

Управление в организационных системах

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 004.9 : 343.97

doi: 10.30987/2658-6436-2026-1-68-74

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ И УЧЁТУ ЛАТЕНТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРАВОВОЙ СТАТИСТИКИ

Анастасия Валерьевна Амелина^{1✉}, Татьяна Валерьевна Меньших²

¹ Воронежский институт МВД России, г. Воронеж, Россия

² Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж, Россия

¹ asy90@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-6851-2627>

² tasay94@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3210-2457>

Аннотация. Целью работы являлось описание на основе использования методов теории нечётких множеств нового подхода к моделированию и учёту латентных значений показателей правовой статистики, используемых в ходе проведения аналитической работы сотрудниками правоохранительных органов. Причиной возникновения латентных значений является то, что в силу особенностей предметной области имеет место частичная недостоверность и неполнота данных официальной статистики. Выбор математического метода определялся субъективным характером информации о латентных значениях, которая может быть получена в форме экспертных оценок в результате криминологических исследований. Обосновано использование двух видов LR-функций принадлежности нечётких оценок в зависимости от типов показателей. Разработан метод сравнения, полученных двух видов оценок с целевыми оценками показателей правовой статистики, для которых ранее уже было обосновано использование нечётких оценок с LPR-функциями принадлежности. Соответствие устанавливается как пересечение указанных нечётких оценок. В качестве скалярной характеристики оценки соответствия предложено использовать либо нормированное значение площади функции принадлежности, либо медианную оценку этой функции принадлежности. Приведён численный пример. Также описан метод получения оценок соответствия множеств показателей правовой статистики их целевым значениям. Полученные результаты могут быть использованы в ходе аналитической работы сотрудниками правоохранительных органов, например, для оценки оперативной обстановки в некотором регионе, и позволяют повысить обоснованность принимаемых управленческих решений.

Ключевые слова: показатели правовой статистики, официально известные оценки показателей, латентные значения показателей, целевые оценки показателей, LR-функций принадлежности нечётких оценок, LPR-функциями принадлежности нечётких оценок, соответствие значений показателей правовой статистики целевым значениям

Для цитирования: Амелина А.В., Меньших Т.В. Подход к моделированию и учёту латентных значений показателей правовой статистики // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2026. №1 (31). С. 68-74. doi: 10.30987/2658-6436-2026-1-68-74.

Original article

Open Access Article

APPROACH TO MODELLING AND ACCOUNTING FOR LATENT VALUES OF LEGAL STATISTICS INDICATORS

Anastasia V. Amelina^{1✉}, Tatyana V. Menshikh²

¹ Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Voronezh, Russia

² Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia

¹ asy90@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-6851-2627>

² tasay94@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3210-2457>

Abstract. *The aim of the work is to describe, based on using fuzzy set theory methods, a new approach to modelling and accounting for latent values of legal statistics indicators used in analytical work by law enforcement officers. The reason for the emergence of latent values is that due to the peculiarities of the subject area, there is partial inconsistency and incompleteness of official statistical data. The choice of mathematical method is determined by the subjective nature of information about latent values, which can be obtained in the form of expert assessments as a result of criminological studies. Using two types of LR membership functions for fuzzy estimates depending on the types of indicators is justified. The work develops a comparison method of the two types of estimates obtained with target estimates of legal statistics indicators, for which the use of fuzzy estimates with LPR membership functions was previously justified; establishes correspondence as the intersection of these fuzzy estimates. As a scalar characteristic of the correspondence estimate, the paper proposes either the normalized value of the membership function area or the median estimate of this membership function, gives a numerical example. In addition, a method for obtaining estimates of correspondence of a set of legal statistics indicators to their target values is described. Law enforcement officers, can use the results obtained, for example, in analytical work to assess the operational situation in a particular region, and they allow for increased validity of managerial decisions.*

Keywords: legal statistics indicators, officially known estimates of indicators, latent values of indicators, target estimates of indicators, LR-membership functions of fuzzy estimates, LPR-membership functions of fuzzy estimates, correspondence of legal statistics indicator values to target values

For citation: Amelina A.V., Menshikh T.V. Approach to Modelling and Accounting for Latent Values of Legal Statistics Indicators. Automation and modeling in design and management, 2026, no. 1 (31). pp. 68-74. doi: 10.30987/2658-6436-2026-1-68-74.

Введение

К показателям правовой статистики относятся данные о количестве преступлений и административных правонарушений различного типа в некотором регионе, а также данные, характеризующие состав населения этого региона (число жителей, их этническую принадлежность, число мигрантов, безработных и т.п.) [1, 2].

Эти данные используются преимущественно в ходе осуществления аналитической работы, от результатов которой в значительной мере зависит эффективность принятия управленческих решений в ходе осуществления аналитической работы в правоохранительных органах [3, 4].

В связи с этим актуальной является задача анализа и оценки достоверности значений правовой статистики.

В работах [4, 5] описаны методы выявления и учета аномальных значений показателей правовой статистики, возникающих в следствии внутренне- и внешнеполитический и экономических факторов.

Вместе с тем на качество принимаемых решений существенно влияет тот негативный факт, что указанные данные, как правило, являются частично недостоверными в силу различных причин, например:

- наличия латентной преступности, т.е. незарегистрированной части фактически совершённых преступлений [7];
- несвоевременной регистрации или отсутствия регистрации у определенного количества мигрантов [1, 5].

Указанное обстоятельство определяет необходимость разработки математического аппарата, который бы позволил учесть описанные негативные явления.

В данной работе предлагается подход к решению этой задачи основанный на использовании методов теории нечетких множеств [8].

Моделирование латентных значений показателей правовой статистики

Рассмотрим показатели правовой статистики для некоторого региона:

$$\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\},$$

и их официально известные значения:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}.$$

Для некоторой части показателей $\omega_k \in \Omega$ их реальные значения в силу вышесказанного отличаются от официально известных [1 – 3].

При этом возможны две ситуации [9]:

1) реальное значение показателя ω_k с учётом латентности не меньше официально известного y_k и не превышает его более, чем на величину Δ_k^+ ;

2) реальное значение показателя ω_k как в силу недостоверности информации, так и в силу латентности может быть как меньше официально известного y_k , но отличаться от него не более, чем на величину Δ_k^- , или больше ω_k , но отличаться от него не более, чем на величину Δ_k^+ .

Будем считать, что экспертные оценки величин Δ_k^- и Δ_k^+ определены на основе криминологических исследований [1 – 3]. В таком случае можно использовать нечеткие оценки L_k латентных значений y_k показателей правовой статистики.

При этом следует принять, что наиболее возможным является официально известное значение y_k , и невозможными значения:

в ситуации 1 – $y < y_k$ и $y > y_k + \Delta_k^+$;

в ситуации 2 – $y < y_k - \Delta_k^-$ и $y > y_k + \Delta_k^+$.

С учетом сказанного для нечетких оценок значений показателей правовой статистики $\omega_k \in \Omega$ целесообразно использовать LR-функции принадлежности, т.е. функции треугольного вида [5], которые определяется как [8, 9]:

в ситуации 1:

$$\mu_{L_k}(y) = \begin{cases} 0, & \text{если } y \in (-\infty, y_k) \text{ или } y \in y_k + \Delta_k^+, +\infty), \\ \frac{-y + (y_k + \Delta_k^+)}{\Delta_k^+}, & \text{если } y \in y_k, y_k + \Delta_k^+). \end{cases}$$

в ситуации 2:

$$\mu_{L_k}(y) = \begin{cases} 0, & \text{если } y \in (-\infty, y_k - \Delta_k^-) \text{ или } y \in y_k + \Delta_k^+, +\infty), \\ \frac{y - (y_k - \Delta_k^-)}{\Delta_k^-}, & \text{если } y \in y_k - \Delta_k^-, y_k + \Delta_k^+), \\ \frac{-y + (y_k + \Delta_k^+)}{\Delta_k^+}, & \text{если } y \in y_k, y_k + \Delta_k^+). \end{cases}$$

Геометрическое представление нечетких оценок латентных значений показателей правовой статистики для указанных выше случаев приведено на рис. 1.

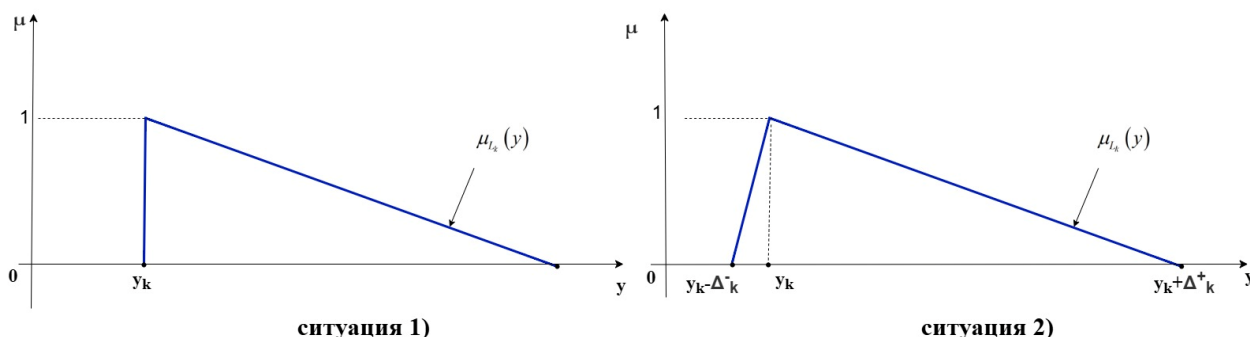


Рис. 1. Геометрическое представление функций принадлежности нечетких оценок показателей правовой статистики

Fig. 1. Geometric representation of the membership functions of fuzzy estimates of legal statistics indicators

Учет латентных значений показателей правовой статистики

Значение показателей правовой статистики используются для оценки их соответствия некоторым целевым значениям, что необходимо при осуществлении аналитической работы [3, 6] в правоохранительных органах в интересах принятия управленческих решений [10]. Примером может служить получение оценок криминогенной ситуации [6, 11].

Учет латентных значений показателей правовой статистики позволяет повысить объективность оценок за счет учета возможных значений этих показателей.

Как показано в [6] для целевых значений показателей правовой статистики также целесообразно использовать нечеткие оценки Z_k с *LPR*-функциями принадлежности, т.е. функции трапецеидального вида, учитывающих, что для каждого целевого значения показателя правовой статистики ω_k выделяется интервал $[y_k^{\min}, y_k^{\max}]$ абсолютно допустимых значений и интервалы $(-\infty, \tilde{y}_k^{\min}]$ и $[\tilde{y}_k^{\max}, +\infty)$ абсолютно недопустимых значений. В таком случае *LPR*-вид функции принадлежности нечеткой оценки значения целевого показателя правовой статистики $\omega_k \in \Omega$ определяется как:

$$\mu_{Z_k}(y) = \begin{cases} 0, & \text{если } y_k \in (-\infty, \tilde{y}_k^{\min}] \text{ или } y_k \in [\tilde{y}_k^{\max}, +\infty), \\ \frac{y - \tilde{y}_k^{\min}}{y_k^{\min} - \tilde{y}_k^{\min}}, & \text{если } y_k \in (\tilde{y}_k^{\min}, y_k^{\min}), \\ 1, & \text{если } y_k \in [y_k^{\min}, y_k^{\max}], \\ \frac{y - \tilde{y}_k^{\max}}{y_k^{\max} - \tilde{y}_k^{\max}}, & \text{если } y_k \in (y_k^{\max}, \tilde{y}_k^{\max}). \end{cases}$$

Соответствие значения показателей правовой статистики y_k целевым значениям в таком случае оценивается как пересечение их нечетких оценок $L_k \cap Z_k$.

Для использования этих оценок при сравнении с другими необходимо найти их некоторую скалярную характеристику. В теории нечетких множеств в качестве таких характеристик обычно используются

– либо нормированное значение площади функции принадлежности нечеткой оценки $L_k \cap Z_k$, определяемой по формуле:

$$s_k = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \mu_{L_k \cap Z_k}(y) dy}{\int_{-\infty}^{\infty} \mu_{L_k}(y) dy}; \quad (1)$$

– либо медианная оценка m_k , такая, что:

$$\int_{-\infty}^{m_k} \mu_{L_k \cap Z_k}(y) dy = \int_{m_k}^{+\infty} \mu_{L_k \cap Z_k}(y) dy. \quad (2)$$

Выбор типа оценки для использования в процессе аналитической работы осуществляется лицом, принимающим решения с учётом дополнительной имеющейся у него информации.

Численный метод нахождения оценок s_k и m_k основан на использовании классических методов вычисления определённых интегралов [15].

Численный пример

Пусть функции принадлежности нечётких оценок показателя правовой статистики ω_k и целевого значения этого показателя имеют вид, представленный на рис. 2; функция принадлежности нечёткой оценки $\mu_{L_k \cap Z_k}(y)$ выделена штриховкой.

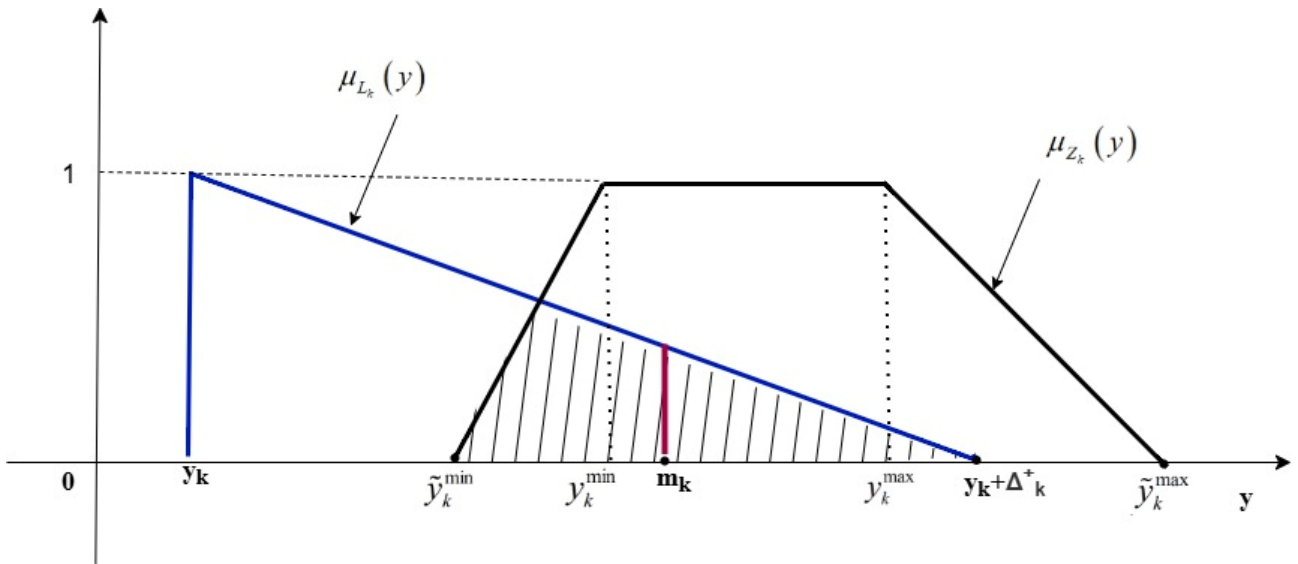


Рис. 2. Пример функций принадлежности нечётких оценок $\mu_{L_k}(y)$, $\mu_{Z_k}(y)$ и $\mu_{L_k \cap Z_k}(y)$
 Fig. 2. Example of membership functions of fuzzy estimates $\mu_{L_k}(y)$, $\mu_{Z_k}(y)$ and $\mu_{L_k \cap Z_k}(y)$

В этом скалярные оценки соответствия показателей правой статистики y_k целевым значениям определяются следующим образом:

оценка (1):

$$s_k = \frac{(y_k - \tilde{y}_k^{\min} + \Delta_k^+)^2}{(y_k^{\min} - \tilde{y}_k^{\min} + \Delta_k^+) \cdot \Delta_k^+};$$

оценка (2):

$$m_k = \begin{cases} \tilde{y}_k^{\min} + \frac{1}{2} \sqrt{2(y_k^{\min} - \tilde{y}_k^{\min})(y_k + \Delta_k) - \tilde{y}_k^{\min}}, & \text{если } \tilde{y}_k^{\min} + (y_k + \Delta_k) \leq 2y_k^{\min} \\ (y_k + \Delta_k) - \frac{1}{2} \sqrt{2((y_k + \Delta_k) - y_k^{\min})(y_k + \Delta_k) - \tilde{y}_k^{\min}}, & \text{если } \tilde{y}_k^{\min} + (y_k + \Delta_k) > 2y_k^{\min} \end{cases}.$$

Использование оценок показателей криминогенной ситуации с учётом латентной преступности в процессе принятия управленческих решений

При осуществлении аналитической работы [1] часто требуется осуществлять анализ не отдельных показателей правой статистики, а некоторых подмножеств Θ множества показателей Ω . Примером может служить задача получения лингвистических оценок криминогенной ситуации в некотором регионе [6, 11].

Анализ заключается в сравнении значений показателей с их целевыми значениями. Причём важность учёта значений отдельных показателей может существенно зависеть от региональных особенностей.

Приведём оценки результатов такого сравнения с учётом описанного выше метода оценки латентных значений показателей правой статистики.

Обозначим α_k – коэффициент важности показателя правой статистики, причём $\sum_{\omega_k \in \Theta} \alpha_k = 1$. Значения коэффициентов α_k могут быть найдены, например, с использованием метода анализа иерархий [16].

Тогда в случае использования оценки (1) результаты сравнения множества показателей правой статистики $\Theta \subseteq \Omega$ с их целевыми значениями описываются как:

$$\delta_1(\Theta) = \sum_{\omega_k \in \Theta} (\alpha_k \cdot s_k),$$

а в случае использования оценки (2):

$$\delta_2(\Theta) = \sum_{\omega_k \in \Theta} (\alpha_k \cdot \mu_{L_k \cap Z_k}(m_k)).$$

Очевидно, что $\delta_i(\Theta) \in [0,1]$, $i = 1, 2$. Как показано в [1], для принятия управленческих решений использование числовых значений $\delta_i(\Theta)$ является неудобным. Поэтому в данной работе предложен метод перехода к лингвистическим оценкам для указанных показателей [11].

Заключение

Учёт латентных значений показателей правовой статистики позволяет получать более точные оценки их соответствия целевым значениям, что может быть использовано в ходе аналитической работы сотрудниками правоохранительных органов, например для оценки оперативной обстановки на основе использования методов, описанных в [3].

Дальнейшие исследования могут быть направлены на дополнительный учёт динамики изменения показателей, что позволит повысить точность прогноза изменения такой обстановки.

Список источников:

1. Морозова В.О. Модели и алгоритмы оценки и прогнозирования показателей, используемых при осуществлении аналитической работы сотрудниками правоохранительных органов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Морозова Валерия Олеговна. – Воронеж, 2023. – 194 с.
2. Данилова О.Ю., Меньших В.В., Синегубов С.В. Правовая статистика: методы и модели. – Воронеж: Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2018. – 302 с.
3. Информационные технологии в деятельности органов внутренних дел: учебник / А.В. Заряев, В.И. Сумин, В.В. Меньших [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2001. – 210 с.
4. Морозова В.О. Численный метод нахождения состава расчетных показателей и данных для решения задач аналитической работы // Вестник Воронежского института МВД России. – 2023. – № 1. – С. 81-88.
5. Меньших В.В., Морозова В.О. Выявление аномалий в динамических рядах правовой статистики на основе исследования тренда // Криминологический журнал. – 2021. – № 3. – С. 120-122.
6. Меньших А.В., Меньших Т.В. Модель получения лингвистических оценок криминогенной ситуации с использованием нечетких оценок показателей правовой статистики // Вестник Воронежского института МВД России. – 2024. – № 1. – С. 101-107.
7. Гусейнова Ш.А., Таилова А.Г. Масштабы латентной преступности, методы оценки и использования её показателей в деятельности органов внутренних дел РД // Colloquium-Journal. – 2020. – № 8-7(60). – С. 12-16.
8. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования. – Рига, 1990. – 184 с.
9. Меньших А.В., Меньших Т.В. Моделирование частичной неопределенности и неполноты данных при принятии управленческих решений // Вестник Воронежского института МВД России. – 2023. – № 2. – С. 132-137.

References:

1. Morozova V.O. Models and Algorithms for Assessing and Forecasting Indicators Used in Analytical Work by Law Enforcement Agencies. Thesis for the Degree of Candidate of Technical Sciences. Voronezh; 2023.
2. Danilova O.Y., Menshikh V.V., Sinigubov S.V. Legal Statistics: Methods and Models. Voronezh: Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation; 2018.
3. Zarayev AV, Sumin VI, Menshikh VV, et al. Information Technologies in the Activities of Law Enforcement Agencies. Voronezh: Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation; 2001.
4. Morozova V.O. Numerical Method for Finding the Composition of Calculated Indicators and Data for Solving Analytical Work Problems. Vestnik of Voronezh Institute of the Ministry of Interior of Russia. 2023;(1):81-88.
5. Menshikh V.V., Morozova V.O. Identification of Anomalies in the Dynamic Series of Legal Statistics Based on Trend Research. Criminological Journal. 2021;(3):120-122.
6. Menshikh A.V., Menshikh T.V. Model for Obtaining Linguistic Assessments of Criminogenic Situation Using Fuzzy Estimates of Legal Statistics Indicators. Vestnik of Voronezh Institute of the Ministry of Interior of Russia. 2024;(1):101-107.
7. Huseynova S.H., Tailova A.G. Scopes of Latent Crime, Methods of Evaluation and Use of Its Indicators in the Activities of Departments of Internal Affairs of RD. Colloquium-Journal. 2020;8-7(60):12-16.
8. Borisov A.N., Krumberg O.A., Fedorov I.P. Decision Making Based on Fuzzy Models: Examples of Usage. Riga; 1990.
9. Menshikh A.V., Menshikh T.V. Modelling of Partial Uncertainty and Incomplete Data in Management Decision-Making. Vestnik of Voronezh Institute of the Ministry of Interior of Russia. 2023;(2):132-137.

10. Меньших А.В., Тростянский С.Н. Логико-арифметические методы оценки управленческих решений в условиях недостоверности и неполноты информации // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 4(54). – С. 39-42.

11. Меньших А.В., Меньших Т.В. Подход к оценке криминогенной ситуации с использованием лингвистических переменных // Научный бюллетень Воронежского института МВД России. – 2024. – № 2. – С. 91-96.

12. Меньших В.В., Горлов В.В. Алгоритм имитационного моделирования действий органов внутренних дел при чрезвычайных обстоятельствах криминального характера // Вестник Воронежского института МВД России. – 2013. – № 3. – С. 52-60.

13. Меньших А.В., Меньших Т.В. Моделирование частичной неопределенности и неполноты данных при принятии управленческих решений // Вестник Воронежского института МВД России. – 2023. – № 2. – С. 132-137.

14. Меньших В.В., Горлов В.В. Алгоритм имитационного моделирования действий органов внутренних дел при чрезвычайных обстоятельствах криминального характера // Вестник Воронежского института МВД России. – 2013. – № 3. – С. 52-60.

15. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. Учебник. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 413 с.

16. Саати Т. Принятие решений: Метод анализа иерархий: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

10. Menshikh A.V., Trostyanskiy S.N. Logical-Arithmetic Methods for Assessing Managerial Decisions Under Inaccurate and Incomplete Information. Systems of Management and Information Technologies. 2013;4(54):39-42.

11. Menshikh A.V., Menshikh T.V. Approach to Assessing the Criminogenic Situation Using Linguistic Variables. Scientific Bulletin of Voronezh Institute of the Ministry of Interior of Russia. 2024;(2):91-96.

12. Menshikh V.V., Gorlov V.V. The Algorithm for Simulation of Actions of Law-Enforcement Bodies Under Extraordinary Circumstances of a Criminal Nature. Vestnik of Voronezh Institute of the Ministry of Interior of Russia. 2013;(3):52-60.

13. Menshikh A.V., Menshikh T.V. Modelling of Partial Uncertainty and Incomplete Data in Management Decision-Making. Vestnik of Voronezh Institute of the Ministry of Interior of Russia. 2023;(2):132-137.

14. Menshikh V.V., Gorlov V.V. The Algorithm for Simulation of Actions of Law-Enforcement Bodies Under Extraordinary Circumstances of a Criminal Nature. Vestnik of Voronezh Institute of the Ministry of Interior of Russia. 2013;(3):52-60.

15. Bakvalov N.S., Zhidkov N.P., Kobelkov G.M. Numerical Methods. Moscow: BINOM. Laboratoriya Znaniy; 2012.

16. Saaty T. The Analytic Hierarchy Process. Vachnadze RG, translator. Moscow: Radio i svyaz'; 1993.

Информация об авторах:

Амелина Анастасия Валерьевна

кандидат технических наук, доцент кафедры математики и моделирования систем Воронежского института МВД России, ORCID 0009-0003-6851-2627.

Меньших Татьяна Валерьевна

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры математики и естественно-научных дисциплин Воронежского института ФСИН России, ORCID 0009-0007-3210-2457.

Information about the authors:

Amelina Anastasia Valeryevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Mathematics and Systems Modelling of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, ORCID: 0009-0003-6851-2627.

Menshikh Tatyana Valeryevna

Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Mathematics and Natural Sciences of Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, ORCID: 0009-0007-3210-2457.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.09.2025; одобрена после рецензирования 20.10.2025; принята к публикации 04.11.2025.

The article was submitted 27.09.2025; approved after reviewing 20.10.2025; accepted for publication 04.11.2025.

Рецензент – Малаханов А.А., кандидат технических наук, доцент, Брянский государственный технический университет.

Reviewer – Malakhanov A.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Bryansk State Technical University.