

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ АНОМАЛЬНЫХ СОБЫТИЙ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Сухов А.В.¹, Конюшев В.В.²

Ключевые слова: эргатическая система (эргасистема), информационное пространство, детерминированный хаос, многопараметрическая эргасистема, аномальные события, признаки, сингулярность, отображение последования Пуанкаре, информационный ресурс, информационная орбита, странный аттрактор, энтропия покрытия.

Аннотация

Цель работы: определение устойчивых аномалий на множествах сингулярных последовательностей признаков в информационном пространстве.

Методы: системный анализ, математическое и компьютерное моделирование информационных процессов с применением модифицированного аппарата оптимального управления на основе энтропии покрытия.

Результаты: исследованы отображения последования Пуанкаре сингулярных признаков аномальных событий в информационном пространстве многопараметрических эргасистем; использованы дискретные отображения непрерывных физических параметров на фазовое пространство в пределах односвязной информационной области, ограниченной пространственно-временными характеристиками наблюдения многопараметрических эргасистем; в качестве примера многопараметрической эргасистемы исследована криминалистическая информационная система (криминалистическая характеристика) серийного преступления, построенная на основе идентификационных признаков преступления.

EDN: ВКРТЕГ

Введение

Системы принятия решений на основе информации многопараметрических эргасистем требуют структурирования и формализации идентификационных признаков. При этом процессы изменения характеристик этих признаков часто носят характер динамического хаоса³.

Примером информационного проявления многопараметрической динамической системы⁴ такого рода является криминальная характеристика серийного преступления. Особенностью серийных преступлений является то, что задействованы все основные составляющие криминогенных ситуаций и процессов, между которыми существует неявная связь, объединяющая отдельные параметры в единую систему [7]. Признаки серийности, как правило, не проявляются в

виде, доступном для оперативного анализа. В связи с этим актуальным является разработка специальных методов и соответствующего математического аппарата для идентификации сингулярных последовательностей аномальных событий в информационном пространстве серийного преступления.

В ряде работ [1, 2, 13] представлены продуктивные методические подходы к разработке математических моделей системы идентификационных признаков, позволяющих осуществлять идентификацию сингулярных последовательностей признаков аномальных событий в информационном пространстве [1, 3, 6, 8] многопараметрических динамических систем⁵.

Вопросам системно-информационного анализа многопараметрических эргасистем посвящен ряд работ [3—6, 10], в которых рассматриваются общие мето-

³ Паркер Т.С., Чжуа Л.О. Введение в теорию хаотических систем для инженеров // ТИИЭР. 1997. Т. 75. № 8. С. 6—40.

⁴ Hirsch M.W. and Smale S. Differential equations, dynamical systems, and linear algebra. New York, NY: Academic Press, 1974.

⁵ Там же.

¹ Сухов Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, профессор Московского авиационного института (Национального исследовательского университета), г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: av57@mail.ru

² Конюшев Валерий Вениаминович, старший научный сотрудник Института точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: klvvyk@mail.ru

дические подходы к описанию динамических эргасистем и процессов.

Идентификация сингулярных последовательностей

Динамику сингулярных последовательностей на признаковой решётке индексов можно представить отображением последования Пуанкаре. При этом узлами решётки будет являться набор признаков процесса⁶ [1, 13]:

$$\Pi = \{x \in R^m \times S, z \in R | x(0) = x_0\}, \quad (1)$$

где x — вектор признаков последовательности; $z = \sum_{i=1}^m z_i$ — наблюдаемый процесс; R^m — m -мерное пространство действительных чисел; S — гиперплоскость набора признаков.

Для идентификации сингулярных последовательностей аномальных признаков можно использовать известный авторский алгоритм идентификации [13]. Результативную идентификацию предлагается проводить по следующей уточненной схеме:

Шаг 1. Детализация признаков. Построение информационной модели эргасистемы на множестве признаков. Построение идентификационной решетки (ИР). Определение состава индексов ИР.

Шаг 2. Динамическое сопоставление цепей факторов $(C(T_1), C(T_2), \dots, C(T_k))$ с индексами ИР для каждого периода T_1, \dots, T_k .

Шаг 3. Определение апостериорной плотности вероятности (АПВ) на каждом шаге идентификации признаков проявления сингулярности на цепях факторов.

Шаг 4. Сравнение АПВ с пороговым значением.

Шаг 5. Кластеризация.

Шаг 6. Формирование предикторных признаков.

Шаг 7. Вычисление энтропии покрытия [5, 16] на каждом шаге идентификации признаков проявления сингулярности на цепях факторов.

Шаг 8. Сравнение энтропии покрытия с пороговым значением.

Шаг 9. Определение факта проявления или не проявления сингулярности.

К качественным характеристикам серийного преступления, по которым строится система предикторов, отнесены следующие основные параметры: квалификация преступления; место совершения преступления; время совершения преступления; предмет преступного посягательства; способ совершения; использование орудий и средств, результат осмотра места происшествия; характеристика потерпевших; характеристика подозреваемых; территориальная принадлежность; дополнительная характеристика преступления; решение, принятое по уголовному делу и другие признаки, количество которых может составлять от нескольких единиц до нескольких десятков.

Системный анализ сингулярных признаков

Для выявления сингулярных признаков используется подход, основанный на минимизации среднего байесовского риска в сочетании с использованием энтропии покрытия для построения отношения правдоподобия для критерия определения принадлежности аномалии к определяемому типу сингулярных последовательностей [1, 13].

В рамках данного подхода может использоваться аппарат оптимального оценивания [9] и в качестве критерия оптимальности можно воспользоваться одним из следующих критериев⁷: критерий Неймана-Пирсона, критерий идеального наблюдателя, критерий последовательного наблюдателя.

Математическая структура модели наблюдения выглядит следующим образом [11]:

$$z(t) = \sum_{i=1}^m [a_i x_i(t) + n_i(t)], \quad (2)$$

где m — количество рассматриваемых признаков; $n_i(t)$ — шумовой фактор, характеризующий влияние внешней среды и субъективность экспертов [14], влияющий на результат наблюдения; a_i — весовой коэффициент i -го признака, выбор которого удовлетворяет требованиям ортонормированности [11].

Тогда при соответствии сингулярной последовательности синдрому сигнальное выражение в (2) будет выглядеть следующим образом:

$$S(x(t), t) = \sum_{i=1}^m a_i(t) x_i. \quad (3)$$

А при несоответствии сингулярной последовательности синдрому сигнальное выражение в (2) можно представить как:

$$S_0 = \sum_{i=1}^m a_i x_{0i}(t) \quad (4)$$

Энтропия покрытия для апостериорного распределения признаков $x(t)$ определяется следующим образом [11, 13]:

$$H^n(x(t), z(t)) = \log[\Lambda(z(t), x(t))] = \log \left[\frac{p(z(t), x(t))}{p(z(t), 0)} \right], \quad (5)$$

где $p(z(t), x(t))$ — апостериорная плотность распределения наблюдаемого процесса; $p(z(t), 0)$ — апостериорная плотность распределения при отсутствии вектора признаков.

Поскольку серийное преступление представляет собой ряд преступлений, каждое из которых рассматривается на интервале Δt , то при переходе к дискретной форме интеграл по времени в представлении функции правдоподобия (5) переходит в сумму по k -

⁶ Паркер Т.С., Чжуа Л.О. Введение в теорию хаотических систем для инженеров // ТИИЭР. 1997. Т. 75. № 8. С. 6—40.

⁷ Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. М.: Радио и связь, 1983. 320 с.

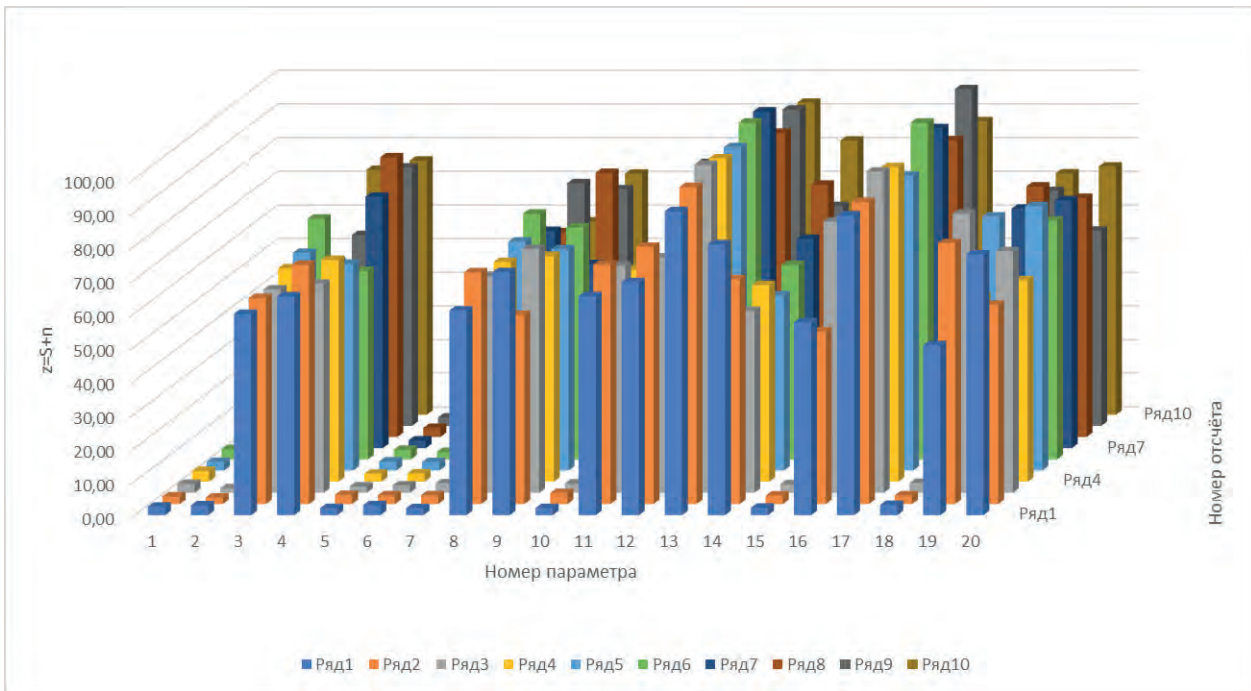


Рис. 1. Представление аномальной сингулярной последовательности на признаковой решётке индексов

слагаемым. При этом количество шагов при наблюдении на интервале времени от 0 до T равно:

$$M = T/\Delta t. \tag{6}$$

С учётом постоянности дискретного значения x_{ki} на интервале времени Δt_k значение для отношения правдоподобия:

$$H^n(z(t), x(t)) = \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^m z_k a_i x_{ki} - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^m (a_i x_{ki})^2 \leq NM \ln \frac{p_{apr}(x_k=0)}{p_{apr}(x_k)} = \Lambda_{пор} \tag{7}$$

где z_k — k -й отсчёт отображения последования Пуанкаре по результатам наблюдения; x_{ki} — k -й отсчёт i -го признака; N — дисперсия случайных факторов в модели наблюдения; $\Lambda_{пор}$ — пороговое значение критерия.

Отображение последования Пуанкаре аномальных признаков представляет собой диффеоморфизм⁸ на некоторой гиперплоскости Σ :

$$\Sigma = \{x: h^t(x - x_\Sigma) = 0\}, \tag{8}$$

где h — вектор, нормальный к гиперплоскости Σ ; x_Σ — некоторая точка, лежащая на гиперплоскости Σ .

В качестве точки x_Σ можно использовать математическое ожидание признака по результатам проведённого наблюдения.

Под *информационным ресурсом* серийного преступления понимается энтропия покрытия H^n , *нат* (натуральных единиц) для апостериорного распределения по результатам текущих наблюдений на интервале времени от 0 до T .

При наблюдении сингулярной аномалии, удовлетворяющей синдрому сингулярной последовательности, информационный ресурс будет возрастать, а когда сингулярная последовательность не будет соответствовать синдрому, уровень информационного ресурса наблюдений не будет превышать уровень порога.

Компьютерное моделирование аномалий на сингулярных последовательностях

Для примера рассмотрены последовательности, определённые на решётке 20-ти признаков ($m = 20$), количество дискретных отсчётов (шагов) равно десяти ($M = 10$). Результаты компьютерного моделирования реализации наблюдаемого процесса представлены в табл. 1.

Для идентификации аномальной сингулярной последовательности был использован признаковый синдром, который представлен в табл. 2.

Графическое представление динамики аномальной сингулярной последовательности 20-ти признаков за 10 шагов наблюдения, удовлетворяющей признаковому синдрому, показано на рис. 1.

Отображения последования Пуанкаре в информационном пространстве можно представить *информационными орбитами*, которые позволяют выделить области притяжения траекторий — *аттракторы*. На рис. 2, 3 и 4 представлены информационные орбиты

⁸Hirsch M. W. and Smale S. Differential Equations Dynamical Systems and Linear Algebra. New York, NY: Academic Press, 1974.

Таблица 1

Реализация наблюдаемого процесса на признаковой решётке индексов

Номер признака	$a_i x_{ki} + n_{ki}(t), \text{ нат}$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2,49	2,26	2,63	3,17	2,54	3,01	2,79	2,63	2,52	2,62
2	2,90	1,87	1,36	2,39	2,71	2,70	2,43	2,90	2,53	1,50
3	59,80	61,17	60,39	63,38	64,66	71,49	55,35	49,58	56,65	72,71
4	65,00	71,04	62,11	65,87	61,40	55,95	74,69	83,05	76,71	75,43
5	2,08	2,69	1,88	2,32	2,66	2,84	2,28	2,67	2,48	3,30
6	2,96	2,58	2,18	2,41	2,51	2,17	2,82	2,17	1,62	3,07
7	2,05	2,57	2,81	2,66	2,74	2,96	2,10	2,78	2,39	2,17
8	60,79	68,82	64,42	65,21	67,97	72,95	64,52	60,80	72,06	57,40
9	72,18	56,16	72,43	67,03	65,68	68,88	54,68	78,44	70,22	71,58
10	2,10	3,25	2,76	2,35	2,35	2,36	2,40	1,99	2,59	2,51
11	65,04	71,08	67,29	62,99	58,26	55,10	58,56	66,92	78,05	64,20
12	69,22	76,39	69,91	71,67	63,56	58,27	60,88	66,62	68,66	48,48
13	90,28	94,13	97,39	96,02	96,00	100,00	100,00	90,34	93,93	92,64
14	80,44	66,75	54,06	58,39	52,02	57,71	62,17	74,92	65,25	81,40
15	2,20	2,48	2,53	2,45	1,78	2,97	1,96	2,59	2,95	3,01
16	57,27	51,22	80,61	66,98	71,46	60,39	74,60	61,06	63,10	54,09
17	89,05	89,74	95,41	93,41	87,53	100,00	95,01	88,12	100,00	87,16
18	3,02	2,55	2,91	1,62	3,86	2,02	3,66	2,69	2,93	1,79
19	50,44	77,45	82,91	55,09	75,43	52,67	71,11	74,39	69,78	71,68
20	77,45	59,14	71,70	59,81	78,55	70,89	73,66	71,01	57,96	73,71

Таблица 2

Признаковый синдром аномальной сингулярной последовательности

Номер признака	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Синдром a_i	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1

отображения Пуанкаре для аномальной сингулярной последовательности, удовлетворяющей признаковому синдрому для шагов $k = 1 \dots 10$. При этом на рис. 2 представлены все информационные орбиты и для наглядности отображения использована логарифмическая шкала. На рис. 3 — орбиты, соответствующие синдрому по существенным признакам, а на рис. 4 — орбиты, соответствующие синдрому по несущественным признакам.

Информационные орбиты отображения Пуанкаре для аномальных последовательностей представляют собой детерминированный хаос. Эти орбиты, по существу, являются странными аттракторами и на рис. 2 и 3 видно, что эти аттракторы являются внешними областями траекторий отображений Пуанкаре.

В соответствии с выражением (8) было представлено отображение последования Пуанкаре для аномальной сингулярной последовательности относительно точки на Σ -гиперплоскости, в качестве которой выбра-

но математическое ожидание функции правдоподобия признаков на k -м шаге ($k = 1 \dots 10$) по результатам наблюдения:

$$\Phi_{\Sigma k} = M(\Phi_k = z_k a_i x_{ki} - \frac{1}{2} (a_i x_{ki})^2 | i = 1 \dots m) \tag{9}$$

На рис. 6 представлена динамика информации покрытия [10] (информационные орбиты отображения последования Пуанкаре), которая представляет разность энтропии покрытия функции правдоподобия признаков на k -м шаге Φ_k ($k=1 \dots 10$) по результатам наблюдения с математическим ожиданием этой функции $\Phi_{\Sigma k}$. Динамика информационного потока образует детерминированный хаос для аномальных сингулярных последовательностей, удовлетворяющих признаковому синдрому.

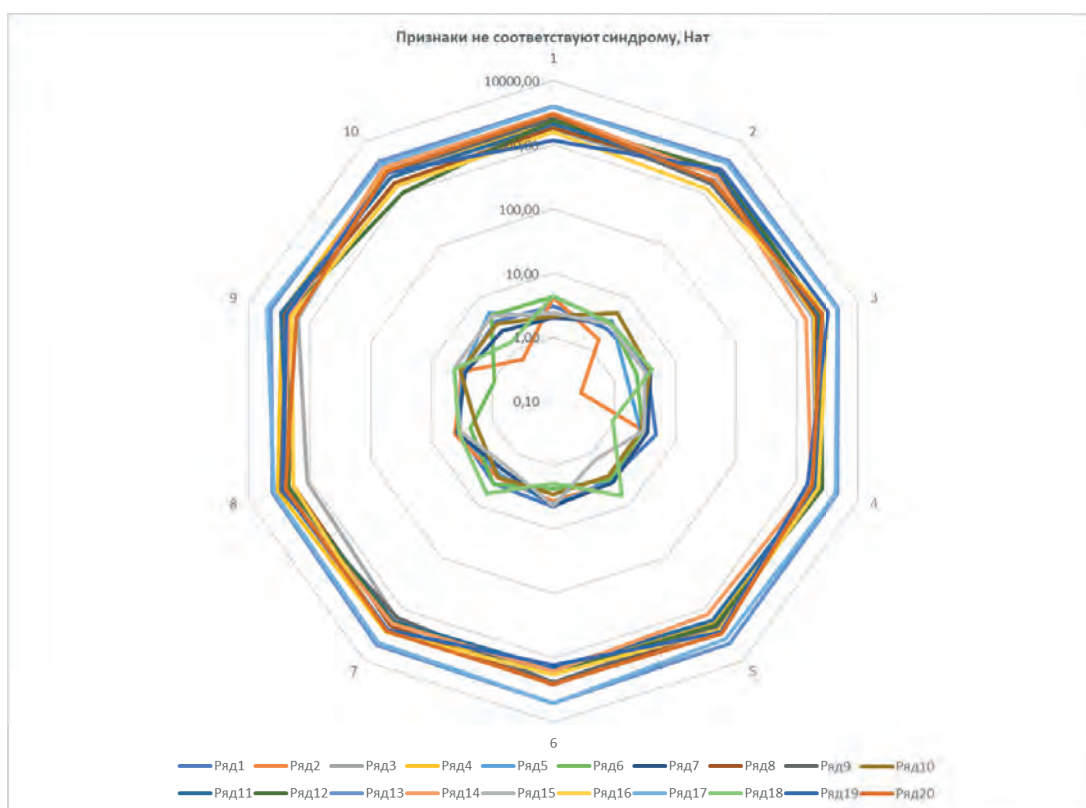


Рис. 2. Информационные орбиты отображения Пуанкаре для аномальной сингулярной последовательности, удовлетворяющей признаковому синдрому

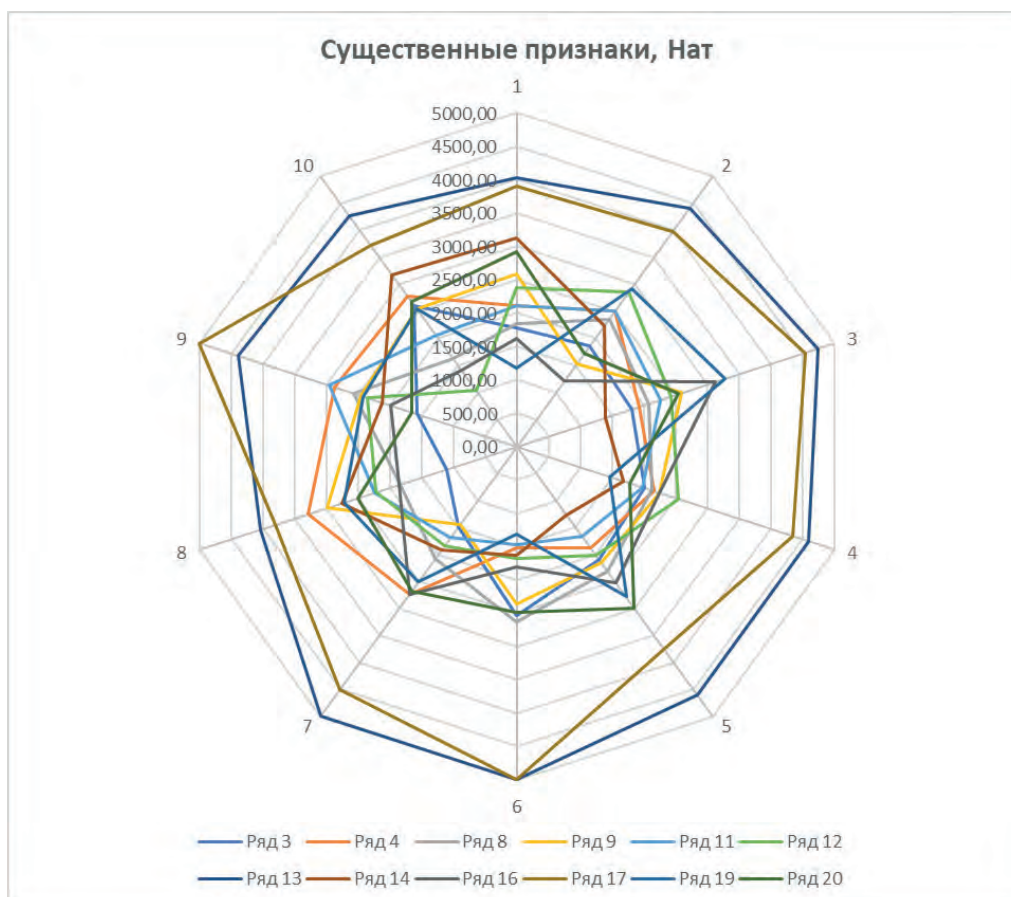


Рис. 3. Информационные орбиты отображения Пуанкаре для аномальной сингулярной последовательности (по существенным признакам)

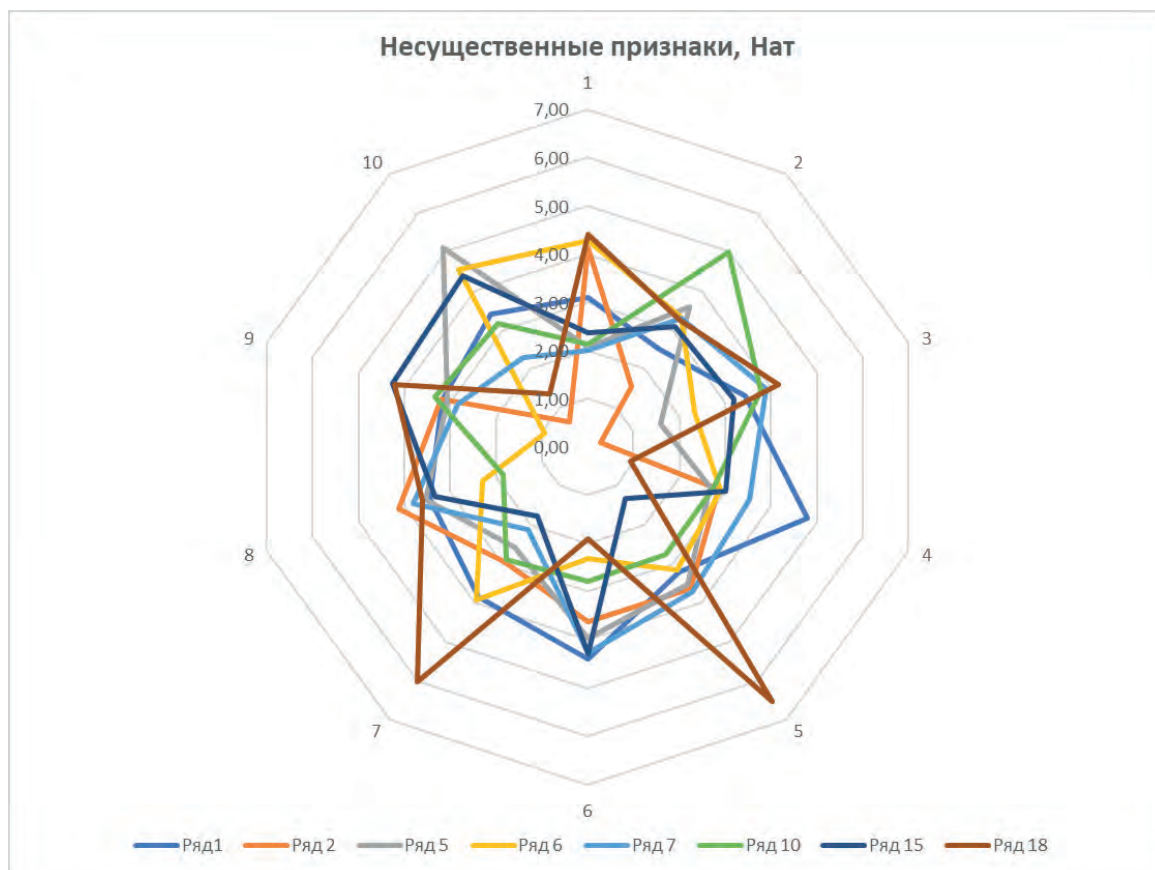


Рис. 4. Информационные орбиты отображения Пуанкаре для аномальной сингулярной последовательности (по несущественным признакам)

Для сравнения на рис. 5 представлены информационные орбиты отображения Пуанкаре для аномальной сингулярной последовательности, не соответствующей признаковому синдрому для шагов $k = 1 \dots 10$.

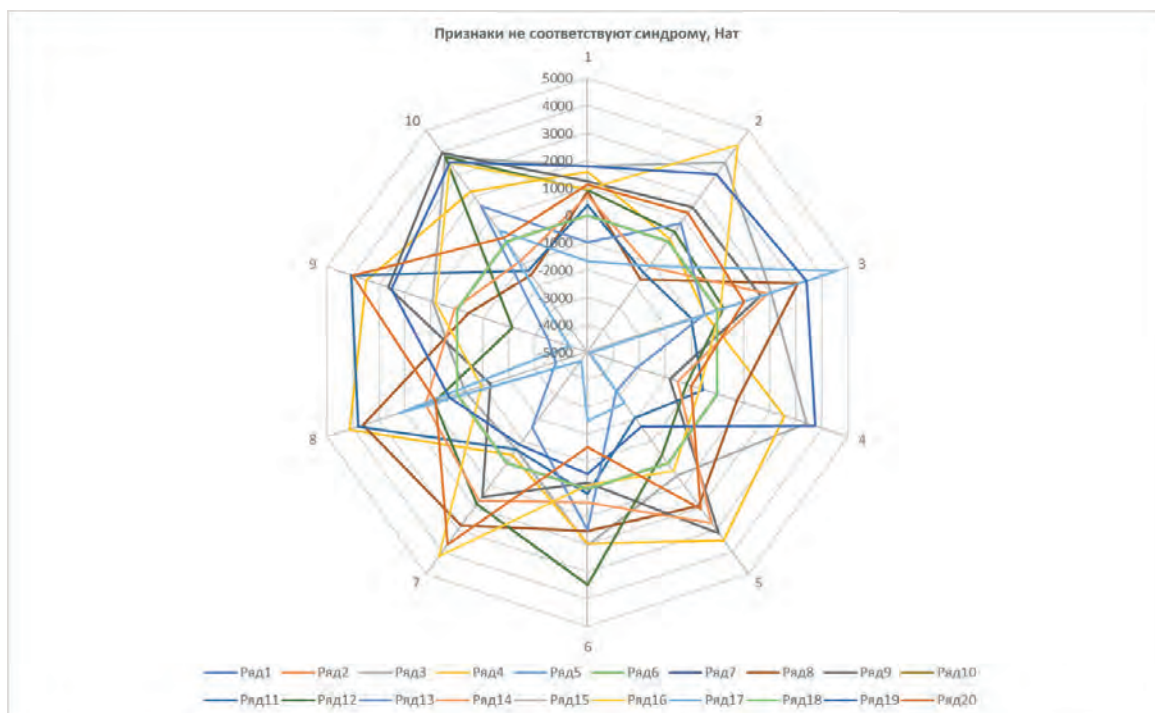


Рис. 5. Информационные орбиты отображения Пуанкаре для аномальной сингулярной последовательности, не соответствующей признаковому синдрому

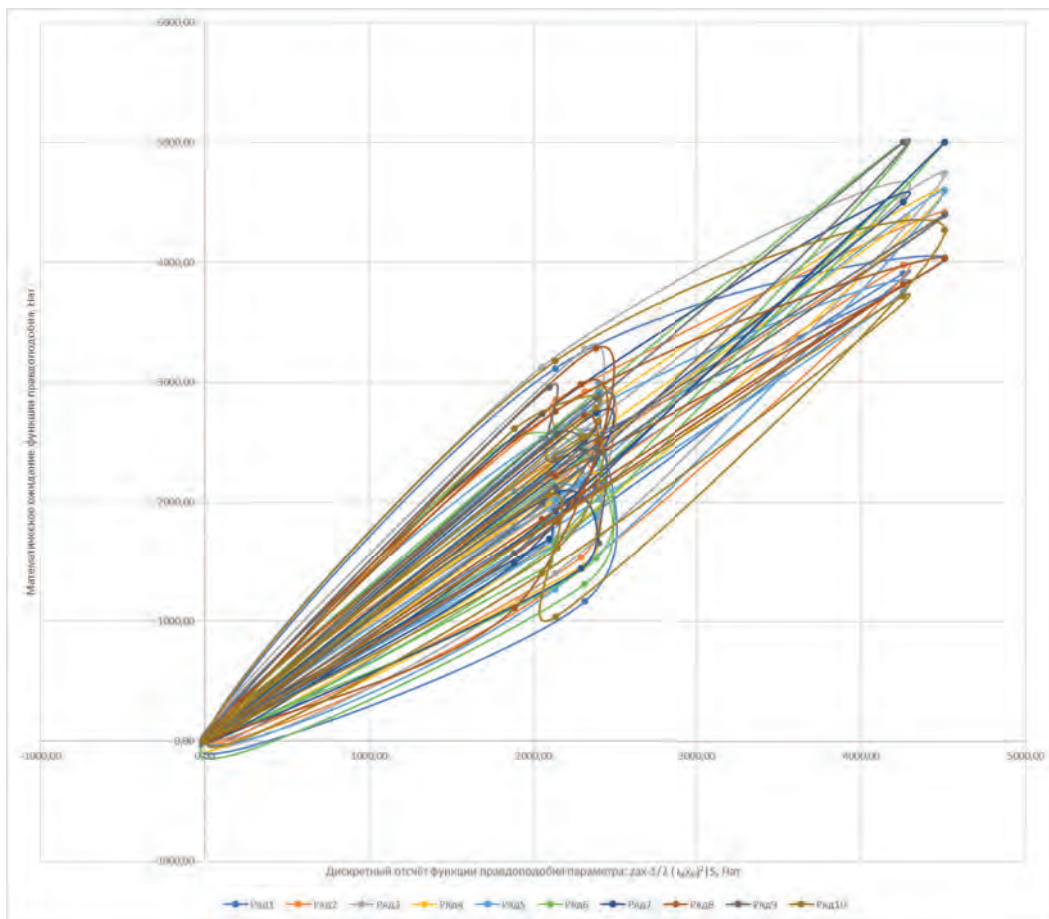


Рис. 6. Информационные орбиты отображения последования Пуанкаре для аномальных сингулярных последовательностей, удовлетворяющих признаковому синдрому (для $S\{x(t), t\}$)

Для сравнения на рис. 7 представлены информационные орбиты отображения последования Пуанкаре для аномальных сингулярных последовательностей, не удовлетворяющих признаковому синдрому.

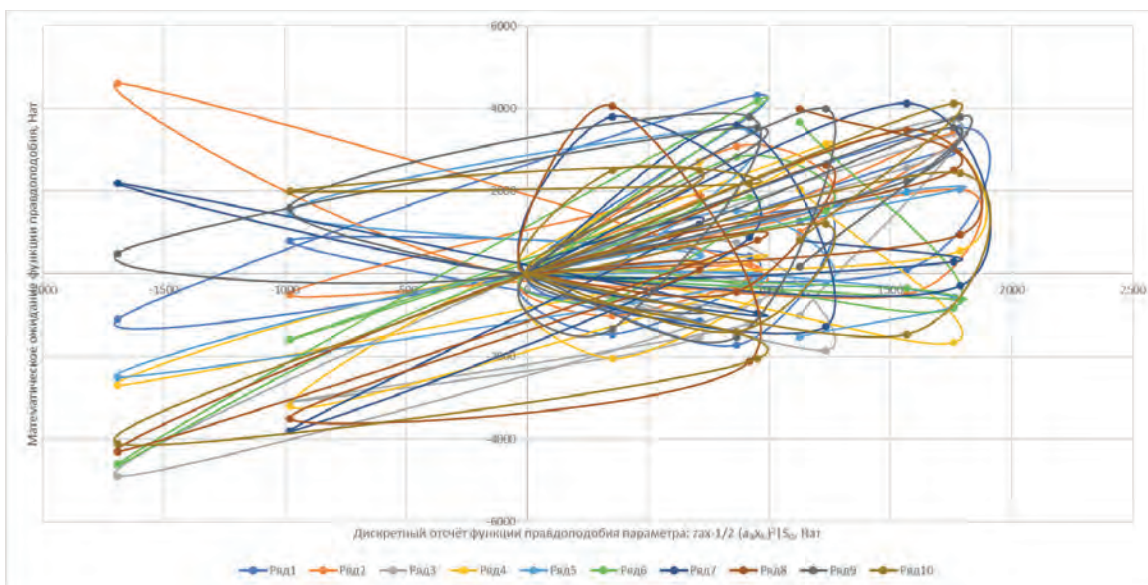


Рис. 7. Информационные орбиты отображения последования Пуанкаре для аномальных сингулярных последовательностей, не удовлетворяющих признаковому синдрому (для S_j)

Информационные орбиты отображения последования Пуанкаре позволяют выявлять странные аттракторы, определяющие *устойчивость* идентификации сингулярных последовательностей аномальных факторов.

В результате проведённого моделирования были получены графики динамики энтропии покрытия для информационных последовательностей, удовлетворяющих и не удовлетворяющих признаковому синдрому. Эти графики представлены на рис. 8.

На графиках видно, что порогового уровня для аномальной сингулярной последовательности, соответ-

ствующей признаковому синдрому, энтропия покрытия достигает на 8-м шаге. А энтропия покрытия сингулярной последовательности, не соответствующей признаковому синдрому, на рассматриваемом интервале наблюдения не достигает порогового значения.

При этом идентификацию соответствия сингулярной аномальной последовательности при достижении энтропией покрытия можно прекратить. Такая постановка вопроса идентификации принадлежности соответствует критерию последовательного наблюдателя.

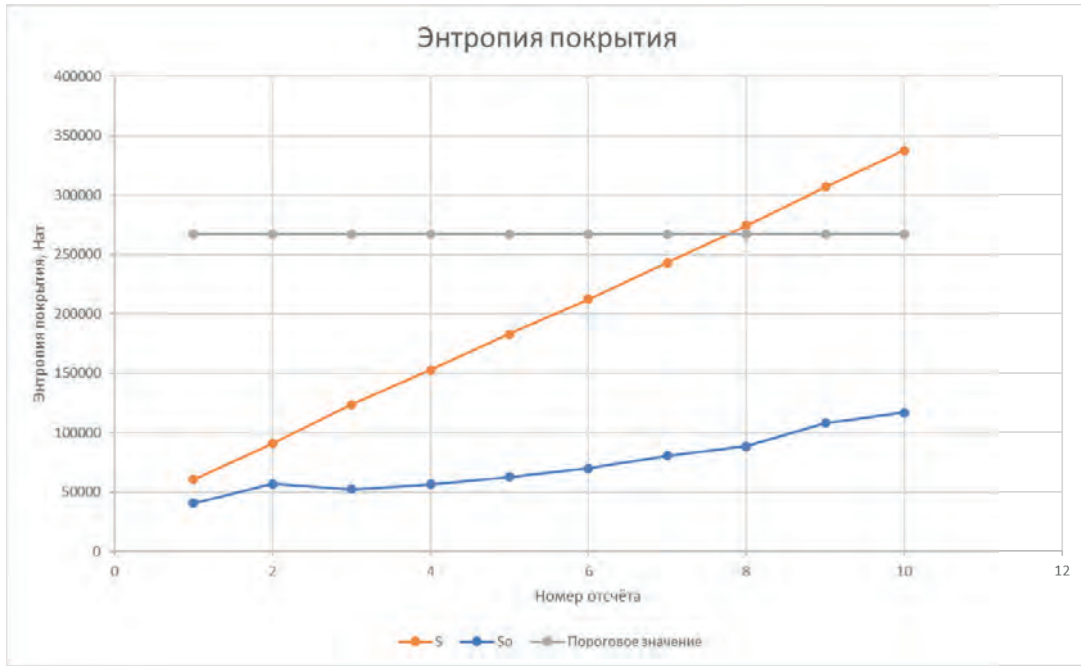


Рис. 8. Динамика энтропии покрытия для информационных последовательностей, удовлетворяющих (S) и не удовлетворяющих (S₀) признаковому синдрому

Закключение и выводы

Таким образом, рассмотрено формальное описание практического применения метода отображения последования Пуанкаре для распознавания сингулярных последовательностей на примере признаков серийности в информационном пространстве преступления. Исследование указанного направления проводится с точки зрения теории *хаотических систем*⁹, которые представляют собой детерминированные системы, проявляющие себя в информационном пространстве случайным образом. Хаос в данном случае называется также странным поведением, что представляет собой важную сторону исследования нелинейных систем. При этом используется один из основополагающих научных принципов, заключающийся в том, что детерминированные системы по своей сути являются пред-

сказуемыми при заданных уравнениях, описывающих некоторую систему, и начальных информационных условий [16] для этих уравнений, поведение системы может быть предсказано (прогнозировано) на любой интервал времени.

Проведённый системный анализ динамики аномальных сингулярных последовательностей позволяет определять области устойчивости динамики информационных орбит этих последовательностей. При этом информационные орбиты последовательностей представляют собой детерминированный хаос. Но по этим орбитам возможно на основании странных аттракторов проводить анализ устойчивости динамики аномальных последовательностей.

В то же время в случае получения информационных орбит отображения последования Пуанкаре с недетерминированным хаосом сразу можно сделать вывод о непринадлежности последовательностей к классу, соответствующему признаковому синдрому.

⁹ Паркер Т. С., Чжуа Л. О. Введение в теорию хаотических систем для инженеров // ТИИЭР. 1997. Т. 75. № 8. Р. 6—40.

Рецензент: **Омельченко Виктор Валентинович**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, советник секретариата научно-технического совета ВПК «НПО Машиностроения», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: omvv@yandex.ru

Литература

1. Бурый А.С., Сухов А.В. Оптимальное управление сложным техническим комплексом в информационном пространстве // Автоматика и телемеханика. 2003. № 7. С. 145—162.
2. Величко П.С., Конюшев В.В., Лёвин А.И., Сухов А.В. Применение технологий анализа больших данных и информационного подхода в целях выявления признаков серийности преступлений // Труды Межд. науч.-прак. конф. «Развитие учения о противодействии расследованию преступлений в условиях цифровой трансформации» (21 мая 2021 г.). Академия управления МВД России. М. : Академия управления МВД России, 2021. С. 142—145.
3. Ловцов Д.А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
4. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
5. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем. Тезаурус : монография. М. : Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
6. Ловцов Д.А. Системология информационного права // Правосудие/Justice. 2022. Т. 4. № 1. С. 41—70. DOI: 10.37399/2686-9241.2022.1.41-70 .
7. Ловцов Д.А. Системный анализ. Часть. 1. Теоретические основы. М. : РГУП, 2018. 224 с. ISBN 978-5-93916-701-7.
8. Ловцов Д.А., Нисесов В.А. Формирование единого информационного пространства судебной системы России // Российское правосудие. 2008. № 11 (31). С. 78—88.
9. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. М. : Радиотехника, 2003. 400 с. ISBN 5-93108-047-3.
10. Сухов А.В. Динамика информационных потоков в системе управления сложным техническим комплексом // Теория и системы управления. 2000. № 4. С. 111—120.
11. Сухов А.В., Конюшев В.В., Калилец А.А. Информационное моделирование идентификации серийного преступления // Правовая информатика. 2022. № 1. С. 24—31. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-24-31 .
12. Сухов А.В., Конюшев В.В. Разработка моделей оперативно-служебной деятельности цифровой полиции в информационном пространстве // Правовая информатика. 2022. № 4. С. 49—58. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-4-49-58 .
13. Сухов А.В., Конюшев В.В. Идентификация сингулярных последовательностей признаков аномальных явлений в информационном пространстве // Правовая информатика. 2023. № 2. С. 26—33. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-2-26-33 .
14. Федосеев С.В. Применение математических методов теории нечетких множеств при проведении судебно-экспертных исследований // Правовая информатика. 2020. № 4. С. 38—45. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-38-45 .
15. Lovtsov D.A. Models for Measuring the Information Resource of a Computerized Control System. Automation and Remote Control. 1996. V. 57. No. 9, Part 1. Pp. 1221–1232.
16. Lovtsov D.A. Information Indices of Functioning Efficiency of MIS for Control Complex Dynamic Plants // Avtomatika i telemekhanika. 1994. № 12. С. 143—150.

INFORMATION AND ELECTRONIC TECHNOLOGIES IN THE LEGAL SPHERE

SYSTEM ANALYSIS OF ABNORMAL EVENTS IN INFORMATION SPACE

Andrei Sukhov, Dr.Sc. (Technology), Professor at the Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russian Federation.
E-mail: avs57@mail.ru

Valerii Koniushev, Senior Researcher at the Lebedev Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation.
E-mail: klvvvk@mail.ru

Keywords: *ergatic system (ergasystem), information space, deterministic chaos, multiparametric ergasystem, abnormal events, indicators, singularity, Poincare sequence mapping, information resource, information orbit, strange attractor, entropy of coverage.*

Abstract

Purpose of the work: identifying stable anomalies on sets of singular sequences of indicators in information space.

Methods used in the study: system analysis, mathematical modelling and computer simulation of information processes using a modified optimal control apparatus based on coverage entropy.

Study findings: Poincare sequence mappings of singular indicators of abnormal events in the information space of multiparametric ergasystems are examined. Discrete mappings of continuous physical parameters onto the phase space within a single-connected information domain limited by the spatio-temporal characteristics of observation of multiparametric ergatic systems are used. A criminalistic information system (criminalistic characterisation) of a serial offence built on the basis of identification indicators of the offence is studied as an example of a multiparametric ergasystem.

References

1. Buryi A.S., Sukhov A.V. Optimal'noe upravlenie slozhnym tekhnicheskim kompleksom v informatsionnom prostranstve. *Avtomatika i telemekhanika*, 2003, No. 7, pp. 145–162.
2. Velichko P.S., Koniushhev V.V., Levin A.I., Sukhov A.V. Primenenie tekhnologii analiza bol'shikh dannykh i informatsionnogo podkhoda v tseliakh vyiavleniia priznakov seriinosti prestuplenii. *Trudy Mezhd. nauch.-prak. konf. "Razvitie ucheniia o protivodeistvii rassledovaniuu prestuplenii v usloviakh tsifrovoy transformatsii"* (21 maia 2021 g.). Akademiia upravleniia MVD Rossii. M. : Akademiia upravleniia MVD Rossii, 2021, pp. 142–145.
3. Lovtsov D.A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : RGUP, 2016. 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
4. Lovtsov D.A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021. 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
5. Lovtsov D.A. Informatsionnaia teoriia ergasistem. Tezaurus : monografiia. M. : Nauka, 2005. 248 pp. ISBN 5-02-033779-Kh.
6. Lovtsov D.A. Sistemologiya informatsionnogo prava. *Pravosudie/Justice*, 2022, t. 4, No. 1, pp. 41–70. DOI: 10.37399/2686-9241.2022.1.41-70 .
7. Lovtsov D.A. Sistemnyi analiz. Chast' 1. Teoreticheskie osnovy. M. : RGUP, 2018. 224 pp. ISBN 978-5-93916-701-7.
8. Lovtsov D.A., Niesov V.A. Formirovanie edinogo informatsionnogo prostranstva sudebnoi sistemy Rossii. *Rossiiskoe pravosudie*, 2008, No. 11 (31), pp. 78–88.
9. Perov A.I. Statisticheskaiia teoriia radiotekhnicheskikh sistem. M. : Radiotekhnika, 2003. 400 pp. ISBN 5-93108-047-3.
10. Sukhov A.V. Dinamika informatsionnykh potokov v sisteme upravleniia slozhnym tekhnicheskim kompleksom. *Teoriia i sistemy upravleniia*, 2000, No. 4, pp. 111–120.
11. Sukhov A.V., Koniushhev V.V., Kalilets A.A. Informatsionnoe modelirovanie identifikatsii seriinogo prestupleniia. *Pravovaia informatika*, 2022, No. 1, pp. 24–31. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-24-31 .
12. Sukhov A.V., Koniushhev V.V. Razrabotka modelei operativno-sluzhebnoi deiatel'nosti tsifrovoy politsii v informatsionnom prostranstve. *Pravovaia informatika*, 2022, No. 4, pp. 49–58. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-4-49-58 .
13. Sukhov A.V., Koniushhev V.V. Identifikatsiia singuliarnykh posledovatel'nostei priznakov anomal'nykh iavlenii v informatsionnom prostranstve. *Pravovaia informatika*, 2023, No. 2, pp. 26–33. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-2-26-33 .
14. Fedoseev S.V. Primenenie matematicheskikh metodov teorii nechetkikh mnozhestv pri provedenii sudebno-ekspertnykh issledovani. *Pravovaia informatika*, 2020, No. 4, pp. 38–45. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-4-38-45 .
15. Lovtsov D.A. Models for Measuring the Information Resource of a Computerized Control System. *Automation and Remote Control*. 1996. V. 57. No. 9, Part 1. Pp. 1221–1232.
16. Lovtsov D.A. Information Indices of Functioning Efficiency of MIS for Control Complex Dynamic Plants. *Avtomatika i telemekhanika*, 1994, No. 12, pp. 143–150.