

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗОВАННОСТИ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Кандидат техн. наук, доцент **Петров А.И.**
(Тюменский индустриальный университет)

ANALYSIS OF THE FEATURES OF FORMATION OF THE STRUCTURE OF THE URBAN TRAFFIC SAFETY SYSTEMS

A.I. Petrov, Ph.D. (Tech.), Associate Professor,
(Tyumen Industrial University)

Аннотация. В статье возможности совершенствования безопасности дорожного движения (БДД) рассматриваются с позиций анализа особенностей системной структурной организованности. Инструментом такого анализа является кибернетический подход представления исследуемого процесса в виде причинно-следственной цепочки и изучения соотношения параметров информационных характеристик «входа – выхода» элементов этой цепочки. Особенности формирования структурной организованности городских систем обеспечения БДД изучены на примере четырех городов Российской Федерации – Москвы, Санкт-Петербурга, Тюмени и Севастополя. Показано, что для разных городов Российской Федерации характерна различная специфика структурной организованности систем обеспечения БДД.

Abstract. Within the framework of this article, the possibilities of improving road safety (RS) is considered from the standpoint of analyzing the features of systemic structural orderliness. The instrument of such analysis is the cybernetic approach of presenting the process under study in the form of a causal chain and studying the ratio of the parameters of the information characteristics of the "input - output" of this chain. The features of the formation of the structural orderliness of urban safety management systems are studied on the example of four cities of the Russian Federation - Moscow, St. Petersburg, Tyumen and Sevastopol. It is shown that different cities of the Russian Federation are characterized by different specifics of the structural orderliness of RS systems.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения (БДД), обеспечение БДД, дорожно-транспортная аварийность, структурная организованность систем, энтропия, относительная энтропия, города Российской Федерации.

Keywords: Road safety (RS), RS provision, road traffic accidents, structural orderliness of systems, entropy, relative entropy, cities of the Russian Federation.

Введение

Проблематика системного совершенствования практически всегда основана на поиске управленческих решений, основанных на оптимизации каких-либо критериев [1, 2, 3]. Наиболее популярен выбор в качестве критерия оптимизации минимума затрат на реализацию управленческих мероприятий или максимума выгоды. Однако иногда возникает потребность в несколько иных акцентах целеполагания. Например, в вопросах обеспечения безопасности движения (БДД) возникает необходимость минимизации эксцессов, связанных с дорожно-транспортной аварийностью [4]. И здесь формируется целый набор возможных целевых функций.

Прямые целевые функции:

- минимизация числа погибших в ДТП $N_D \rightarrow \min$;
- минимизация числа пострадавших в ДТП $N_V \rightarrow \min$;
- минимизация числа ДТП и их негативных последствий $N_{RA} \rightarrow \min$;
- минимизация социально-экономического ущерба, связанного с дорожно-транспортной аварийностью $D \rightarrow \min$.

Пожалуй, общую целевую функцию БДД можно было бы описать как (1):

$$F_{БДД} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot F_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

- где $F_{БДД}$ - целевая функция обеспечения БДД;
 α_i - весовой коэффициент частного целевого критерия в общей целевой функции;
 F_i - частный целевой критерий;
 n - число частных целевых критериев.

Кроме того, возможен целый набор *Косвенных целевых функций*, чаще всего связанных с финансированием дорожно-транспортного строительства, направленного на развитие Транспортного комплекса, одной из целей которого является создание условий для безопасного функционирования этого комплекса.

В рамках данной статьи рассматривается возможность использования в качестве целевой функции БДД энтропийных характеристик систем обеспечения БДД – Энтропии $H_{БДД}$ и Относительной энтропии $H_{н\ БДД}$. Для конкретизации идей данный вопрос рассматривается на примере данных четырех российских городов – Москвы, Санкт-Петербурга, Тюмени и Севастополя.

1. Предлагаемый вариант конкретизации целевой функции БДД

Конкретная прямая целевая функция обычно не раскрывает механизм формирования итогового результата, реализующего целевую функцию управления БДД. В то же время, каждая из перечисленных целевых функций является следствием самого поэтапного процесса формирования дорожно-транспортной аварийности (рис. 1). Этот процесс описывается причинно-следственной цепочкой «Население – Парк транспортных средств – Число ДТП – Число пострадавших в ДТП – Число погибших в ДТП» [5]. Очевидно, что каждая из частных целевых функций является лишь одной из нескольких важных целевых функций, не описывающая в целом требуемую целевую функцию в сфере БДД. Замечу, что каждая из целевых функций $N_D \rightarrow \min$; $N_V \rightarrow \min$; $N_{RA} \rightarrow \min$ соответствует вполне конкретному блоку причинно-следственной цепочки, а именно блокам «Число ДТП», «Число пострадавших в ДТП» и «Число погибших в ДТП» (рис. 1). И лишь целевая функция $D \rightarrow \min$ является комплексной и охватывает все три вышеуказанные воедино.

гибших в ДТП» [5]. Очевидно, что каждая из частных целевых функций является лишь одной из нескольких важных целевых функций, не описывающая в целом требуемую целевую функцию в сфере БДД. Замечу, что каждая из целевых функций $N_D \rightarrow \min$; $N_V \rightarrow \min$; $N_{RA} \rightarrow \min$ соответствует вполне конкретному блоку причинно-следственной цепочки, а именно блокам «Число ДТП», «Число пострадавших в ДТП» и «Число погибших в ДТП» (рис. 1). И лишь целевая функция $D \rightarrow \min$ является комплексной и охватывает все три вышеуказанные воедино.

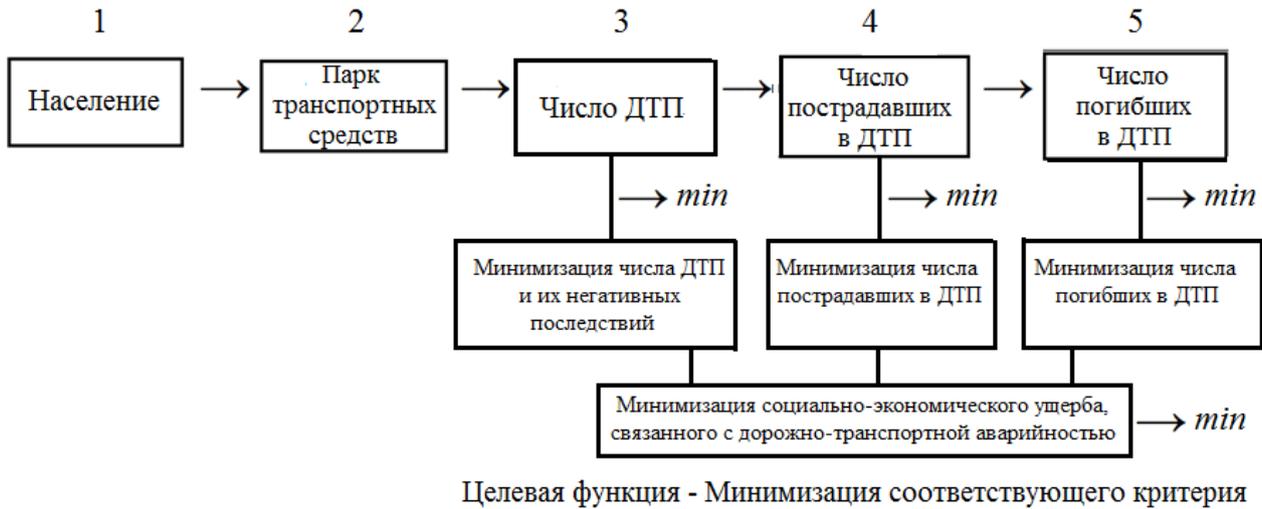


Рис. 1. Дорожно-транспортная аварийность и ее показатели, как результат причинно-следственной цепочки «Население - <...> - Погибшие в ДТП»

При этом, несмотря на общее стремление к минимизации частных целевых функций, возможны различные комбинации вариантов. Так, управленческие акценты могут быть направлены на минимизацию числа ДТП (для этого необходимо усложнять системы организации и регулирования дорожного движения), минимизацию числа погибших в ДТП (путь решения – совершенствование систем оказания скорой медицинской помощи), минимизацию числа пострадавших в ДТП (посредством совершенствования парка транспортных средств, т.е. повышения среднестатистического уровня пассивной безопасности парка).

При детальном рассмотрении причинно-следственных связей в сфере БДД необходимо использовать кибернетический подход, суть которого в исследовании системы на основе принципов кибернетики, в частности с помощью выявления прямых и обратных связей, изучения процессов управления, рассмотрения элемен-

тов системы как неких «черных ящиков» (систем, в которых исследователю доступна лишь их входная и выходная информация, а внутреннее устройство может быть и неизвестно) [6].

Рассмотрим причинно-следственную цепочку формирования дорожно-транспортной аварийности подробнее (рис. 2).

Каждый последующий блок цепочки рис. 2 связан с предыдущими коэффициентами трансформации числовой информации K_i (2):

$$K_i = A_{out} / A_{in}, \quad (2)$$

где A_{in} - информационное значение входа в трансформационный блок;

A_{out} - информационное значение выхода из трансформационного блока.

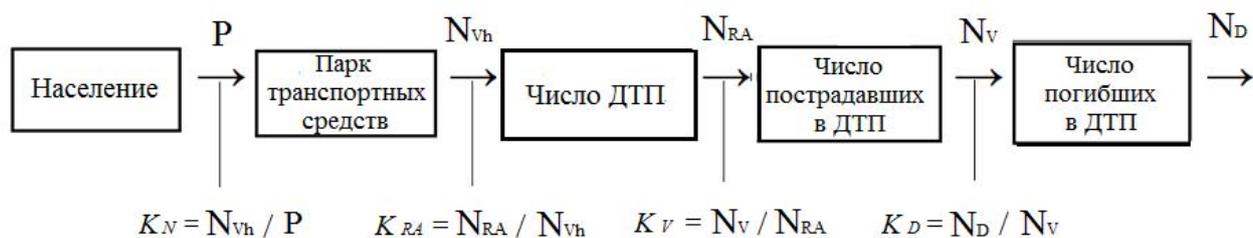


Рис. 2. Коэффициенты информационной трансформации K_i между блоками причинно-следственной цепочки формирования дорожно-транспортной аварийности [5]

Надо сказать, что соотношения между выходными характеристиками различных блоков причинно-следственной цепочки задаются различными общеиспользуемыми характеристиками (3)... (5):

- Социальным риском HR (автор Р. Смид [7, 8]):

$$HR = \frac{N_D}{P}, \quad (3)$$

где N_D - число погибших в ДТП;

P - население.

- Транспортным риском TR (автор Р. Смид [7, 8]):

$$TR = \frac{N_D}{N_{vh}}, \quad (4)$$

где N_D - число погибших в ДТП;

N_{vh} - парк транспортных средств.

- Тяжестью ДТП (автор неизвестен):

$$\text{Тяжесть ДТП} = \frac{N_D}{N_v}, \quad (5)$$

где N_D - число погибших в ДТП;

N_v - число пострадавших в ДТП.

Заметим, что в практике оценки уровня БДД активно используются лишь 3 показателя (3)...(5), при том, что число связей между блоками причинно-следственного механизма (всего 5 блоков) – четыре, а значит, требуется еще один показатель (6):

- Масштабность ДТП, как комплексный показатель, учитывающий как тяжесть ДТП (долю погибших среди пострадавших в ДТП), так и общее число пострадавших, приходящихся на ДТП.

$$\text{Масштабность ДТП} = \frac{N_D}{N_{RA}}, \quad (6)$$

где N_D - число погибших в ДТП;

N_{RA} - число ДТП.

Заметим, что (рис. 3) каждый из этих показателей является в отношении других как бы вложенным, т.е. если первый из них – *Социальный риск* HR – определяет общую ситуацию в сфере БДД, то каждый из последующих уже конкретизирует частности: *Транспортный риск* TR характеризует БДД с учетом численности парка транспортных средств; *Масштабность ДТП* характеризует БДД с учетом итоговых результатов одного среднестатистического ДТП в отношении всех его участников; *Тяжесть ДТП* характеризует БДД с учетом всей совокупности последствий ДТП.

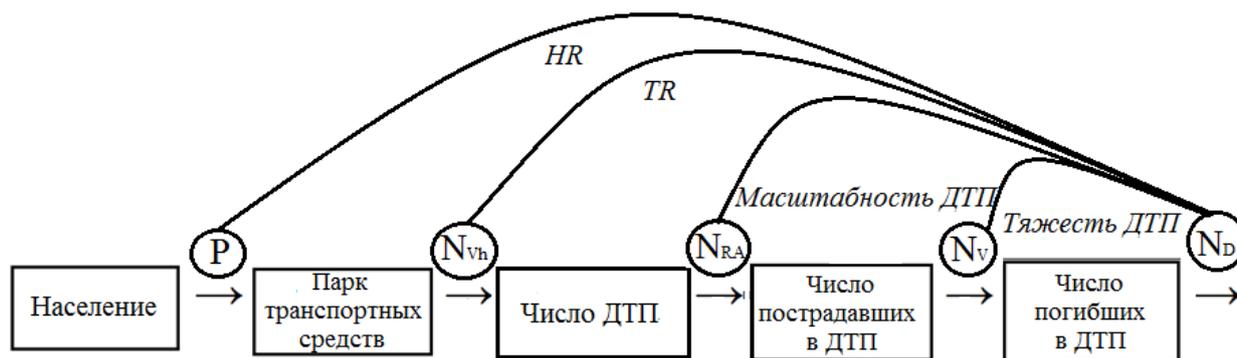


Рис. 3. Четыре показателя, связывающие блоки причинно-следственной цепочки формирования дорожно-транспортной аварийности

Возвращаясь к преамбуле статьи, напомним, что сегодня целевая функция управления БДД в России задает характеристику лишь одного показателя – Социального риска HR (необходимо достичь уровня $HR_{РФ-2030} = 4$ погибших в ДТП/100 тыс. чел. к 2030 г.) [9]. Однако пути достижения этого результата не определены, а они могут самыми разными в зависимости от того, как будут соотноситься между собой блоки причинно-следственной цепочки и формироваться коэффициенты трансформации числовой информации K_i (2) в причинно-следственной цепочке. А это может быть очень поразному; эта разница определяется особенностями соотношений между численными значениями параметров, характеризующих блоки причинно-следственной цепочки (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты трансформации числовой информации K_i , характеризующие различные звенья причинно-следственной цепочки

Звенья причинно-следственной цепочки формирования дорожно-транспортной аварийности			
Звено «Население – Парк транспортных средств»	Звено «Парк транспортных средств – Число ДТП»	Звено «Число ДТП – Число пострадавших в ДТП»	Звено «Число пострадавших в ДТП – Число погибших в ДТП»
$K_1 = K_N$	$K_2 = K_{RA}$	$K_3 = K_V$	$K_4 = K_D$
Примечание. Число звеньев в цепочке может быть изменено; в этом случае изменяется и число коэффициентов трансформации K_i .			

В то же время, различное сочетание коэффициентов трансформации числовой информации K_i (2) в причинно-следственной цепочке может сформировать очень похожие итоговые результаты в сфере БДД, оцениваемые как уровень Организованности системы обеспечения БДД.

Именно системная Организованность может служить критерием качества системы обеспечения БДД, причем, прежде всего, с позиций структурного качества.

2. Структурная организованность – важнейшая характеристика системы обеспечения БДД и ее характеристики

Организованность – свойство системы, идентифицирующее результат практической реализации действия совокупности правил, запретов, структурирующих систему и ограничивающих свободу её изменений.

Идеологически суть понятия «организованность» идентична понятию «упорядоченность», т.е. является оценочной категорией и не идентична понятию «организация», иллюстрирующему непосредственно процесс работы по достижению какого-то результата.

Структурная организованность – организованность системы с позиций оценки ее структурного качества.

Именно структурная организованность в конечном итоге определяет порядок в системе, а значит – противодействует не только хаотичности процессов ее функционирования, но и негативным проявлениям этого функционирования – дорожно-транспортной аварийности и всем эксцессам с ней связанным.

Количественным показателем структурной Организованности является Относительная энтропия H_n этой системы. В отношении систем обеспечения БДД необходимо различать масштабы оценки энтропии – федеральный, региональный, муниципальный и т.д. – в отношении пространственных размеров систем, для которых оценивается организованность.

Методология оценки Организованности систем обеспечения БДД является типовой и основана на решениях К. Шеннона (7) и (8) [10].

Итогом этой оценки являются два важнейших показателя:

1) энтропии H – по классической формуле К. Шеннона (7):

$$H = -\sum_{i=1}^n w_i \cdot \ln w_i, \quad (7)$$

где n – число звеньев передачи информации в системе;

w_i – вес значимости звена (весовой коэффициент) в общем механизме системно-технологического процесса ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$).

2) относительной энтропии H_n – по формуле (8):

$$H_n = H/H_{\max} = H/\ln(n), \quad (8)$$

где n – число звеньев передачи информации в системе.

Проявления структурной организованности системы обеспечения БДД необходимо трактовать следующим образом. Транспортная система находится в постоянной динамике. Во времени постоянно изменяются все ее характеристики. С ростом парка транспортных

средств в городах резко ухудшаются условия движения транспортных потоков – увеличивается число конфликтов на улично-дорожной сети (УДС) и возникает необходимость усложнения систем регулирования дорожного движения. Это негативно влияет на характеристики скорости транспортных потоков и может определить сразу несколько различных сценариев транспортного поведения жителей городов. Обычно, на начальном этапе роста автомобилизации (до уровней автомобилизации $A = 400...450$ ТС/1000 чел.), это способствует деструктивным типам поведения участников дорожного движения и росту числа ДТП. При этом число пострадавших и погибших в ДТП во многом зависит от специфики привычных типов поведения, социально-экономических условий жизни населения конкретного города. Автор соответствующей теории Дж. Уайлд [11] использует для формализации этого феномена термин «гомеостаз риска». Однако при дальнейшем росте автомобилизации, как установил Р. Смед [7] риски начинают снижаться. И определяется это целым комплексом причин, объединяемых в целом необходимостью изменения паттернов транспортного поведения горожан [12].

Таким образом, именно энтропийные характеристики (7) и (8) могут служить целевой функцией обеспечения БДД в целом, и в городах в частности (9):

$$F_{БДД} = H \rightarrow \min; \quad F_{БДД} = H_n \rightarrow \min; \quad (9)$$

где $F_{БДД}$ – целевая функция обеспечения БДД;
 H – энтропия процесса обеспечения БДД;
 H_n – относительная энтропия процесса обеспечения БДД.

3. Количественная оценка относительной энтропии городских систем обеспечения БДД H_n БДД

Проведем оценку относительной энтропии городских систем обеспечения БДД H_n БДД для четырех городов Российской Федерации – двух мегаполисов (Москва и Санкт-Петербург) и двух крупных городов с населением от 500 тыс. до 1 млн чел. (Тюмень и Севастополь) по данным 2020 г.

В табл. 2 приведены все необходимые данные для расчета Относительной энтропии систем обеспечения выбранных городов (2020).

Таблица 2

Исходные данные для расчета Относительной энтропии H_n БДД исследуемых городских систем обеспечения БДД (2020) [13]

Города РФ	Численные значения показателей (2020)				
	Население города, чел.	Численность подвижного состава в городском парке, ед.	Число ДТП, ед.	Число пострадавших в ДТП, чел.	Число погибших в ДТП, чел.
Москва	12655050	4601150	7540	8911	359
Санкт-Петербург	5384342	2099525	4870	5920	214
Тюмень	807271	392615	1356	1873	36
Севастополь	509992	157158	506	653	24

Примечание. Источник данных – официальная статистика ГИБДД МВД РФ [13]

Отметим, что в данных табл. 2 заключается специфика как самих городов, так и особенности городских систем организации дорожного движения. Различия здесь прослеживаются буквально во всем – не только в масштабах города, его населения, парка транспортных средств, но и в показателях, связывающих блоки причинно-следственной цепочки формирования дорожно-транспортной аварийности (рис. 3, табл. 3).

Заметим, что значения относительных показателей дорожно-транспортной аварийности в сравниваемых городах значительно различаются – в 1,5...2 раза. Каждый из этих показателей характеризует отдельный аспект аварийности. Например, тяжесть ДТП зависит от обобщенного качества двух подсистем обеспечения БДД – совершенства парка транспортных средств с позиций пассивной безопасности и совершенства системы оказания скорой медицинской помощи в городе. Сравнение этого аспекта обеспечения БДД в четырех вышеуказанных городах с этих позиций выводит в лидеры Тюмень, хотя по показателю Социального риска HR Тюмень проигрывает Москве и Санкт-Петербургу.

Таблица 3

Расчетные значения показателей, связывающих блоки причинно-следственной цепочки формирования дорожно-транспортной аварийности для исследуемых городских систем обеспечения БДД (2020)

Города РФ	Показатели, характеризующие уровень БДД в городах (2020)			
	HR , погибшие в ДТП/100 тыс. чел.	TR , погибшие в ДТП/100 тыс. ТС	Масштабность ДТП, погибшие / 1 ДТП	Тяжесть ДТП, погибшие / пострадавшие
Москва	2,837	7,802	0,048	0,040
Санкт-Петербург	3,974	10,193	0,044	0,036
Тюмень	4,459	9,169	0,027	0,019
Севастополь	4,706	15,271	0,047	0,037

Примечание. Тяжесть ДТП в общепринятой практике оценивается в долях от 1 или %, т.е. данные табл. 3 необходимо умножить на 100 %.

Возвращаясь к оценке структурной организованности городских систем обеспечения БДД, оценим количественно Относительную энтропию $H_{n \text{ БДД}}$ исследуемых городских систем обеспечения БДД (2020).

В табл. 4 приведены значения коэффициентов цифровой трансформации K_i (соотношения специфических характеристик причинно-следственной цепочки формирования дорожно-транспортной аварийности).

Отметим, что численные значения передаточных коэффициентов K_i в причинно-следственной цепочке, характерные для сравниваемых городов, весьма различны. Так, значение коэффициента $K_1 = K_N$ для Тюмени и Севастополя различается более чем в 1,5 раза, а для случая $K_4 = K_D$ для Тюмени и Москвы – более чем в 2 раза. Именно эти различия в величине передаточных коэффициентов K_i формируют итоговые различия в величине относительной энтропии городских систем обеспечения БДД $H_{n \text{ БДД}}$.

Передаточные коэффициенты элементов исследуемой причинно-следственной цепочки «Население – Парк транспортных средств – Число ДТП – Число пострадавших в ДТП – Число погибших в ДТП» для исследуемых систем обеспечения БДД городов

Города РФ	Численные значения передаточных коэффициентов K_i			
	$K_1 = K_N$	$K_2 = K_{RA}$	$K_3 = K_V$	$K_4 = K_D$
Москва	0,3636	0,0016	1,1818	0,0403
Санкт-Петербург	0,3899	0,0023	1,2156	0,0361
Тюмень	0,4863	0,0035	1,3813	0,0192
Севастополь	0,3082	0,0032	1,2905	0,0368

Итоговые численные значения относительной энтропии городских систем обеспечения БДД $H_{n \text{ БДД}}$ для четырех сравниваемых городов РФ представлены в табл. 5. Диапазон значений $H_{n \text{ БДД}} = [0,690; 0,743]$ и во многом зависит от специфики как самих городов, так и уровня развития их транспортных систем.

Таблица 5

Относительная энтропия $H_{n \text{ БДД}}$ сравниваемых городских систем обеспечения БДД (2020)

Города РФ	Энтропия $H_{n \text{ БДД}}$ городской системы обеспечения БДД	Относительная энтропия $H_{n \text{ БДД}}$ городской системы обеспечения БДД
Москва	0,956	0,690
Санкт-Петербург	0,971	0,701
Тюмень	0,992	0,715
Севастополь	1,030	0,743

Заметим, что если показатели БДД табл. 3 – Социальный риск HR , Транспортный риск TR , Масштабность и Тяжесть ДТП – характеризуют отдельные аспекты специфики дорожно-транспортной аварийности, то Относительная энтропия $H_{n \text{ БДД}}$ городской системы обеспечения БДД является комплексной характеристикой, играющей роль общей целевой функции БДД $F_{\text{БДД}}$.

4. Сравнение структурной организованности городских систем обеспечения БДД $H_{n \text{ БДД}}$ в разных городах и выявление особенностей ее формирования

Таким образом, сравнивая четыре города между собой, можно отметить, что в относительно лучшем, с позиции структурной организованности, положении находится ситуация в сфере обеспечения БДД в Москве ($H_{n \text{ БДД}} = 0,690$), в худшем – в Севастополе ($H_{n \text{ БДД}} = 0,743$). Можно ли сделать такой вывод по данным табл. 2 или табл. 3? Ответ на этот вопрос не является однозначным – ведь если Социальный риск HR , Транспортный риск TR в Москве выше, чем в Севастополе, то в отношении Масштабности и Тяжести ДТП ситуация если не обратная, то вполне сопоставимая. Это вполне объяснимо. В табл. 6 приведены некоторые данные, характеризующие специфику городов [14].

Специфические особенности транспортных систем сравниваемых городов [14]

Города РФ	Численные значения расчетных показателей				
	Население города, чел.	Площадь территории, км ²	Плотность городского населения $\delta_{нас}$, чел./км ²	Плотность автодорог в городе $\delta_{ад}$, км/км ²	Плотность парка ТС на УДС $\delta_{ТС}$, ТС./км автодорог
Москва	12655050	2561,5	4940,5	2,62	684,6
Санкт-Петербург	5384342	1439,0	3837,7	2,49	586,4
Тюмень	807271	698,0	1170,0	1,73	325,7
Севастополь	509992	863,5	590,5	1,30	139,8

*Примечание. 1. Плотность парка ТС по отношению к УДС рассчитывалась исходя из суммарной протяженности автодорог в городе и числа ТС в автопарке города.
2. Общая протяженность автодорог: Москва – 6720,9 км; Санкт-Петербург – 3580,2 км; Тюмень – 1205,4 км; Севастополь – 1123,8 км.*

Все три показателя, характеризующие специфику города – плотность городского населения $\delta_{нас}$, плотность автодорог в городе $\delta_{ад}$, плотность парка ТС на УДС $\delta_{ТС}$ – коррелируют с численностью населения города ($R^2 = 0,835$) и снижаются при понижении численности. А это значит, что в городах с невысокой численностью населения практически всегда относительно лучшие условия для движения транспортных средств по сравнению с крупнейшими и крупными городами. Именно численность населения городов и соответствующее число транспортных средств задают необходимость усложнения транспортной системы и, как следствие, требуют создания сложных, многофазных систем регулирования транспортных потоков. А это способствует снижению конфликтности на транспортной сети и, как следствие, снижению численных значений энтропийных характеристик систем обеспечения БДД. Таким образом, сравнительно более высокая организованность городских систем обеспечения БДД определяется специфической необходимостью простого обеспечения технической возможности функционирования сложных транспортных систем.

Заключение

Резюмируя, отмечу, что именно количественная оценка энтропии систем обеспечения БДД является комплексным инструментарием, оценивающим все аспекты обеспечения БДД в городе. Во всяком случае, один-единственный показатель – относительная энтропия H_n БДД – служит тем самым комплексным показателем комплексной целевой функции обеспечения БДД $F_{БДД}$ вокруг которого необходимо выстраивать управленческую политику в сфере БДД.

Пожалуй, одним из самых важных дискуссионных вопросов по теме данной статьи может быть вопрос о целевом уровне относительной энтропии H_n БДД, к которому необходимо стремиться [15]. Несмотря на абстрактные заявления о необходимости стремления к нулевому уровню $HR_{РФ-2030}$, озвученные в рамках Стратегии по БДД, вряд ли это возможно. Эта цель декларативна и не имеет под собой объективной почвы.

В табл. 7 приведен пример абстрактного, но достаточно амбициозного варианта обеспечения достаточно высокого уровня БДД в Тюмени к 2030 г. (H_n БДД = 0,639). Здесь же представлены данные о фактическом (2020) уровне организованности системы обеспечения БДД в

Тюмени. Разница в численных значениях относительной энтропии ΔH_n БДД 2030/2020 = 0,0076 или около 10 % относительно исходного состояния (2020). Как можно заметить, для этого требуется в полтора раза увеличить парк транспортных средств в городе, население которого вырастет почти на 20 %. Число ДТП при этом должно снизиться более чем в 3 раза, а смертность – в 7 раз. Разумеется, все это возможно лишь при очень серьезной перестройке всей транспортной системы города и, главное, изменении паттернов транспортного поведения его жителей.

Таблица 7

Гипотетический пример организованности системы обеспечения БДД в Тюмени в 2030 г. и его сравнение с фактической ситуацией (2020)

Система обеспечения БДД	Численные значения параметров					H_n БДД
	Население, тыс. чел.	Парк транспортных средств, тыс. ед.	Число ДТП, ед.	Число пострадавших в ДТП, чел./год	Число погибших в ДТП, чел./год	
Тюмень – 2030 Гипотетический пример	1000000	600000	400	500	5	0,639
Тюмень – 2020 Фактическая ситуация	807271	392615	1356	1909	36	0,715

Классифицируя возможные ситуации с организованностью систем обеспечения БДД в городах отметим, что при разработке этой классификации необходимо в первую очередь, классифицировать города с учетом численности населения в них и для каждого класса города создавать специфические рекомендации. Но для примера все же представлю (табл. 8) возможный вариант классификации структурной организованности городских систем обеспечения безопасности дорожного движения для городов с населением 0,5 млн. чел. < $N_{гор}$ < 1 млн. чел., к которым относится Тюмень ($N_{гор}$ = 807 тыс. чел.).

Классификация структурной организованности городских систем обеспечения БДД для городов с населением 500 тыс. чел....1000 тыс. чел.

Качественная оценка уровня организованности H_n БДД городских систем обеспечения БДД				
Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
< 0,64	0,64...0,70	0,70...0,72	0,72...0,74	0,74...0,76

Согласно этой классификации, в 2020 г. организованность системы обеспечения БДД в Тюмени находилась на среднем уровне (H_n БДД = 0,715), а в Севастополе – на очень низком уровне (H_n БДД = 0,743). При соблюдении положительных тенденций повышения организованности городских систем обеспечения БДД цель-2030 в этой сфере для Тюмени – перейти в класс с очень высокой организованностью систем обеспечения БДД, а для Севастополя – перейти в класс с высокой или средней системной организованностью.

В заключение отмечу, что означенные уровни структурной организованности городских систем обеспечения БДД вполне логично соотносятся с видением данной проблематики авторами, специализирующимися на проблематике системной гармонии [16, 17, 18, 19].

Литература

1. Друкер П.Ф. Практика менеджмента [Текст] / П. Ф. Друкер. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 398 с.
2. Прангишвили И.В. Проблемы эффективности управления сложными социально-экономическими и организационными системами [Текст] / И. В. Прангишвили // Имущественные отношения в РФ. – 2006. – № 11(62). – С. 82-86.
3. Колесников А.А. Синергетическая теория управления [Текст] / А. А. Колесников. – Москва: Энергоатомиздат, 1994. – 344 с.
4. Жанказиев С.В. Научные подходы к формированию государственной стратегии развития интеллектуальных транспортных систем [Текст] / С.В. Жанказиев, В.М. Власов // Автотранспортное предприятие. – 2010. – № 7. – С. 2-10.
5. Petrov A. Entropic analysis of dynamics of road safety system organization in the largest Russian cities [Text] / A. Petrov, V. Kolesov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 177. – 012015.
6. Kolesov V. Cybernetic Modeling in Tasks of Traffic Safety Management [Text] / V. Kolesov, A. Petrov // Transportation Research Procedia. – 2017. – № 20. – Pp. 305-310.
7. Smeed R.J. Some statistical aspects of road safety research [Text] / R.J. Smeed // Journal Royal Statistics. – 1949. – A(1). – Pp. 1-34.
8. Smeed R.J. Variations in the pattern of accident rates in different countries and their causes [Text] / R.J. Smeed // Traffic Engineering and Control. – 1968. – № 10. Pp. 364-371.

9. Сайт Правительства Российской Федерации. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1-р от 08.01.2018 «Стратегия безопасности дорожного движения на 2018-2024 годы». – URL: <https://static.government.ru/media/files/....pdf> (дата обращения 26.12.2021).

10. Shannon C.E. A mathematical theory of communication [Text] / C.E. Shannon // The Bell system technical journal. – 1948. – № 27(3). – Pp. 379-423.

11. Wilde G.J.S. The Theory of Risk Homeostasis: Implications for Safety and Health [Text] / G.J.S. Wilde // Risk Analysis. – 1982. – 2(4). – Pp. 209–225.

12. Bao Q. Driving Behavior Based Relative Risk Evaluation Using a Nonparametric Optimization Method [Text] / Q. Bao, H. Tang, Y. Shen // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2021. – 18. – 12452.

13. Сайт Научного центра ГИБДД МВД. Профили дорожной безопасности субъектов Российской Федерации 2020. – URL: https://нцбдд.мвд.рф/dop_stranici/%D0%BE%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%D1%8B-2020 (дата обращения 29.12.2021).

14. Императивы развития транспортных систем городов России [Текст]: докл. к XXI Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2020 г. / М.Я. Блинкин, Т.В. Кулакова, П.В. Зюзин и др. ; под общ. ред. М.Я. Блинкина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Москва: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2020. – 44 с.

15. Petrov A., Evtuykov S. Analysis of possibilities for achieving targets of Russian Road Safety Strategy [Text] / A. Petrov, S. Evtuykov // Transportation Research Procedia. – 2020. – № 50. – Pp. 518-527.

16. Сороко Э.М. Структурная гармония систем [Текст] / Э. М. Сороко. – Минск: Наука и техника, 1984. – 264 с.

17. Иванус А.И. Основы гармоничного менеджмента (Концепция F-технологии). Научное издание [Текст] / А.И. Иванус. – Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, РАН, 2004. – 82 с.

18. Урасова А.А. Синергетический и системно-синергетический подходы к управлению региональным промышленным комплексом [Текст] / А.А. Урасова // Экономика и управление: проблемы и решения. – 2017. – Том 5. – № 8. – С. 79-83.

19. Гераськина И.Н. Системно-синергетический подход к развитию социально-экономических систем [Текст] / И.Н. Гераськина, К.П. Веретин // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 10 (111). – С. 1178-1184.

Сведения об авторе:

Петров Артур Игоревич - Тюменский индустриальный университет, Институт транспорта, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта». 625027, г. Тюмень, ул. Мельникайте 72, ауд. 221. Телефон: +7(912) 079-19-91, E-mail: artigpetrov@yandex.ru.