \text{ К Па}$.

Кривые 1, 2, 3 соответствуют штатной крыльчатке и крыльчаткам с криволинейными и прямыми лопатками. В дальнейшем принятая нумерация сохраняется.

Анализ результатов вычислительного эксперимента показывает, что наибольшая эффективность электронасосного агрегата достигается при использовании рабочего колеса с прямыми лопатками. При этом максимальный коэффициент полезного действия соответствует следующим техническим параметрам: число оборотов $s = 5750 \text{ об/мин}$; напряжение питания $U_{пит} = 27 \text{ В}$; перепад давления $\Delta P = 50 \text{ К Па}$. Соблюдение данного технологического режима обеспечивает слабую зависимость коэффициента полезного действия от температуры рабочей жидкости. Криволинейный профиль крыльчатки с углом наклона лопатки на выходе 30° имеет преимущества в области пониженных оборотов рабочего колеса и перепадов давления при меньших значениях КПД электронасоса по сравнению с оптимальным технологическим режимом. В этих условиях также наблюдается слабая зависимость КПД от температуры рабочей жидкости.

Устанавливается экстремальная зависимость (рис. 4.17 – 4.18) коэффициента полезного действия электронасоса от перепадов давления.

При положительных температурах рабочей жидкости и значениях перепада давления в пределах 61 К Па с увеличением напряжения питания до 28 В коэффициент полезного действия электронасоса с прямым профилем лопатки рабочего колеса превышает показатели других исследуемых модификаций. Дальнейшее увеличение напряжения питания благоприятствует использованию рабочих колёс с криволинейным профилем крыльчатки (рис. 4.19-4.20).

В условиях отрицательных температур независимо от напряжения питания преимущество имеет электронасос с прямым профилем лопатки рабочего колеса (рис. 4.19). При этом штатная крыльчатка (угол наклона лопатки при выходе 90°) более эффективна чем её модификация с углом наклона лопатки при выходе 30° .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Постоянное усложнение объектов исследования в различных областях научной и практической деятельности определяет повышение интереса к методам восстановления зависимостей, позволяющим моделировать временные процессы в условиях, когда объем априорной информации о моделируемой системе мал.

Сочетание преимуществ параметрических и непараметрических подходов при разработке новых алгоритмов синтеза моделей позволяет получить новые высокоэффективные методы восстановления зависимостей.

Аспекты синтеза модифицированных непараметрических моделей временных зависимостей, рассмотренные в данной работе, являются еще одним шагом в указанном направлении.

Эффективным механизмом формирования новых моделей восстановления зависимостей являются коллективы решающих правил, позволяющие использовать готовые решающие правила для синтеза высокоэффективных правил.

Чаще всего в литературе встречаются методы восстановления зависимостей, требующие значительного объема априорной информации о моделируемом процессе.

Предложенная в данной работе непараметрическая модель временной зависимости, основанная на принципах двойного коллективного оценивания, обеспечивает наиболее полный учет информации обучающих выборок по сравнению с традиционными непараметрическими коллективами за счет большего количества формируемых упрощенных аппроксимаций. Осуществлена программная реализация предложенного метода, проведено его всестороннее исследование.

Получены условия асимптотической несмещенности и состоятельности модифицированных непараметрических моделей коллективного типа, что позволило создать теоретическую основу сравнения непараметрических аппроксимаций. На основе исследования показателей эффективности алгоритмов с помощью методов статистического моделирования установлено, что по сравнению с традиционными рассматриваемые непараметрические модели коллективного типа более устойчивы к зашумленности обучающей выборки и их аппроксимационные свойства выше. Следовательно, такой подход оказывается гибким и эффективным в условиях высокой априорной неопределенности.

Предложенный метод построения коллектива решающих правил реализован в составе информационной системы прогнозирования и анализа временных процессов, что позволяет решать следующие задачи:

- формирование моделей динамики показателей временных процессов в зависимости от параметров влияющих условий;
- прогнозирование исследуемых показателей в изменяющихся условиях воздействующих факторов;
- определение информативных признаков воздействующих факторов;
- выбор вариантов изменения значений параметров внешних условий, при которых достигается требуемый уровень исследуемого показателя.

Разработанные модели и алгоритмы, а также созданная на их основе информационная система прогнозирования и анализа временных процессов рекомендуются для использования:

- при моделировании уникальных технических, социально-экономических, эколого-геологических и иных систем, когда объем исходной выборки наблюдений мал, а проведение экспериментов над которыми с целью получения дополнительной информации невозможно либо сопряжено со значительными затратами;
- краткосрочного количественного прогнозирования параметров моделируемой системы, выявления входных воздействий, оказывающих наиболее сильное влияние на систему в конкретных условиях;
- при создании высокоэффективных методов восстановления зависимостей в условиях малых выборок и проектировании на их основе автоматизированных информационных систем.

Полученные результаты внедрены при решении задач управления и планирования деятельности подразделений ОВД в ГУВД Красноярского края и используются при анализе конструктивных особенностей электронасосных агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хардле В. Прикладная непараметрическая регрессия. – М.: Мир, 1993. – 349 с.
2. Катковник В.Я. Линейные и нелинейные методы непараметрического регрессионного анализа // Автоматика. – 1979. – №5. – С.165-170.
3. Лапко А.В. Непараметрические алгоритмы автоматической классификации и их применение в задаче идентификации // Адаптация и обучение в системах управления и принятия решений. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1987. – С.152-163.
4. Обучающиеся системы обработки информации и принятия решений / А.В.Лапко, С.В.Ченцов, С.И.Крохов, Л.А.Фельдман. – Новосибирск: Наука, 1996 – 296 с.
5. Лапко А.В. и др. Непараметрические модели распознавания образов на основе методов коллективного оценивания / В.А.Лапко, А.В.Лапко, С.В.Ченцов // Математические методы распознавания образов: Тезисы докладов 8-ой Всероссийской конференции. – М.: ВЦ РАН, РФФИ, 1997. – С.70-72.
6. Лапко А.В. и др. Непараметрические модели стохастических зависимостей коллективного типа / В.А.Лапко, А.В.Лапко, С.В.Ченцов // Многоуровневые непараметрические системы принятия решений. – Новосибирск: Наука, 1997. – С.136-141.
7. Алгоритмы и программы восстановления зависимостей / В.Н. Вапник, Т.Г. Глазкова и др. – М.: Наука, 1984. – 815 с.
8. Вапник В.Г. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. – М.: Наука, 1979. – 447 с.
9. Rolinson P.M. Asymptotically efficient estimation in the presence of heteroskedasticity of unknown form. – *Econometrica*, 1987.– Vol. 55. – P. 875-891.
10. Spiegelman C.H. Two techniques for estimating treatment effects in the presence of hidden variables: adaptive regression and a solution to Reiersol's problem Unpublished Ph. D. Thesis. – Northwestern University, Dept. Mathematics, 1976.
11. Speckman P. Kernel smoothing in partial linear models. – *Journal of the Royal Statistical Society*, 1988. – Series B. – Vol. 50. – P. 413-446.
12. Андреев Н.А. Об одной модели консилиума / Н.А.Андреев, Л.А.Растринин, Р.Х. Эренштейн // Адаптивные системы. – Рига: Зинатне, 1972. – Вып. 2. – С.16-25.
13. Растринин Л.А. Методология решения задач обнаружения закономерностей и прикладная гносеология // Машинные методы обнаружения закономерностей. – Новосибирск: Ин-т математики СО АН СССР, 1981. – С. 14-16.

14. Расстригин Л.А. Адаптация сложных систем. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.
15. Надарая Э.А. Непараметрические оценки кривой регрессии // Тр. ВЦ АН ГССР. – 1965. – Вып.5. – С. 56-68.
16. Parzen E. On estimation of a probability density // Ann. Math. Statistic, 1969. – P. 1038-1050.
17. Gordon L., Olshen R.A. Consistent nonparametric regression from recursive partitioning schemes. – Journal of Multivariate Analysis, 1980. – Vol. 10. – P.611-627.
18. Brieman L., Friedman J. Estimating optimal transformations for multiple regression and correlation. – Journal of the American Statistical Association, 1985. – Vol. 80. – P. 580-619.
19. Лапко В.А., Ченцов С.В. Непараметрические модели статических объектов на основе методов коллективного оценивания // Информатика и системы управления. – Красноярск: КГТУ, 1996. – С.56-60.
20. Крившич Д.В и др. Непараметрические модели нестационарных временных зависимостей в условиях малых выборок // Информатика и системы управления / Отв.ред. А.И.Рубан, Б.П.Соустин / Д.В.Крившич, С.В.Ченцов, Н.А.Юдин. – Красноярск: КГТУ, 1996. – С.124-129.
21. Лапко А.В. Имитационные модели неопределенных систем. – Новосибирск: ВО «Наука», 1993. – 112 с.
22. Крившич Д.В. Непараметрические модели коллективного типа в задачах социально-гигиенического прогнозирования // Информатика и системы управления / Отв. ред. А.Н.Ловчиков, Б.П.Соустин. – Красноярск: КГТУ, 1997. – С.64-72.
23. Молоков В.В. Непараметрические модели временных зависимостей, основанные на методе двойного коллективного оценивания // Информатика и системы управления: Сб.науч.тр. Вып. 5 / Отв.ред. Б.П.Соустин. – Красноярск: КГТУ, 2000. – С.145-151.
24. Молоков В.В. Информационная система «Население региона – правоохранительные органы» // Проблемы информатизации региона. ПИР-98: Сб.труд. четвертой Всероссийской конференции / Отв. ред. В.И.Быков. – Красноярск: ЗАО «Диалог Сибирь – НТ», 1998. – С.258-260
25. Лапко А.В., Ченцов С.В. Многоуровневые непараметрические системы принятия решений. – Новосибирск: Наука, 1997. – 192 с.
26. Имитационные модели пространственно распределенных экологических систем / А.В.Лапко, Н.В.Цугленок, Г.И.Цугленок. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – С.138-166.
27. Криминология: Учебник / Под ред. проф. Н.Ф.Кузнецовой, проф. Г.М.Миньковского. – М.: Издательство БЕК, 1998. – 566 с.

28. Клейменов М.П., Харитонов А.Н. Прогнозирование преступности: Лекция. – Омск: Юридический институт МВД России, 1995. – С.5.
29. Вицин С.Е. Системный подход и преступность. – М., 1980. – С.45.
30. Панкратов В.В. Методология и методика криминологических исследований. – М., 1972.
31. Волошина Л.А. О системном подходе к изучению сущности преступности // Вопросы борьбы с преступностью. – М., 1972. – Вып.15.
32. Карпец И.И. Преступность: (Иллюзия и реальность). – М., 1992. – С.52.
33. Солопанов Ю.В. Криминологическое прогнозирование и планирование борьбы с преступностью. – М., 1983. – С.8.
34. Цикличность в социальных системах («круглый стол») // Социологические исследования. – 1992. – №6. – С.36-46.
35. Моисеев Н.Н. Универсальный эволюционизм: (Позиция и следствие) // Вопросы философии. – 1991. – №3. – С.24-25.
36. Гаджиев К.С. Тоталитаризм как феномен XX века // Вопросы философии. – 1992. – №2-6. – С.13.
37. Кара-Мурза С. Цивилизованный слом // Наш современник. – 1993. – №8. – С.160.
38. Говорухин С. Великая криминальная революция. – М., 1993. – С.73.
39. Овчинский В. Пятая власть // Наш современник. – 1993. – №8. – С.164.
40. Курс советской криминологии. Т.1. – М., 1985. – С.156.
41. Пестриков В.А. Моделирование процесса подготовки и принятия решений руководителем в проблемных ситуациях // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А.Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.177-179.
42. Исаев С.В., Ноженкова Л.Ф. Применение экспертных геоинформационных систем для решения функциональных задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Проблемы информатизации региона. ПИР-97: Сб.труд. III Всероссийской конференции / Отв.ред. В.И.Быков. – Красноярск: АО «Диалог Сибирь – НТ», 1997. – С. 167-168.
43. Черепанов Е.А. Компьютерная программа расчета численности сил охраны правопорядка системы органов внутренних дел // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VIII Международной конференции. – М., 1999. – С.125-127.
44. Шепитько Г.Е., Боков В.В. Моделирование факторов формирования потенциального преступника // Информатизация правоохранитель-

ных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв. ред. В.А.Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.188-189.

45. Лукин А.Н., Швырев Б.А. О методе построения модели речевого сигнала // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв. ред. В.А.Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.2. – С.138-139.

46. Войтенко С.Г. Модель агрессивного виктимного поведения // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв. ред. В.А.Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.237-240.

47. Задонцева Т.Н. Построение моделей управления отдельных подразделений исправительных учреждений // Информатизация правоохранительных систем: Сб. тез. докл. VIII Международной конференции. – М., 1999. – С.102-103.

48. Минаев Е.А., Исайкин Ф.А. Модель управления оперативными подразделениями при одновременных вызовах // Информатизация правоохранительных систем: Сб. тез. докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А.Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.200-202.

49. Гайденок Н.Д., Батурин Д.Н. Математическое моделирование борьбы с незаконным оборотом наркотиков // Информатизация правоохранительных систем: Сб. тез. докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А.Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.224-225.

50. Кочергов Е.Г. Автоматизированная система прогнозирования психологических свойств личности по почерку / Е.Г.Кочергов, Ю.А.Станкевич, К.Е.Колотыгин // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.2. – С.176-178.

51. Семенченко А.К. Прогнозирование ситуационного поведения осужденных // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А.Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.240-243.

52. Сенотрусов И.А. Прогнозирование сложных форм криминального автобизнеса / И.А.Сенотрусов, М.А.Спирин, И.В.Закревский // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.205-207.

53. Щедрин Н.В. Анализ и прогноз преступности в г. Красноярске на основе пространственной картографической информации / Н.В.Щедрин,

А.Н.Рогалев, Е.П. Москвин //Проблемы информатизации региона. ПИР-98: Сб.труд. IV Всероссийской конференции / Отв.ред. В.И.Быков. – Красноярск: ЗАО «Диалог Сибирь – НТ», 1998. – С. 265-267.

54. Бойко И.Б., Чугреев С.Н. Возможности применения математико-статистических моделей в создании «портрета» самоубийцы //Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.226-227.

55. Гноевой А.А., Коршунов А.А. Метод оценки основного голоса на фоне основного шума //Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции /Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.2. – С.135-137.

56. Лубин А.Ф., Крыгин С.В. Автоматизированная оценка оперативной обстановки //Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции /Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.165-167.

57. Щедрин Е.В. Картографические слои информации об уличной преступности в г.Красноярске и анализ центров устойчивой концентрации / Е.В.Щедрин, А.Н.Рогалев, Е.П. Москвин //Проблемы информатизации региона. ПИР-97: Сб.труд. III Всероссийской конференции / Отв.ред. В.И.Быков. – Красноярск: АО «Диалог Сибирь – НТ», 1997. – С.215-216.

58. Коимшиди Г.Ф. Автоматизированная система комплексного криминалогического анализа и прогноза преступности / Г.Ф.Коимшиди, Э.У.Буцадзе, А.В.Денисов //Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VIII Международной конференции. – М., 1999. – С.110-111.

59. Глазунов А.С. Автоматическая классификация элементов лица //Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции /Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.2. – С.179-182.

60. Рассадкин Ю.И. Автоматизированная габитоскопическая система «Облик» / Ю.И.Рассадкин, С.В.Махалов, А.В.Синицин // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.2. – С.196-197.

61. Глазунов А.С. Автоматическая идентификация элементов лица //Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.2. – С.179-181.

62. Глазунов А.С. Процедуры идентификации лица человека на основе методики Зинина-Кирсанова-Орлова // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. V Международной конференции / Отв.ред.

В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1996. – Ч.2. – С.164-167

63. Байдак И.Б. Современные системы идентификации дактилоскопических изображений // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.2. – С.163-166.

64. Пеняев В.С. Система автоматизированного анкетирования личного состава органов внутренних дел // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. V Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1996. – Ч.2. – С.131-134.

65. Автоматизация функций паспортно-визовых служб по учету населения на базе АСУН Московского региона // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. V Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев / А.Ф. Страхов, А.А. Антышев, А.В. Пономарев, О.А. Страхов. – М.: Академия управления МВД России, 1996. – Ч.2. – С.80-83.

66. Грибанов М.Н. Автоматизированная система обработки статистической информации прокуратуры приморского края // Проблемы информатизации региона. ПИР-97: Сб.труд. III Всероссийской конференции / Отв.ред. В.И. Быков. – Красноярск: АО «Диалог Сибирь – НТ», 1997. – С. 218.

67. Сабиров М.С. Использование компьютерной информации для своевременного раскрытия и предупреждения преступлений в системе МВД Республики Узбекистан // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.69-70

68. Крыгин С.В. Автоматизированная обработка региональных банков данных / С.В. Крыгин, А.Ф. Лубин, А.В. Минин // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. V Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1996. – Ч.2. – С.50-52

69. Молоков В.В., Туров А.А. Решение аналитических задач органов внутренних дел на основе статистических моделей // Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции / Отв.ред. В.А. Минаев. – М.: Академия управления МВД России, 1997. – Ч.1. – С.171-173.

70. Kolmogorov A.N. Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione // Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari. 1933. – № 4.

71. Петров А.А. Проверка гипотезы о нормальности распределения по малым выборкам // ДАН. – 1951. – Т.76. – №3. – С.355-358.

72. Большев Л.Н. К вопросу о различении по малым выборкам нормального и равномерного типов распределений // Теория вероятностей и ее применения. – 1965. – Т.10. – № 4. – С.764-765.

73. Terui Nobuhico. An F-type small samples simultaneous test for nested linear regression models // *Commun. Statist. Theory and Meth.* – № 2. – P.703-722.
74. Konishi Sadanori. Normalizing transformations and bootsstrep confidence intervals // *Ann. Statist.* – 1991. – № 4. – P. 2209-2225.
75. Эфрон Б. Нетрадиционные методы статистического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 263 с.
76. Ontani K., Hasegama H. On small samples properties of R2 in a linear regression model with multivariate t errors and proxy variables // *Econom. Theory.* – 1993. – № 3. – P. 504-515.
77. Гаскаров Д.В., Шаповалов В.И. Малая выборка. – М.: Статистика, 1978. – 248 с.
78. Статистические модели в деятельности правоохранительных органов региона // *Информатика и системы управления: Сб.науч.тр. / Отв. ред. А.Н.Ловчиков, Б.П.Соустин / В.В.Молоков, В.П.Зайцев, М.М.Путинцев, А.А.Туров.* – Красноярск: КГТУ, 1997. – С. 86-93.
79. Молоков В.В. Статистическая модель криминологического прогнозирования // *Информатизация правоохранительных систем: Сб.тез.докл. VI Международной конференции 2-3 июля 1997 г. /Отв.ред. В.А. Минаев.* – М.: Академия управления МВД России, 1997. – С.169-171.
80. Лапко В.В., Молоков В.В. Непараметрические модели прогнозирования показателей преступности региона // *Информатика и системы управления: Сб.науч.тр. /Отв. ред. А.Н.Ловчиков, Б.П.Соустин.* – Красноярск: КГТУ, 1999. – Вып. 4. – С. 73-76.
81. Обучающиеся системы обработки информации и принятия решений / А.В.Лапко, С.В.Ченцов, С.И.Крохов, Л.А.Фельдман. – Новосибирск: Наука, 1996. – 296 с.
82. Автоматизация исследований в медицине (по данным популяционных обследований) / А.В.Лапко, Л.С.Поликарпов, В.Т.Манчук и др. – Новосибирск: Наука, 1996. – 270 с.
83. Молоков В.В. Методы статистического моделирования в задачах прогнозирования преступности // *Актуальные проблемы борьбы с преступностью в Сибирском регионе: Сборник материалов международной научно-практической конференции.* – Красноярск: СибЮИ МВД России, 2001. – Ч.2. – С. 36-38.
84. Организация прогнозирования преступности в регионе и использование данных прогноза в подготовке управленческих решений / И.Н.Зубов, В.И.Селиверстов, А.Л.Ситковский, А.Д.Шестак. – 2-е изд. – М.: МЦ при ГУК МВД России, 1998. – 20 с.

85. Заблоцкис Н.Я., Романов Г.А. Информационно-методическое обеспечение анализа и прогнозирования преступности: Методические рекомендации. – М.: ВНИИ МВД России, 1994. – 64 с.

86. Кондратюк Л.В. Региональное криминологическое прогнозирование: опыт, проблемы // Методология и методика прогнозирования в сфере борьбы с преступностью: Сб.трудов / Отв.ред. Г.М.Миньковский. – М.: Академия МВД СССР, 1989. – С.48-59.

87. Горяинов К.К. Криминологическая обстановка: Методологические аспекты. – М., 1991. – С.15.