

УДК 656.086

© А. И. Петров, канд. техн. наук, доцент
(Тюменский индустриальный университет,
Тюмень, Россия)

E-mail: ArtIgPetrov@yandex.ru

© С. А. Евтюков, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: s.a.evt@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2025-22-3-150-159

© A. I. Petrov, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Tyumen Industrial University,
Tyumen, Russia)

E-mail: ArtIgPetrov@yandex.ru

© S. A. Evtyukov, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg, Russia)

E-mail: s.a.evt@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗОВАННОСТЬЮ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (на примере субъектов Северо-Западного федерального округа)

MANAGEMENT OF THE REGIONAL ROAD SAFETY SYSTEMS` ORGANIZATION (on the example of the subjects of the North-West Federal District)

Представлены материалы по идентификации качества управления системными процессами в сфере обеспечения безопасности дорожного движения (БДД) в регионах Северо-Западного федерального округа России. Главной задачей исследования была иллюстрация принципиальных подходов к оптимизации выбора управленческих воздействий на основе оценки специфики организованности региональных систем обеспечения БДД.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, управление, структура, структурная организованность, Северо-Западный федеральный округ, регионы.

The article presents materials on identifying the quality of system processes` management in the field of road safety in the regions of the North-Western Federal District (NWFd) of Russia. The main goal of the study was to consider fundamental approaches to optimizing the selection of management impacts based on the assessment of the specifics of the regional road safety systems` (RSS) organization.

Keywords: road safety system, management, structure, structural organization, North-Western Federal District of Russia, regions.

Введение

Одна из важнейших задач совершенствования управления в любой сфере жизнедеятельности заключается в необходимости разработки и использования инструментария количественной оценки качества менеджмента. Обычная практика субъективизации такой оценки страдает отсутствием корректности, так как не позволяет вывести эту практику на цифровой уровень. В сфере

обеспечения безопасности дорожного движения (БДД) при оценке качества профессиональной деятельности уже давно практикуется использование абсолютных (число ДТП, число раненых и погибших в ДТП) и относительных (социальный риск, транспортный риск, тяжесть ДТП) показателей и сравнение их текущего уровня с данными предыдущих периодов. К сожалению, такой подход не является полностью объектив-

ным, так как не позволяет идентифицировать структурные особенности процесса формирования дорожной аварийности, т. е. оценивать специфическую сложность решаемых задач в сфере управления БДД. Чрезвычайно сложно корректно сравнивать качество управления БДД в региональных автотранспортных системах; различия между ними определяются спецификой парков транспортных средств, водительского состава, особенностями внешней среды (совокупностью различных факторов влияния) и многими другими обстоятельствами. Однако существует возможность количественной оценки системной организованности в сфере обеспечения БДД, что позволяет перейти к объективизации оценочной деятельности, а значит, к повышению качества управления дорожной безопасностью.

Организованность — свойство больших сложных систем, идентифицирующее качество внешнего управления системными процессами. Именно в результате высококачественной профессиональной деятельности специалистов по управлению формируется требуемая упорядоченность поведения системных элементов. Происходит это вследствие практической реализации требований совокупности правил, запретов, структурирующих систему и ограничивающих свободу ее постоянных изменений во времени и пространстве.

Количественная оценка системной организованности возможна посредством использования энтропийных показателей, предложенных К. Э. Шенноном в рамках теории информации [1]. Позже идеи К. Э. Шеннона применительно к использованию в оценке системного качества были развиты П. Шамбадалем [2], Н. Мартином и Дж. Инглендом [3] и И. В. Прангишвили [4].

В статьях [5–8] представлены концептуальные подходы к оценке организованности систем обеспечения БДД на основе фундаментальных идей К. Э. Шеннона, П. Шамбадаля, И. В. Прангишвили. В частности,

обоснован выбор в качестве важнейшего показателя, идентифицирующего системную организованность в сфере обеспечения БДД, такой характеристики, как относительная энтропия H_n БДД.

В рамках данной статьи рассматриваются вопросы совершенствования качества управления БДД в субъектах Северо-Западного федерального округа (СЗФО) РФ на основе количественного определения величины относительной энтропии H_n БДД соответствующих региональных систем обеспечения дорожной безопасности.

Новизна представленного в рамках статьи управленческого подхода заключается в разработке метода количественной оценки качества менеджмента процессов обеспечения БДД и выявления специфической проблематики (узких мест), требующей особого внимания специалистов по дорожной безопасности. При условии ограниченности производственно-управленческого ресурса необходимо выбирать наиболее приоритетные направления профессиональной деятельности, концентрировать внимание именно на проблемных звеньях управляемого процесса. Количественная оценка организованности региональных систем обеспечения БДД позволяет снизить степень остроты этой проблематики.

Информационно-методические основы оценки организованности систем обеспечения БДД

Базовые идеи о возможности совершенствования подходов к управлению БДД, в частности, использования в оценке организованности процессов обеспечения безопасности дорожного движения энтропийных оценок, были представлены в работах [5, 6]. Авторская детализированная методика количественной оценки организованности региональных систем обеспечения БДД представлена в [7]. Ее аналог и пример применения для идентификации качества управления городскими системами БДД рассмотрен в [8].

Напомним суть метода количественной оценки относительной энтропии H_n БДД — важнейшего показателя системной организованности процессов управления дорожной безопасностью.

Для идентификации относительной энтропии H_n БДД необходимо выполнить следующие действия.

1. Представить процесс формирования дорожной аварийности в форме причинно-следственной цепочки (рис. 1), состоящей из нескольких звеньев.

2. Определить численные значения коэффициентов информационной передачи K_i :

$$K_i = A_{out} / A_{in}, \quad (1)$$

где K_i — коэффициент информационной передачи i -го звена причинно-следственной информационной цепочки; A_{out} — выходная характеристика звена информационной цепочки; A_{in} — входная характеристика звена информационной цепочки.

3. Оценить количественно положительный вклад соответствующего звена исследуемой информационной цепочки в формирование итогового уровня БДД или так называемый позитив Q . Физический смысл данной характеристики можно понимать как меру объема информации, формируемой на конкретном этапе исследуемого процесса. Данная оценка возможна с учетом расчетов с использованием выражений

$$Q = \ln(1/K_i) \text{ при } K_i < 1; \quad (2)$$

$$Q = \ln(K_i) \text{ при } K_i > 1. \quad (3)$$

4. Определить общий позитив системного процесса формирования дорожной аварийности Q по формуле

$$Q = Q_{Vh} + Q_{RA} + Q_V + Q_D = \ln(1/K_{Vh}) + \ln(1/K_{RA}) + \ln(K_V) + \ln(1/K_D), \quad (4)$$

где Q_{Vh} , Q_{RA} , Q_V , Q_D — положительный вклад (позитив) определенного звена причинно-следственной цепочки (см. рис. 1) в итоговый результат процесса формирования дорожно-транспортной аварийности; K_{Vh} , K_{RA} , K_V , K_D — коэффициенты информационной передачи соответствующего i -го звена причинно-следственной информационной цепочки.

5. Оценить соответствующий вес ω_i или относительную значимость позитива отдельного звена причинно-следственной цепочки процесса формирования дорожно-транспортной аварийности по формуле

$$\omega_i = Q_i / Q. \quad (5)$$

6. Определить логарифмированные значения весов позитива ω_i различных звеньев причинно-следственной цепочки и их произведение с весами позитива ω_i .

7. Непосредственно рассчитать значения энтропии $H_{БДД}$ процесса обеспечения БДД по классической формуле К. Э. Шеннона [1]

$$H_{БДД} = -\sum(\omega_i \ln \omega_i). \quad (6)$$

8. Рассчитать значения относительной энтропии H_n БДД процесса обеспечения БДД по формуле

$$H_n \text{ БДД} = H_{БДД} / H_{БДД \text{ max}} = H_{БДД} / \ln(n), \quad (7)$$

где n — число звеньев информационной передачи в системе обеспечения БДД ($n = 4$ для варианта причинно-следственной цепочки на рис. 1).

Использование в целях оценки качества управления БДД показателя относительной энтропии H_n БДД более удобно, чем энтропии $H_{БДД}$, так как позволяет делать соответствующие

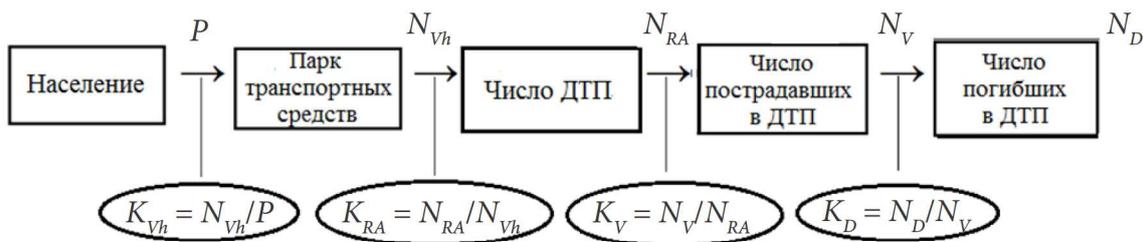


Рис. 1. Причинно-следственная цепочка процесса формирования дорожно-транспортной аварийности

ющие сравнительные выводы в рамках теоретически возможного диапазона значений $H_{n \text{ БДД}} = [0...1]$.

Количественная оценка организованности региональных систем обеспечения БДД в СЗФО России

Объективные рассуждения о специфике подходов к обеспечению БДД в различных регионах и оценка уровня качества управления БДД в различных регионах Российской Федерации возможны только по факту идентификации региональных показателей относительной энтропии $H_{n \text{ БДД}}$. Также важна информация о структурной специфике формирования процессов дорожной аварийности. Именно эта информация позволяет оценить узкие места в процессах управления БДД и сформулировать рекомендации по повышению качества управленческой работы. С этой целью была проведена количественная оценка величины $H_{n \text{ БДД}}$ в отношении процессов функционирования региональных систем обеспечения БДД Северо-Запада России (табл. 1).

Диапазон значений $H_{n \text{ БДД} 2024} = [0,642; 0,713]$, определенный для систем обеспечения БДД субъектов СЗФО, вряд ли можно назвать широким, а значит, в целом для всех сравниваемых региональных систем обеспечения БДД процессы формирования дорожно-транспортной аварийности протекают относительно одинаково.

Большие по величине региональные значения $H_{n \text{ БДД}}$ характеризуют уровень системной организованности в сфере обеспечения БДД с менее качественной стороны, и, наоборот, наиболее высокое качество регионального управления БДД фиксируется там, где значение $H_{n \text{ БДД}}$ характеризуется более низкими значениями. Таким образом, наиболее высокий уровень организованности в 2024 г. был характерен для региональной системы обеспечения БДД Калининградской области, самое низкое качество управления БДД фиксируется в Республике Коми.

В работе [7] была представлена энтропийная классификация российских региональных систем обеспечения БДД по уровням системной организованности (табл. 2).

Согласно данной классификации система обеспечения БДД Калининградской области относится к классу I, характеризуемому очень высоким уровнем организованности. Система обеспечения БДД Республики Коми характеризуется как система среднего уровня организованности (класс III, подкласс III-1). Организованность других региональных систем обеспечения БДД СЗФО классифицируется как II класс (высокий уровень системной организованности). Данные оценки позволяют констатировать сравнительно неплохой качественный уровень управления БДД в СЗФО РФ.

Идентификация региональной специфики организованности систем обеспечения БДД

С целью выявления узких мест в региональных процессных причинно-следственных цепочках «население — парк транспортных средств — число ДТП — число пострадавших в ДТП — число погибших в ДТП» были проанализированы весовые коэффициенты ω_i соответствующих звеньев анализируемого процесса, или значимость отдельных этапов формирования дорожной аварийности во времени. С учетом того что $\sum \omega_i = 1$, относительная весовая значимость ω_i звеньев может быть весьма различна, именно эти различия идентифицируют специфику качества управления БДД. В свою очередь весовые коэффициенты ω_i являются производными от величины соответствующих передаточных коэффициентов K_i причинно-следственной цепочки механизма формирования аварийности.

В табл. 3 представлены значения передаточных коэффициентов K_i и весов ω_i соответствующих звеньев процесса формирования дорожной аварийности в регионах СЗФО.

Таблица 1

Исходные данные (2024 г.), характеризующие процессы формирования дорожно-транспортной аварийности в субъектах СЗФО РФ, и соответствующее системное значение $H_{n \text{ БДД}}$

Субъект СЗФО РФ	Население, чел.	Парк транспортных средств, ед.	Число ДТП, ед.	Число пострадавших в ДТП, чел.	Число погибших в ДТП, чел.	$H_{n \text{ БДД}}$ (2024)
Республика Карелия	523 856	292 281	734	1045	81	0,677
Республика Коми	720 610	315 665	856	1183	61	0,713
Архангельская область	955 848	421 101	736	960	78	0,676
Вологодская область	1 121 343	532 149	1315	1849	127	0,698
Калининградская область	1 033 914	585 940	1068	1307	75	0,642
Ленинградская область	2 035 762	792 240	1743	2393	309	0,690
Санкт-Петербург	5 597 763	2 155 940	4005	4515	148	0,680
Мурманская область	656 438	334 788	635	904	42	0,691
Новгородская область	571 447	268 095	698	901	65	0,684
Псковская область	581 147	342 072	774	1121	100	0,664
Ненецкий АО	42 224	17 201	17	20	1	0,658

Таблица 2

Энтропийная классификация систем обеспечения БДД российских регионов по уровням системной организованности [7]

Диапазоны значений $H_{n \text{ БДД}}$ / Число субъектов РФ							
< 0,650	0,651...0,675	0,676...0,700	0,701...0,725	0,726...0,750	0,751...0,775	0,776...0,800	> 0,801
5	14	16	32	13	1	0	1
Энтропийная классификация регионов РФ по величине $H_{n \text{ БДД}}$							
Очень высокий уровень системной организованности — класс I	Высокий уровень системной организованности БДД — класс II		Средний уровень системной организованности БДД — класс III		Низкий уровень системной организованности БДД — класс IV		Очень низкий уровень системной организованности — класс V
	Подкласс II-1	Подкласс II-2	Подкласс III-1	Подкласс III-2	Подкласс IV-1	Подкласс IV-2	

Примечание. Системы обеспечения БДД городов федерального значения (Москва, Санкт-Петербург, Севастополь) исключены из анализа.

Рассмотрим специфичность дорожно-транспортной аварийности в регионах СЗФО на примере систем обеспечения БДД с наибольшим (Калининградская область с $H_{n \text{ БДД}} 2024 = 0,642$) и наименьшим (Республика Коми с $H_{n \text{ БДД}} 2024 = 0,712$) уровнями организованности. Принципиальная разница между этими региональными системами обеспечения БДД визуальна выражается посредством различий в величине весов ω_i звеньев цепочки «население–парк транспортных средств–число ДТП–число пострадавших в ДТП–число погибших в ДТП», представленных на рис. 2.

Легко заметить значительную разницу в весах (или значимости) звена «парк ТС–число ДТП». Для Калининградской области это значение $\omega_{RA} = 0,635$; для Республики Коми соответственно $\omega_{RA} = 0,590$. Также весьма значительна разница между значениями весов ω_{Vh} звена «население–парк ТС». По сути, это означает, что автотранспортные системы этих регионов находятся на различных эволюционных этапах развития. Система обеспечения БДД Калининградской области, являясь производной от автотранспортной системы региона в целом, является более цивилизационно эффективной. Об этом

Значения (2024 г.) передаточных коэффициентов K_i и весов ω_i , соответствующих звеньев процесса формирования дорожной аварийности в регионах СЗФО

Субъект СЗФО РФ	Численные значения							
	Передаточные коэффициенты K_i				Веса звеньев цепочки ω_i			
	K_{Vh}	K_{RA}	K_V	K_D	ω_{Vh}	ω_{RA}	ω_V	ω_D
Республика Карелия	0,558	0,0025	1,424	0,078	0,062	0,631	0,037	0,270
Республика Коми	0,438	0,0027	1,382	0,052	0,082	0,590	0,032	0,296
Архангельская область	0,441	0,0017	1,304	0,081	0,082	0,638	0,027	0,252
Вологодская область	0,475	0,0025	1,406	0,069	0,076	0,615	0,035	0,274
Калининградская обл.	0,567	0,0018	1,224	0,057	0,057	0,635	0,020	0,288
Ленинградская область	0,389	0,0022	1,373	0,129	0,100	0,649	0,034	0,217
Санкт-Петербург	0,385	0,0019	1,127	0,033	0,089	0,583	0,011	0,317
Мурманская область	0,510	0,0019	1,424	0,046	0,065	0,605	0,034	0,296
Новгородская область	0,469	0,0026	1,291	0,072	0,079	0,620	0,027	0,274
Псковская область	0,589	0,0023	1,448	0,089	0,056	0,647	0,039	0,257
Ненецкий АО	0,407	0,0010	1,176	0,050	0,082	0,630	0,015	0,273

Примечание. K_{Vh} , K_{RA} , K_V , K_D — коэффициенты информационной передачи звеньев причинно-следственных цепочек «население — парк ТС», «парк ТС — число ДТП», «число ДТП — число пострадавших в ДТП», «число пострадавших в ДТП — число погибших в ДТП», ω с аналогичными индексами — весовая значимость этих звеньев при условии, что $\sum \omega_i = 1$.

свидетельствует как более высокий уровень автомобилизации в Калининградской области (характеризуемый передаточным коэффициентом $K_{Vh} = 0,567$), так и более низкое значение вероятности участия в ДТП (характеризуемое передаточным коэффициентом $K_{RA} = 0,0018$). Аналогичные показатели для Республики Коми составляют $K_{Vh} = 0,438$ и $K_{RA} = 0,0027$, что свидетельствует о невысокой автомобилизации и значительно (в 1,5 раза выше) более высокой вероятности участия в ДТП. Также это показывает различные уровни адаптации к ним участников дорожного движения.

Четкое понимание того, на каких эволюционных уровнях развития находятся различные региональные системы обеспечения БДД, позволяет выбирать различные стратегии акцентуации внимания на разных аспектах технологии обеспечения БДД. Очевидно, для Калининградской области это будет выбор и использование более мягких инструментов управления БДД, например, использование предупреждений нарушений правил дорожного движения

в более приоритетном режиме по сравнению с наказанием.

В Республике Коми работать в сфере обеспечения БДД придется более жесткими методами, чаще используя систему наказаний и реже — предупреждений. Очевидно, относительно более низкий уровень автомобилизации в Республике Коми свидетельствует и о сравнительно невысоком уровне бытового благополучия, что способствует повышению эмоционального напряжения и внутренней агрессии. А это, в свою очередь, негативно влияет на поведение участников дорожного движения и на рост числа ситуаций, способствующих дорожной аварийности [9–10].

Алгоритм управления организованностью региональных систем обеспечения БДД

Итак, для совершенствования БДД необходимо в разных региональных системах использовать разные подходы к снижению дорожно-транспортного хаоса и повышению системной организованности. Выбор инструментария для повышения уровня организованности региональных систем обеспечения

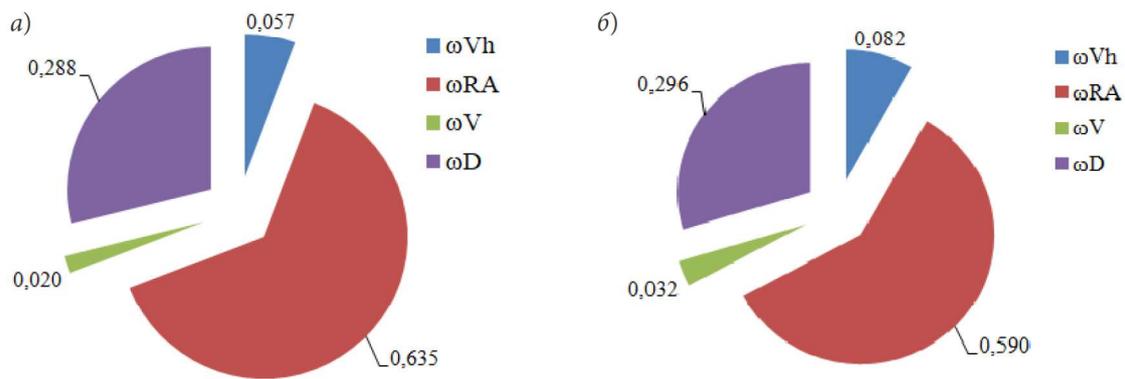


Рис. 2. Диаграммы распределения весов ω , причинно-следственной цепочки формирования дорожной аварийности для регионов СЗФО с наибольшим и наименьшим уровнями системной организованности: а — система обеспечения БДД Калининградской области; б — система обеспечения БДД Республики Коми

печения БДД определяется блок-схемой следующего алгоритма (рис. 3).

Основная идея данного алгоритма состоит в постоянном мониторинге весовых значений звеньев причинно-следственной цепочки «население–парк транспортных средств–число ДТП–число пострадавших в ДТП–число погибших в ДТП», сравнении их с весами-эталонами, определенными ранее для общероссийской системы обеспечения БДД (табл. 4), и коррекции выбора наиболее актуальных направлений обеспечения БДД.

Пожалуй, можно критиковать представленный энтропийный подход к оценке качества управления БДД с позиций рутинности расчетных операций. Алгоритм выбора данного инструментария может быть использован для оценки качества управленческой деятельности системы ГАИ (ГИБДД) и в регионах СЗФО, и в любых других субъектах РФ. Именно в этом и заключается достоинство предложенного методического подхода к количественной оценке системной организованности. У специалистов центрального аппарата ГАИ (ГИБДД) РФ появляется инструмент объективного сравнения качества управленческой деятельности сотрудников различных региональных подразделений (всего 89), выявления лидеров и аутсайде-

ров. Ранее такого управленческого инструментария просто не было.

Обсуждение

Рассмотрим пример управления организованностью региональной системы обеспечения БДД Республики Коми как региона с самым высоким значением относительной энтропии системы обеспечения БДД ($H_{\text{БДД}} 2024 = 0,712$) и, соответственно, самым низким уровнем организованности в сфере дорожной безопасности среди регионов СЗФО РФ. Сравним величины $\omega_{\text{Коми}}$ с соответствующими значениями $\omega_{\text{РФ}}$ и определим требуемые направления действий по повышению уровня организованности в сфере обеспечения БДД (табл. 5).

Таким образом, относительно других регионов СЗФО низкий уровень организованности системы обеспечения БДД Республики Коми приоритетно определяется только слабым звеном «парк ТС–число ДТП», т. е. проблемами в сфере предупреждения дорожной аварийности. Остальные три аспекта, влияющие на формирование уровня БДД в Республике Коми, находятся на относительно приемлемом для текущей общероссийской ситуации уровне.

Заключение

Приведем основные выводы.

1. Крайне некорректно под оценкой текущего качества управления БДД понимать

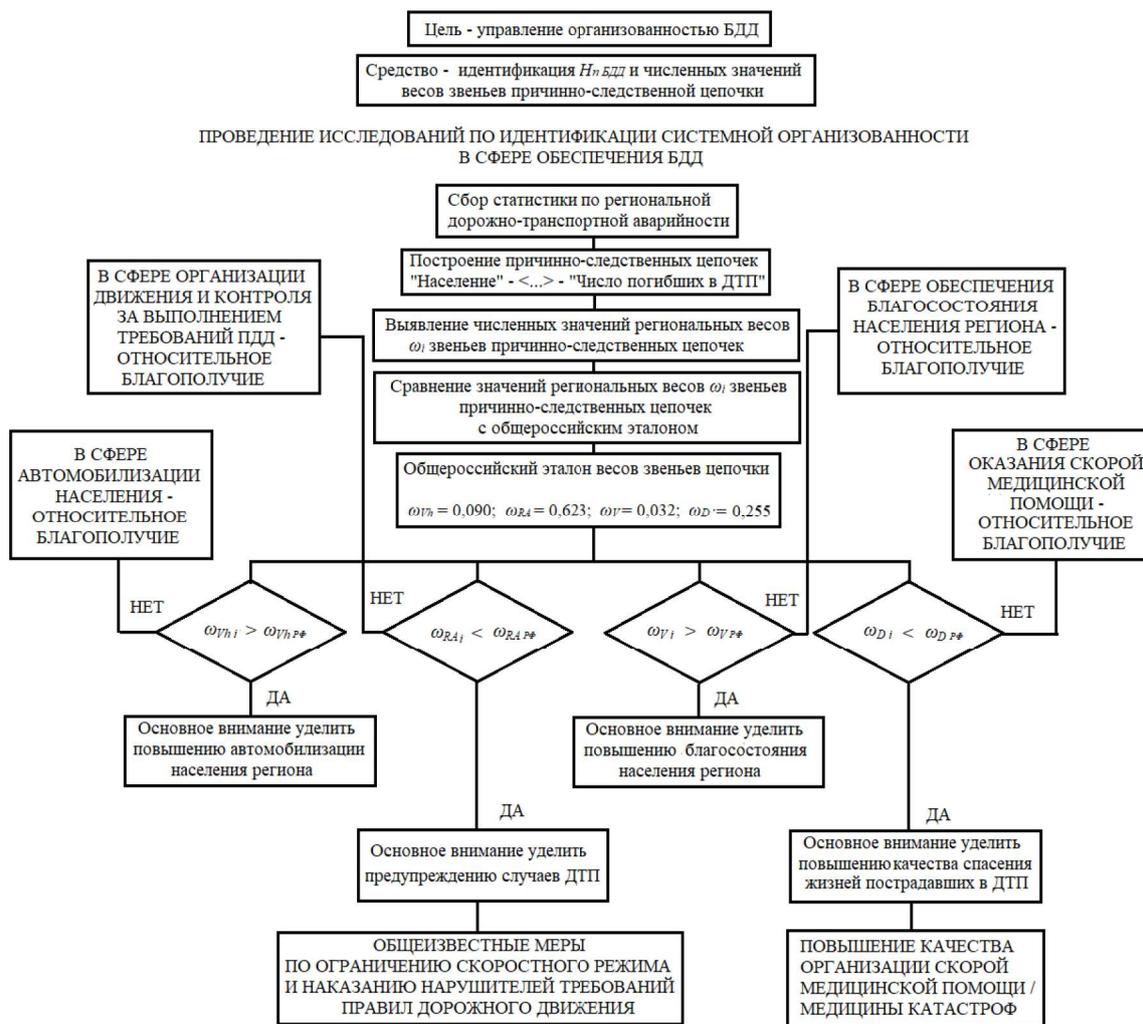


Рис. 3. Алгоритм выбора инструментария повышения уровня организованности региональных систем обеспечения БДД

результаты простого арифметического сравнения фактических современных показателей дорожно-транспортной аварийности с аналогичными показателями прошлого года. О некорректности использования такого подхода в оценке качественной динамики изучаемых процессов, например, заявлено в [11].

2. Количественная оценка энтропийной организованности систем обеспечения БДД является значительно более корректным способом оценки качества управленческой работы профильных специалистов.

3. Организованностью систем обеспечения БДД можно и нужно управлять, выявляя

проблемные участки причинно-следственной цепочки формирования региональной дорожно-транспортной аварийности и выстраивая политику контроля за наиболее проблемными местами этой цепочки. Данная идея и ее проработка не являются абсолютно новыми. Ранее аналогичные разработки были выполнены применительно к управлению самыми разными сферами человеческой деятельности [12–13].

4. Автотранспортные системы российских регионов находятся на различных эволюционных этапах развития. Инструменты влияния на дорожную безопасность, актуальные и результативные для одних региональных

Таблица 4

Эталонные (для общероссийской системы обеспечения БДД) численные значения весов звеньев причинно-следственной цепочки

Эталонная система ОБДД	Численные значения весов звеньев причинно-следственной цепочки			
	ω_{Vh}	ω_{RA}	ω_V	ω_D
Российская Федерация	0,090	0,623	0,032	0,255

Таблица 5

Пример выбора приоритетных управленческих воздействий на систему обеспечения БДД с целью повышения уровня ее организованности

Сравниваемые системы ОБДД	Численные значения весов звеньев причинно-следственной цепочки			
	ω_{Vh}	ω_{RA}	ω_V	ω_D
Российская Федерация	0,090	0,623	0,032	0,255
Республика Коми	0,082	0,590	0,032	0,296
Результат фактического сравнения	$0,082 < 0,090$	$0,590 < 0,623$	$0,032 = 0,032$	$0,296 > 0,255$
Требуемое сравнение для вывода	$\omega_{Vh \text{ Коми}} \geq \omega_{Vh \text{ РФ}}$ $\omega_{Vh \text{ Коми}} \leq \omega_{Vh \text{ РФ}}$	$\omega_{RA \text{ Коми}} \geq \omega_{RA \text{ РФ}}$ $\omega_{RA \text{ Коми}} \leq \omega_{RA \text{ РФ}}$	$\omega_{V \text{ Коми}} \geq \omega_{V \text{ РФ}}$ $\omega_{V \text{ Коми}} \leq \omega_{V \text{ РФ}}$	$\omega_{D \text{ Коми}} \geq \omega_{D \text{ РФ}}$ $\omega_{D \text{ Коми}} \leq \omega_{D \text{ РФ}}$
Вывод / направления действий	В сфере автомобилизации населения региона — относительное благополучие	В сфере предупреждения аварийности — критическое положение. Необходимо резко усилить меры по предупреждению аварийности	В сфере обеспечения благосостояния населения региона — паритет с общероссийским уровнем	В сфере оказания скорой медицинской помощи в регионе — относительное благополучие

систем обеспечения БДД, могут быть неэффективны для других.

5. Конкретным результатом данного исследования является алгоритм выбора инструментария для повышения уровня организованности региональных систем обеспечения БДД. Его практическая реализация позволяет оптимизировать управленческие подходы к управлению БДД.

Библиографический список

1. Шеннон К. Э. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 830 с.
2. Шамбадаль П. Развитие и приложение понятия энтропии / пер. с фр. В. Т. Хозяинова. М.: Наука, 1967. 278 с.

3. Мартин Н. Ф. Д., Ингленд Дж. Математическая теория энтропии / пер. с англ. В. А. Каймановича; под ред. и с предисл. А. М. Вершика. М.: Мир, 1988. 350 с.

4. Прангишвили И. В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами. М.: Наука, 2003. 428 с.

5. Петров А. И., Евтюков С. А. Новая антиэнтропийная концепция организованности систем обеспечения безопасности дорожного движения // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 1 (72). С. 184–193.

6. Петров А. И., Евтюков С. А., Колесов В. И. Новые подходы к управлению безопасностью дорожного движения: парадигма организованности процессов обеспечения безопасности дорожного движения // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3 (66). С. 65–74.

7. Петров А. И. Энтропия системного управления безопасностью дорожного движения: методика и практика использования // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. № 4. С. 72–82.

8. Петров А. И., Евтюков С. А. Специфика использования информационно-энтропийного подхода при организации и управлении городскими системами обеспечения безопасности дорожного движения // Вестник гражданских инженеров. 2024. № 4 (105). С. 80–88.

9. Петров А. И. Автотранспортная аварийность как идентификатор качества жизни граждан // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2016. № 3 (45). С. 154–172.

10. Петров А. И., Колесов В. И. Дорожно-транспортная аварийность в России: основные социально-экономические факторы ее формирования и пространственно-временные особенности // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 14, № 1. С. 199–220.

11. Черняк Ю. И. Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975. 191 с.

12. Тырсин А. Н. Энтропийное моделирование многомерных стохастических систем. Воронеж: Научная книга, 2016. 156 с.

13. Королев О. Л., Кусый М. Ю., Сигал А. В. Применение энтропии при моделировании процессов принятия решений в экономике / под ред. А. В. Сигала. М.: Инфра-М, 2022. 202 с.

References

1. Shannon K. E. *Raboty po teorii informatsii i kibernetiki* [Works on information theory and cybernetics]. Moscow, Izdatel'stvo inostrannoy literatury Publ., 1963, 830 p.

2. Martin N. F. D., Ingland Dzh. *Matematicheskaya teoriya entropii* [Mathematical theory of entropy]. Transl. from English by Kaymanovich V. A. Ed. by Vershik A. M., with introduction. Moscow, Mir Publ., 1988, 350 p.

3. Shambadal' P. *Razvitie i prilozhenie ponyatiya entropii* [Development and application of the entropy concept]. Transl. from French by Khozyainov V. T. Moscow, Nauka Publ., 1967, 278 p.

4. Prangishvili I. V. *Entropiynye i drugie sistemnye zakonomernosti* [Entropy and other system patterns]. *Voprosy upravleniya slozhnymi sistemami* [In: Complex system management issues]. Moscow, Nauka Publ., 2003, 428 p.

5. Petrov A. I., Evtyukov S. A. *Novaya antientropiynaya kontseptsiya organizovannosti sistem obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* [New anti-entropic concept of the organization of road safety systems]. *Vestnik*

grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2019, no. 1 (72), pp. 184–193.

6. Petrov A. I., Evtyukov S. A., Kolesov V. I. *Novye podkhody k upravleniyu bezopasnost'yu dorozhnogo dvizheniya: paradigma organizovannosti protsessov obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* [New approaches to road safety management: a paradigm for organizing road safety processes]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin – The World of Transport and Technological Machines*, 2019, no. 3 (66), pp. 65–74.

7. Petrov A. I. *Entropiya sistemnogo upravleniya bezopasnost'yu dorozhnogo dvizheniya: metodika i praktika ispol'zovaniya* [Entropy of system management of road safety: methodology and practice of using]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii – Intelligence. Innovation. Investments*, 2023, no. 4, pp. 72–82.

8. Petrov A. I., Evtyukov S. A. *Spetsifika ispol'zovaniya informatsionno-entropiynogo podkhoda pri organizatsii i upravlenii gorodskimi sistemami obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* [Features of using an information-entropy approach in organizing and managing urban road safety systems]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2024, no. 4 (105), pp. 80–88.

9. Petrov A. I. *Avtotransportnaya avariynost' kak identifikator kachestva zhizni grazhdan* [Motor transport accident rate as an identifier of the life quality of citizens]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz – Economic and social changes: facts, trends, forecast*, 2016, no. 3 (45), pp. 154–172.

10. Petrov A. I., Kolesov V. I. *Dorozhno-transportnaya avariynost' v Rossii: osnovnye sotsial'no-ekonomicheskie faktory ee formirovaniya i prostranstvenno-vremennye osobennosti* [Road traffic accidents in Russia: the main socio-economic factors of its formation and spatial and temporal features]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz – Economic and social changes: facts, trends, forecast*, 2020, vol. 14, no. 1, pp. 199–220.

11. Chernyak Yu. I. *Sistemniy analiz v upravlenii ekonomikoy* [Systems analysis in economic management]. Moscow, Ekonomika Publ., 1975, 191 p.

12. Tyrsin A. N. *Entropiynoe modelirovanie mnogomernykh stokhasticheskikh sistem* [Entropy modeling of multidimensional stochastic systems]. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2016, 156 p.

13. Korolev O. L., Kussiy M. Yu., Sigal A. V. *Primenenie entropii pri modelirovanii protsessov prinyatiya resheniy v ekonomike* [Application of entropy in modeling decision-making processes in economics]. Ed. by Sigal A. V. Moscow, Infra-M Publ., 2022, 202 p.