

Научная статья
УДК 656.08

О ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕДОСТАТКОВ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ МЕТОДАМИ СТАТИСТИКИ

Елена Сергеевна Федоровских¹, Ксения Вадимовна Забелина²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ fedorovskihes@m.usfeu.ru

² kseniya.zabelina2017@yandex.ru

Аннотация. Современное общество невозможно представить без автомобильного транспорта, эксплуатация которого подвергает риску участников дорожного движения. Причины риска могут быть разными. В целях предупреждения аварийных ситуаций на дороге можно использовать статистические методы, в частности, дисперсионный анализ. Данный метод позволил выявить изъяны дорожных условий, по причине которых чаще всего совершаются дорожно-транспортные происшествия. Авторами работы внесены предложения, направленные на повышение безопасного дорожного движения.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, дорожно-транспортное происшествие, недостатки дорожных условий, автомобильный транспорт

Для цитирования: Федоровских Е. С., Забелина К. В. О возможности оценивания факторов воздействия недостатков дорожных условий на аварийные ситуации методами статистики // Цивилизационные перемены в России. 2024. С. 275–280.

Original article

ON THE POSSIBILITY OF ASSESSING FACTORS OF THE IMPACT OF DISADVANTAGES OF ROAD CONDITIONS ON EMERGENCIES USING STATISTICAL METHODS

Elena S. Fedorovskikh¹, Kseniya V. Zabelina²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ fedorovskihes@m.usfeu.ru

² kseniya.zabelina2017@yandex.ru

Abstract. Modern society cannot be imagined without motor transport, the operation of which puts road users at risk. The reasons for the risk may

be different. In order to prevent accidents on the road, statistical methods can be used, in particular analysis of variance. With its help, data on road accidents in Yekaterinburg were processed and analyzed.

Keywords: analysis of variance, traffic accident, disadvantages of road conditions, road transport

For citation: Fedorovskikh E. S., Zabelina K. V. On the possibility of assessing factors of the impact of disadvantages of road conditions on emergencies using statistical methods // Civilizational changes in Russia. 2024. P. 275–280.

В XXI в. в России существенно увеличилось количество автомобильных трасс и транспортных средств. Люди стали много путешествовать на автомобилях, ценить комфорт при передвижении, заказывать домой доставку еды и многое другое. Многие российские семьи владеют несколькими автомобилями и не представляют себе жизни без своих помощников. Выше сказанное отражается на загруженности автомобильных дорог транспортными средствами.

Екатеринбург – один из крупнейших городов нашей страны. В городе достаточно плотная застройка, есть метро, но оно, к сожалению, не развито. В результате чего расширить автомобильные дороги достаточно затруднительно, при этом они являются единственной возможностью добраться жителям до пункта назначения. В сложившейся ситуации появляется угроза возникновения аварийных условий.

Существенная роль в улучшении обстановки на дороге отводится предупреждению дорожно-транспортных происшествий (далее ДТП). С целью выяснения причин (недостатки дорожных условий), ведущих к авариям на дорогах и их степени влияния на совершаемые ДТП, были рассмотрены данные ГИБДД по Свердловской области за период с 01.10.2020 г. по 31.12.2020 г. в количестве 2816 происшествий.

Для достижения результата авторы использовали метод однофакторного дисперсионного анализа. В качестве изучаемого признака B договорились считать ДТП, а недостатки дорожных условий – уровни фактора A , оказывающие определенное влияние на признак B .

Исследование проводилось в два этапа.

Прежде всего была организована работа с базой данных ДТП для распределения видов ДТП (B_1, \dots, B_k) по группам в соответствии с причиной их возникновения. Причин оказалось достаточно много. Поэтому для дальнейшего изучения отобрали только самые многочисленные группы, которые бы указывали на недостаток дорожных условий. Перечень данных групп (уровни фактора) прилагается (рисунок).



Причины возникновения аварийных ситуаций на дороге

Сведения о причинах ДТП в сгруппированном виде представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сгруппированные данные ГИБДД

Вид ДТП	Уровни фактора A							–
	A_1	A_2	A_{18}	A_6	A_{11}	A_{19}	A_{17}	
B_1	5	17	5	5	40	4	5	–
B_2	–	–	–	–	3	2	–	–
B_5	1	–	–	–	–	–	–	–
B_8	105	106	56	62	291	61	45	–
B_9	13	16	–	14	52	3	9	–
B_{10}	10	5	–	3	14	4	4	–
B_{11}	2	16	–	9	32	6	6	–
B_{12}	–	–	–	–	1	–	–	–
B_{14}	4	11	4	6	38	–	–	–
B_{15}	151	189	49	80	424	32	41	–
B_{16}	17	29	1	15	64	9	16	–
n_j	9	8	5	8	10	8	7	$n_{общ} = 55$
\bar{x}_j	34,22222	48,625	23	24,25	95,9	15,125	18	$\bar{x}_{общ} = 40,218$

По данным, представленным в табл. 1, видно, что количество испытаний на уровнях фактора различно: меньше всего произведено испытаний на уровне A_{18} , а больше всего (10 испытаний) – на уровне A_{11} . В последней строке табл. 1 указаны средние значения для каждой группы (уровня фактора).

Второй этап эксперимента предполагал проверку равенства средних (уровень значимости выбран 0,05).

Однофакторный дисперсионный анализ используется в тех случаях, когда есть в распоряжении три и более независимые выборки, полученные из одной генеральной совокупности. Считают, что все выборки имеют одинаковые выборочные дисперсии [1].

Критерий Фишера – искомая статистика дисперсионного анализа. Наблюдаемое значение критерия вычислим по формуле

$$F_{набл} = \frac{S_{факт}^2}{S_{ост}^2},$$

где $S_{факт}^2$ – факторная (межгрупповая) дисперсия;

$S_{ост}^2$ – остаточная (внутригрупповая) дисперсия.

Затем сравниваем наблюдаемое и критическое значения критерия Фишера, где последнее определяем с помощью специальных таблиц.

Результаты выполненных расчетов отражены в табл.2 [2].

Таблица 2

Результаты проведенного анализа

Компонента дисперсии	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Дисперсия (S^2)	Критерий Фишера (F)
Факторная	$Q_1 = 55550,442$	6	$S_{факт}^2 = 7318,113$	$F_{набл} = 1,398$ $F_{кр} (0,05; 6; 48) =$ $= 2,29$
Остаточная	$Q_2 = 251260,9579$	48	$S_{ост}^2 = 5234,6$	
Общая	$Q = Q_1 + Q_2$ $Q = 295169,6366$	54	$S_{общ}^2 = 5466,104$	

Сравнивая наблюдаемое и критическое значения критерия Фишера, можно отметить, что исследуемый фактор (в нашем примере это недостатки дорожных условий) не оказывает статистически достоверного влияния на совершение ДТП.

Однако так или иначе у фактора A есть своя степень влияния – это выборочный коэффициент детерминации: $R^2 = \frac{Q_1}{Q} \approx 0,15$. Следовательно, доля влияния изучаемого фактора соответствует 15 %. При этом доля

неучтенных факторов будет $1 - R^2 = 1 - 0,15 = 0,85$, что составляет 85 %. К их числу, на наш взгляд, можно отнести, например, невнимательность водителя, недосыпание, утомляемость, употребление алкоголя и многое другое.

Для оценки степени влияния уровней фактора A на ДТП была составлена дополнительная таблица (табл. 3).

Таблица 3

Разброс выборочных средних \bar{x}_j от общей средней \bar{x}

	A_1	A_2	A_{18}	A_6	A_{11}	A_{19}	A_{17}
\bar{x}_j	34,2222	48,625	23	24,25	95,9	15,125	18
$(\bar{x}_j - \bar{x})^2$	35,95	70,677	296,46	254,977	3100,49	629,66	493,64

Результаты вычислений позволяют судить о наибольшем воздействии на совершение ДТП таких уровней фактора A , как A_{11} , A_{19} , A_{17} , тогда как наименьшее влияние на ДТП оказывает уровень A_1 – недостатки зимнего содержания.

В табл. 4 приведены виды ДТП, причинами которых стали указанные выше недостатки дорожных условий.

Таблица 4

Виды дорожно-транспортных происшествий

Обозначение вида ДТП	Название дорожно-транспортного происшествия (ДТП)
B_1	наезд на велосипедиста
B_8	наезд на пешехода
B_9	наезд на препятствие
B_{10}	наезд на стоящее ТС
B_{11}	опрокидывание
B_{14}	падение пассажира
B_{15}	столкновение
B_{16}	съезд с дороги

Необходимо обратить внимание на виды ДТП B_8 и B_{15} , так как именно эти происшествия возникают чаще остальных.

Таким образом, проведенный анализ о влиянии недостатков дорожных условий на совершение ДТП позволяет подготовить рекомендации, направленные на устранение таких причин ДТП, как отсутствие горизонтальной разметки проезжей части либо ее плохая различимость, отсутствие тротуаров (пешеходных дорожек), отсутствие освещения. Авторы считают, что

разработанные указания должны являться важным инструментом современного общества, позволяющим предупредить не только дорожный травматизм, но и сохранить жизни многим людям и животным.

Список источников

1. Дубровина О. В., Прихач Н. К., Романчак В. М. Прикладная математика : учебное пособие для практических и лабораторных работ для студентов заочного отделения специальности 1-54.01.01 «Метрология, стандартизация и сертификация». Минск : БНТУ, 2009. 70 с.

2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. 9-е изд., стер. М. : Высш. шк., 2003. 479 с.

References

1. Dubrovina O. V., Prikhach N. K., Romanchak V. M. Applied Mathematics : textbook for practical and laboratory work for students of the correspondence department of specialty 1-54.01.01 “Metrology, standardization and certification”. Minsk : BNTU, 2009. 70 p.

2. Gmurman V. E. Probability theory and mathematical statistics : textbook handbook for universities. 9th ed., ster. M. : Higherschool, 2003. 479 p.