УДК 629.331

© А. Н. Новиков, д-р техн. наук, профессор
(Орловский государственный университет
имени И. С. Тургенева, Орёл, Россия)
E-mail: novikovan57@gmail.com
© Л. Е. Кущенко, канд. техн. наук, доцент
© С. В. Кущенко, канд. техн. наук, доцент
© И. А. Новиков, д-р техн. наук, доцент
(Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова,
Белгород, Россия)
E-mail: lily-041288@mail.ru, serega_ku@mail.ru,
oowws@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2021-18-2-222-231

© A. N. Novikov, Dr. Sci. Tech., Professor
(Oryol State University
named after I. S. Turgenev, Oryol, Russia)
E-mail: novikovan57@gmail.com
© L. E. Kushchenko, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
© S. V. Kushchenko, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
© I. A. Novikov Dr. Sci. Tech., Associate Professor
(Belgorod State Technological University
named after V. G. Shukhov,
Belgorod, Russia)
E-mail: lily-041288@mail.ru, serega_ku@mail.ru,
oowws@mail.ru

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДТП НА УЧАСТКАХ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR ASSESSING THE PROBABILITY OF ACCIDENTS ON THE CITY'S ROAD NETWORK SECTIONS

Рассматриваются основные методы оценки опасности участков улично-дорожной сети (УДС), а именно метод итогового коэффициента аварийности, «статистический» и «динамический» методы. Проведенный анализ каждого метода на примере участков городской агломерации Белгорода позволяет осуществить выбор наиболее эффективного метода для конкретного УДС в зависимости от параметров данного участка.

Ключевые слова: транспортное средство, улично-дорожная сеть, безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, методы оценки.

The article presents the analysis results of the existing methods of estimating the probability of occurrence of road traffic accidents on the city's road network (CRN), namely, the ultimate accident incidence rate method, statistical method and dynamic method. The analysis of each method on the example of the urban agglomeration sections of Belgorod allows selecting the most effective method for a specific section of the road network, depending on the parameters of this section.

Keywords: vehicle, road traffic network, road traffic safety, road traffic accident, assessment methods.

Стремительный рост личного транспорта приводит к изменениям уровня жизни населения. Автомобильный транспорт позволяет расширять возможности передвижения людей и грузов. На сегодняшний день уровень показателя автомобилизации и его отрицательное влияние на организацию движения, безопасность дорожного движения (БДД), окружающую среду является актуальным вопросом. Одна из существенных проблем — рост дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Но вероятность возникновения ДТП происходит из-за неправильно спроектированных участков

улично-дорожной сети (УДС). Рассмотрим в данной статье наиболее распространенные методы оценки опасности участков УДС.

В Российской Федерации широко используется метод «итогового коэффициента аварийности» ($K_{ит}$), предложенный профессором Бабковым В. Ф. [1]. Проводя расчеты показателя степени опасности пересечения, перегона, учитываются 18 частных коэффициентов (табл. 1).

С помощью ОДМ «Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» (ВСН 25–86) были установлены показатели

оценки БДД и метод итоговых коэффициентов [16]. После определения необходимых значений итоговых коэффициентов аварийности следует построить график, на котором должны быть изображены план и профиль автомобильной дороги, учитывая все элементы, влияющие на БДД. Также фиксируется средняя интенсивность движения на участке УДС. Если дорога находится

на стадии проектирования, рассчитывается перспективная интенсивность, и если $K_{\text{авар}} > 15-20$ [8, 10], то участок требует перепроектирования.

Допустимые коэффициенты аварийности при реконструкции или проектировании автомобильных дорог показаны в табл. 2.

К динамическим частным коэффициентам можно отнести:

Таблица 1

Коэффициенты для расчета степени опасности участка автодороги

Номер коэффициента	Название коэффициента	Единицы измерения
K_1	Интенсивность дорожного движения	авт./сут
K_2	Количество легковых автомобилей в потоке	%
K_3	Ширина проезжей части	м
K_4	Безопасная скорость потока	км/ч
K_5	Направление движения и количество полос	
K_6	Освещение проезжей части	
K_7	Тип пересечения	
K_8	Суммарная интенсивность движения на перекрестке	авт./сут
K_9	Суммарная интенсивность движения пешеходов на наземных переходах на перекрестках	чел./сут
K_{10}	Видимость пересечения с примыкающей улицы	м
K_{11}	Расположение остановочного пункта	
K_{12}	Расположение переходов	
K_{13}	Интенсивность движения пешеходов на переходах вне перекрестков	чел./сут
K_{14}	Расположение тротуаров	
K_{15}	Величина продольного уклона	‰
K_{16}	Значение радиусов кривых в плане	м
K_{17}	Расположение трамвайного пути	
K_{18}	Состояние покрытия (значение коэффициента сцепления)	

Таблица 2

Допустимый коэффициент аварийности при реконструкции или проектировании автомобильной дороги

Категория дороги	$K_{\text{авар}}$
На стадии проектирования реконструкции для категорий дорог II–IV или проектирования нового участка дороги	15–20
Для капитального ремонта участков автодорог в условиях холмистого либо равнинного рельефа тех же категорий	25–40
При проектировании горных дорог	<35 и >350
Для строительства абсолютно новых дорог I категории	10
Для дорог такой же категории, но уже введенных в эксплуатацию	12

K_1 — интенсивность дорожного движения, авт./сут;

K_8 — суммарная интенсивность движения на перекрестке, авт./сут;

K_9 — суммарная интенсивность движения пешеходов на наземных переходах на перекрестках, чел./сут;

K_{13} — интенсивность движения пешеходов на переходах вне перекрестков, чел./сут.

Для исследования отдельных участков УДС оптимальный вариант — выбор метода итоговых коэффициентов [2]. Этот метод основан на исследовании элементов дороги, а именно на состоянии дорожного покрытия, геометрических параметров и т. д.

Также одним из известных методов является метод, разработанный в Липецком государственном технологическом университете, — это комплексная оценка уровня обеспечения БДД [13]. Метод состоит в том, чтобы наиболее точно определить уровень обеспечения БДД путем оценки рисков возникновения ДТП с помощью экспертизы и введением лингвистических переменных на основе экспертиз.

Для проведения оценки вероятности возникновения ДТП вводится лингвистическая переменная. Для формирования терм-множества требуется задать совокупность $T(x)$ значений лингвистической переменной ($n = 7$): $T(x) =$

$= \{\text{очень высокий, высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий, очень низкий}\}$ [3]. Для каждого из элементов терм-множества при построении функции принадлежности применяют нормальный закон распределения (рис. 1).

Функция принадлежности одного из элементов терм-множества выглядит следующим образом, если множество $M(X)$ находится в диапазоне $[0;1]$ [7]:

$$f(x) = e^{-\pi(x-a)^2}, \quad (1)$$

где a — оценка матожидания функции принадлежности (ФП).

ФП берется длиной интервала, равной 0,5 для более четкого описания лингвистической переменной.

Оценить риск вероятности возникновения ДТП с участием пешеходов возможно. В связи с этим необходимо определить восемь исследуемых участков с движением пешеходного потока, а именно нерегулируемый и регулируемый пешеходные переходы, островки безопасности, заездные карманы, расположенные непосредственно на автобусных остановках при имеющемся пешеходном переходе, разметка 1.14.1 «зебра», ограждение проезжей части, расположение пешеходного перехода около автобусных остановок, обеспечение видимости переходов [6]. Для того чтобы повысить БДД и пешеходного движе-

Рис. 1. Функции принадлежности терм-множеств

ния, необходимо рационально и в правильной последовательности определить очередность мероприятий. В связи с этим существует необходимость в проведении ранжирования элементов дороги, влияющих на степень риска, определив расстояние Хемминга [9]. Оно расположено между общей оценкой риска и функцией принадлежности элемента терм-множества «очень низкий».

Существенное влияние главным образом на БДД оказывает система водитель–автомобиль–дорога–среда (ВАДС) [15], а также состояние проезжей части, геометрические параметры, прилегающая территория, пешеходы, но одним из важнейших факторов в системе ВАДС является водитель.

Разработанный В. Э. Клявиным «Метод комплексной оценки причин аварийности на городских улицах (динамический анализ)» [12] основан на введении лингвистических переменных, позволяющих описать нечеткое представление окружающего мира человеком. На рис. 2 показан алгоритм оценки БДД, дающий возможность анализировать поведение водителей в динамике. Основа метода — нечеткие множества и экспертные оценки.

В основе данного метода заложено P видов нарушений ПДД, которым необходимо провести оценку и анализ по величине рисков вероятно-

сти возникновения ДТП [5]. В данную работу для оценки рисков привлекают m экспертов.

Совокупность значений лингвистической переменной позволяет составить терм-множества [4]. Для создания ФП всех элементов терм-множества применяется нормальный закон распределения [13]. После проведения агрегирования оценок экспертов проводится обобщение оценок риска по всем нарушениям ПДД. Далее необходимо выбрать участки УДС для дальнейшего проведения оценки по БДД.

Нормировка весов позволит выполнить условия соразмерности:

$$\overline{w_{uk}} = \frac{w_{uk}}{w_{u1}} + w_{u2} + \dots + w_{uP}. \quad (2)$$

После проведения расчетов значения заносятся в таблицу. При проведении сравнительной характеристики определяется наиболее опасный участок дороги [11], позволяющий осуществить ранжирование.

Данный метод определения и сравнительной оценки уровня БДД применяется к участкам улиц, к целым районам города и городу в целом.

Сравнение трех перечисленных методов представлено в табл. 3.

Рассмотрим эффективность ранее приведенных методик на примере участков УДС со смертельными исходами за 2019 год [14]. Сначала рассмотрим методику коэффициентов аварий-

Рис. 2. Метод комплексной оценки причин аварийности на городских улицах

Таблица 3

Сравнительная характеристика параметров в методах оценки БДД

Метод аварийных коэффициентов	Метод статистического анализа	Метод динамического анализа
1. K_1 — интенсивность движения, авт./сут 2. K_{10} — значение интенсивности движения по основной дороге на пересечении в одном уровне со второстепенной, авт./сут 3. K_9 — суммарная интенсивность движения пешеходов на наземных переходах на перекрестках, чел./сут 4. K_{13} — интенсивность движения пешеходов на переходах вне перекрестков, чел./сут	Метод основан на нечетких множествах и экспертных оценках. Совокупность значений лингвистической переменной $n = 7: T(x) = \{\text{очень высокий, высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий, очень низкий}\}$ позволяет составить терм-множества. Экспертами оцениваются элементы: <ul style="list-style-type: none"> • нерегулируемый пешеходный переход; • регулируемый пешеходный переход; • ограждение проезжей части; • разметка пешеходного перехода, островки безопасности; • обеспечение видимости пешеходного перехода; • расположение пешеходного перехода у автобусных остановок; • наличие заездных карманов на автобусных остановках при наличии пешеходного перехода 	Метод основан на введении лингвистических переменных, позволяющих формализовать способ рассуждений человека. Оценить риски можно при помощи выбора распространенных нарушений ПДД

ности на участках УДС Белгородской области со смертельным исходом, которые произошли за территорией населенного пункта. При этом будем считать несоответствующими нормативным показателям даже те участки, которые входят в предельно низкий допустимый показатель коэффициента.

Анализ УДС методом коэффициентов аварийности показан в табл. 4.

Как видно из геоинформационного анализа участков УДС за 2019 год, имеется восемь участков УДС, где произошли ДТП со смертельным исходом. При этом только два участка не соответствуют нормативным показателям по итоговым коэффициентам аварийности, что составляет 18,2 %, а если брать верхнее значение допустимого предела 40, то количество данных участков составит 1 или соответственно 9,1 %.

Полученные результаты говорят о низкой эффективности методики оценки дорожной сети. Проанализируем их с точки зрения выявления наиболее опасных участков по распределению итоговых коэффициентов аварийности (рис. 3). На графике видно, что только 15 % всех участков имеют значение выше 26, т. е. 85 % находятся в нижнем пределе допустимого диапазона, т. е. необходимо или пересматривать данные показате-

ли, или производить соответствующее ранжирование.

Проведем анализ БДД методом статистического анализа. Так как этот метод ориентирован на применение в черте населенного пункта, то анализ будем проводить на основе соответствующих данных 2019 года. Для реализации данного метода были выбраны некоторые элементы дорожного обустройства на исследуемых участках

Рис. 3. Процентное распределение участков ДТП со смертельным исходом за территорией населенного пункта

Таблица 4

Результаты проведенных исследований на УДС Белгорода

№ п/п	Долгота	Широта	Снимок	Коэффициент сложности пересечения	Итоговые коэффициенты аварийности	Нормированный коэффициент аварийности	Соответствие
1	38.927951	49.913375		0 – простой	14,7	25–40	Соответствует
2	37.83818	50.469791		0 – простой	11,4	25–40	Соответствует
3	35.593665	50.836123		26 – простой	62,37	25–40	Не соответствует
4	36.985302	50.419607		0 – простой	8,019	25–40	Соответствует
5	38.073335	50.226755		52 – средней сложности	3,686	25–40	Соответствует

Окончание табл. 4

№ п/п	Долгота	Широта	Снимок	Коэффициент сложности пересечения	Итоговые коэффициенты аварийности	Нормированный коэффициент аварийности	Соответствие
6	36.462454	50.614903		0 – простой	2,53	25–40	Соответствует
7	36.559249	50.568513		186 – очень сложный	2,819	25–40	Соответствует
8	36.571963	50.633812		262 – очень сложный	25,915	25–40	Не соответствует

города, которые относятся к организации дорожного движения. К таким элементам относятся элементы, приведенные по тексту выше при рассмотрении предыдущих методов.

Экспертами в проведении оценки были определены: служащий ГИБДД, сотрудник в сфере транспорта и управления дорогами, водители такси, грузового автомобиля, непрофессиональный водитель, работник образовательного учреждения, медицинский работник, студент, домохозяйка. Результаты данного опроса по каждому элементу автодороги на участках пр. Ватутина представлены в табл. 5.

Все полученные оценки экспертов переводятся в нечеткие числа, затем путем агрегирования

оценок по каждому элементу дорожных сооружений происходит обобщение оценки риска. Полученные значения заносятся в таблицы, составленные для каждого из видов элемента обустройства.

Таким образом, рассмотрев основные методы оценки вероятности возникновения ДТП на участках УДС, можно сделать вывод о том, что каждый метод оценки уникален по-своему. В зависимости от требований и достижения результатов необходимо выбрать нужный метод и провести расчеты. Метод итоговых коэффициентов — наиболее распространенный и пользующийся популярностью. Статистический анализ дает возможность объективно оценить

Таблица 5

Результат опроса участников эксперимента

Элемент обустройства	Эксперты										Группа
	Работник ГИБДД (ДПС)	Работник ГИБДД (аналитический отдел)	Работник Управления дорог и транспорта	Водитель такси	Водитель грузового автомобиля	Водитель непрофессионал	Работник образования	Медицинский работник	Студент	Домохозяйка	
НРПП 4	Средний	Ниже среднего	Выше среднего	Выше среднего	Средний	Ниже среднего	Выше среднего	Средний	Средний	Выше среднего	1
РПП	Очень высокий	Выше среднего	Высокий	Высокий	Выше среднего	Выше среднего	Выше среднего	Очень высокий	Выше среднего	Выше среднего	
ОПЧ	Средний	Выше среднего	Выше среднего	Средний	Выше среднего	Ниже среднего	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Ниже среднего	2
Разметка	Низкий	Ниже среднего	Низкий	Низкий	Ниже среднего	Выше среднего	Низкий	Низкий	Средний	Средний	3
ОВ	Выше среднего	Выше среднего	Средний	Высокий	Средний	Средний	Выше среднего	Высокий	Низкий	Низкий	4
ОБ	Низкий	Низкий	Ниже среднего	Ниже среднего	Средний	Средний	Низкий	Средний	Ниже среднего	Низкий	
РПАО	Низкий	Низкий	Ниже среднего	Низкий	Низкий	Ниже среднего	Ниже среднего	Низкий	Ниже среднего	Низкий	5
АОБК	Средний	Выше среднего	Выше среднего	Выше среднего	Средний	Средний	Низкий	Высокий	Низкий	Низкий	

Примечание. Для оценивания рисков выбираются восемь элементов автомобильной дороги, имеющих отношение к организации пешеходного движения, а именно: нерегулируемый пешеходный переход (НРПП); регулируемый пешеходный переход (РПП); ограждение проезжей части (ОПЧ); разметка пешеходного перехода, островки безопасности (ОБ); обеспечение видимости пешеходного перехода (ОВ); расположение пешеходного перехода у автобусных остановок (РПАО); наличие заездных карманов на автобусных остановках при наличии пешеходного перехода (АОБК).

уровень обеспечения БДД на стадии проектирования. При реконструкции элементов дорожного обустройства имеется возможность принятия управленческих решений. Динамический анализ применяется к участкам улиц, районам города и к городу в целом.

Библиографический список

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М.: Транспорт, 1993. 271 с.
2. Есенина М. Г., Хонгорова О. В., Шарабанова И. Ю. Статистический анализ прогнозирования дорожно-транспортных происшествий // Успехи современной науки, 2017. Т. 5, № 1. С. 205–207.

3. Толочко Е. И. Культура безопасности поведения на дорогах как многоаспектная социально-педагогическая проблема // Человек и образование. 2015. Вып. 1 (42). С. 173–179.

4. Евтюков С. А., Евтюков С. С., Голов Е. В. Прогнозирование изменения технико-эксплуатационных показателей подсистемы автомобильных дорог в системе ВАДС. СПб.: Петрополис, 2017. 231 с.

5. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Вильямс, 2007. 912 с.

6. Овчаренко М. С. Анализ и прогноз состояния и уровня аварийности на дорогах Российской Федерации и пути по ее снижению // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 15. С. 1661–1665.

7. Амбарцумян В. В., Бабан В. Н., Гуджоян О. П., Петридис А. В. Безопасность дорожного движения /

под ред. В. Н. Луканина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1998. 304 с.

8. Абрамова Л. С., Птица Г. Г. Классификация методов определения показателей безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе : материалы Междунар. науч.-практ. конф. 25–27 апреля 2013. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2013. Т. 2. С. 8–16.

9. Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 248 с.

10. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. М.: Транспорт, 1980. 310 с.

11. Дивочкин О. А., Цыганов А. Р., Чванов В. В. Оценка безопасности на автомобильных дорогах / Обзорная информация ЦБНТИ. 1988. Вып. 5. 60 с.

12. Клебелъсберг Д. Транспортная психология. М.: Транспорт, 1989. 368 с.

13. Новиков А. Н., Кущенко Л. Е., Кущенко С. В., Новиков И. А. Организация дорожного движения. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020. 196 с.

14. Кущенко Л. Е., Бобешко А. С., Кущенко С. В., Новиков И. А. Комплексная оценка и анализ показателей дорожно-транспортных происшествий на примере регионов Черноземья // Мир транспорта и технологических машин. 2018. № 4 (63). С. 62–68.

15. Кущенко Л. Е., Шатова Ю. С., Кулыгина Н. А., Новописный Е. А. Влияние основных элементов системы ВАДС на БДД // Сб. международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Проблемы функционирования систем транспорта». Тюмень: ТИУ, 2018. С. 55–58.

16. Кущенко Л. Е., Новиков И. А., Днистренко Н. С. Обеспечение транспортной безопасности на улично-дорожной сети // Сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. «Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса». Донецк: ПП «Рекламно-издательская фирма «Молнія», 2019. С. 141–143.

References

1. Babkov V. F. *Dorozhnye usloviya i bezopasnost' dvizheniya* [Road conditions and traffic safety]. Moscow, Transport Publ., 1993, 271 p.

2. Esenina M. G., Khongorova O. V., Sharabanova I. Yu. *Staticheskii analiz prognozirovaniya dorozhno-transportnykh proisшествий* [Static analysis of forecasting of road accidents]. *Uspekhi sovremennoy nauki – Advances in Modern Science*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 205–207.

3. Tolochko E. I. *Kul'tura bezopasnosti povedeniya na dorogakh kak mnogoaspektnaya sotsial'no-pedagogicheskaya problema* [Culture of safety behavior on the roads as a multidimensional socio-pedagogical problem]. *Chelovek i obrazovanie – Man and Education*, 2015, vol. 1 (42), pp. 173–179.

4. Evtyukov S. A., Evtyukov S. S., Golov E. V. *Prognozirovaniye izmeneniya tekhniko-ekspluatatsionnykh pokazateley podsystemy avtomobil'nykh dorog v sisteme VADS* [Forecasting of changes in technical and operational indicators of the highway subsystem in the VADS system]. St. Petersburg, Petropolis Publ., 2017, 231 p.

5. Dreyper N., Smit G. *Prikladnoy regressiionnyy analiz* [Applied regression analysis]. Moscow, Vil'yams Publ., 2007, 912 p.

6. Ovcharenko M. S. *Analiz i prognoz sostoyaniya i urovnya aviarnosti na dorogakh Rossiyskoy Federatsii i puti po ee snizheniyu* [Analysis and forecast of the state and level of accidents on the roads of the Russian Federation and ways to reduce it]. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept» – Scientific and methodological electronic journal «Concept»*, 2016, vol. 15, pp. 1661–1665.

7. Ambartsumyan V. V., Baban V. N., Gudzhoyan O. P., Petridis A. V. *Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya* [Road traffic safety]. Ed. by Lukanin V. N. 2-nd ed., revised. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1998, 304 p.

8. Abramova L. S., Ptitsa G. G. *Klassifikatsiya metodov opredeleniya pokazateley bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya na avtomobil'nykh dorogakh* [Classification of methods for determining indicators of road traffic safety on highways]. *Trudy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 25–27 aprelya 2013 «Modernizatsiya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse»* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference on April 25–27, 2013 “Modernization and scientific research in the transport complex”]. Perm, Permskiy natsional'niy issledovatel'skiy politekhnicheskii universitet Publ., 2013, vol. 2, pp. 8–16.

9. Klinkovshteyn G. I., Afanas'ev M. B. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Organization of road traffic]. 5-th ed., revised. Moscow, Transport Publ., 2001, 248 p.

10. Lobanov E. M. *Proektirovaniye dorog i organizatsiya dvizheniya s uchetom psikhofiziologii voditelya* [Design of roads and organization of traffic taking into account the psychophysiology of the driver]. Moscow, Transport Publ., 1980, 310 p.

11. Divochkin O. A., Tsyganov A. R., Chvanov V. V. *Otsenka bezopasnosti na avtomobil'nykh dorogakh* [Assessment of safety on highways]. *Obzornaya informatsiya TsBNTI* [In: Overview information of the CBNTI]. 1988, iss. 5, 60 p.

12. Klebel'sberg D. *Transportnaya psikhologiya* [Transport psychology]. Moscow, Transport Publ., 1989, 368 p.

13. Novikov A. N., Kushchenko L. E., Kushchenko S. V., Novikov I. A. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Organization of road traffic]. Belgorod, BGTU im. V. G. Shukhova Publ., 2020. 196 p.

14. Kushchenko L. E., Bobeshko A. S., Kushchenko S. V., Novikov I. A. *Kompleksnaya otsenka i analiz pokazateley dorozhno-transportnykh proissheshtviy na primere regionov Chernozem'ya* [Complex assessment and analysis of indicators of road accidents on the example of the regions of the Chernozem region]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin – World of transport and technological machines*, 2018, no. 4(63), pp. 62–68.

15. Kushchenko L. E., Shatova Yu. S., Kulygina N. A., Novopisniy E. A. *Vliyanie osnovnykh elementov sistemy VADS na BDD* [Influence of the main elements of the VADS system on the road traffic safety]. *Trudy mezhdunarodnoy*

nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Problemy funktsionirovaniya sistem transporta» [Proceedings of the International scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists “Problems of functioning of transport systems”]. Tyumen, TIU Publ., 2018, pp. 55–58.

16. Kushchenko L. E., Novikov I. A., Dnistrenko N. S. *Obespechenie transportnoy bezopasnosti na ulichno-dorozhnoy seti* [Ensuring transport security on the road network]. *Trudy V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Nauchno-tekhnicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa»* [Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. “Scientific and technical aspects of innovative development of the transport complex”]. Donetsk, Reklamno-vidavnichaya firma Molniya Publ., 2019, pp. 141–143.