

УДК 656.13

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВАРИЙНОСТИ

канд. техн. наук С.А. АЗЕМША;

Т.В. ГРИЩЕНКО; О.О. ЯСИНСКАЯ

(Белорусский государственный университет транспорта, Гомель)

Анализируется статистика дорожно-транспортных происшествий с одним транспортным средством по их видам в Гомельской области за период с 2005 по 2018 год. На основании значений критерия Хи-квадрат производится оценка существенности изменений количества дорожно-транспортных происшествий с участием одного механического транспортного средства в разрезе их видов за рассматриваемый период времени. На основании таких расчетов формулируются соответствующие выводы. Показано, что уровень безопасности дорожного движения характеризуется рядом значений числовых абсолютных и относительных показателей.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия и их виды, существенность различий, критерий Хи-квадрат.

Введение. Уровень безопасности дорожного движения характеризуется рядом значений числовых абсолютных и относительных показателей, величины которых, как правило, колеблются в каждом отчетном году. Анализ величины изменения значений таких показателей, установлению их причин и прогнозированию значений на перспективу в специальной литературе уделено достаточно внимания. Вместе с тем время оценка существенности таких изменений не производится.

Большое количество научных работ по тематике безопасности дорожного движения [1; 2; 4 и др.] содержат анализ аварийности, который представлен графически или описан, опираясь на изменения показателей аварийности по годам. Такой подход к анализу изменения показателей аварийности позволяет констатировать факт их роста или снижения, однако не позволяет определить наличие или отсутствие существенности таких изменений. В результате сложно установить наличие обоснованной связи между реализованными мероприятиями по повышению безопасности дорожного движения и изменениями в показателях аварийности.

В представляемой нами научной работе для оценки существенности изменения показателей аварийности предлагается использовать критерий Хи-квадрат, который позволяет ответить на вопрос, влияет ли номинальный многоуровневый фактор на номинальный многоуровневый отклик. При этом номинальная шкала должна иметь не более 4...5 уровней. В противном случае может быть обнаружено влияние, которого в действительности нет.

С математической точки зрения процесс применения критерия Хи-квадрат состоит из трех основных шагов:

- 1) строится таблица сопряженностей, содержащая фактические частоты;
- 2) находятся ожидаемые частоты для случая «как фактор влияет на отклик»;
- 3) проверяется с помощью известных формул близость фактических и теоретических частот.

В качестве исходных данных использовались сведения о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) второй категории – с участием одного транспортного средства – в Гомельской области за период с 2005 по 2018 год в разрезе их видов.

Основная часть. В соответствии с действующим законодательством в Республике Беларусь предусмотрено три вида данной категории ДТП [3]:

- 1) опрокидывание;
- 2) наезд на препятствие;
- 3) наезд на животное.

На рисунке 1 представлены данные, отображающие структуру и динамику изменения *второй категории ДТП* и свидетельствующие о том, что рассматриваемый период наибольшую долю в ДТП анализируемой категории составляет первый вид – опрокидывание. Доля этого вида ДТП в общем количестве аварий данной категории составляет порядка 60%; наезд на препятствие (порядка 37%) составляют ДТП второго вида. Дорожно-транспортные происшествия *третьего вида* (наезд на животное) в общем числе аварий анализируемой категории несущественно и составляет около 3%.

Следует отметить, что за рассматриваемый 14-летний период наблюдается уменьшение количества ДТП анализируемой категории: 1) на 61,2% – опрокидывание; 2) на 63% – наезд на препятствие; 3) на 83,3% – наезд на животное. При этом абсолютное снижение числа ДТП с участием одного механического транспортного средства снизилось с 245 единиц в 2005 году до 92 в 2018, что составило 62,4%.

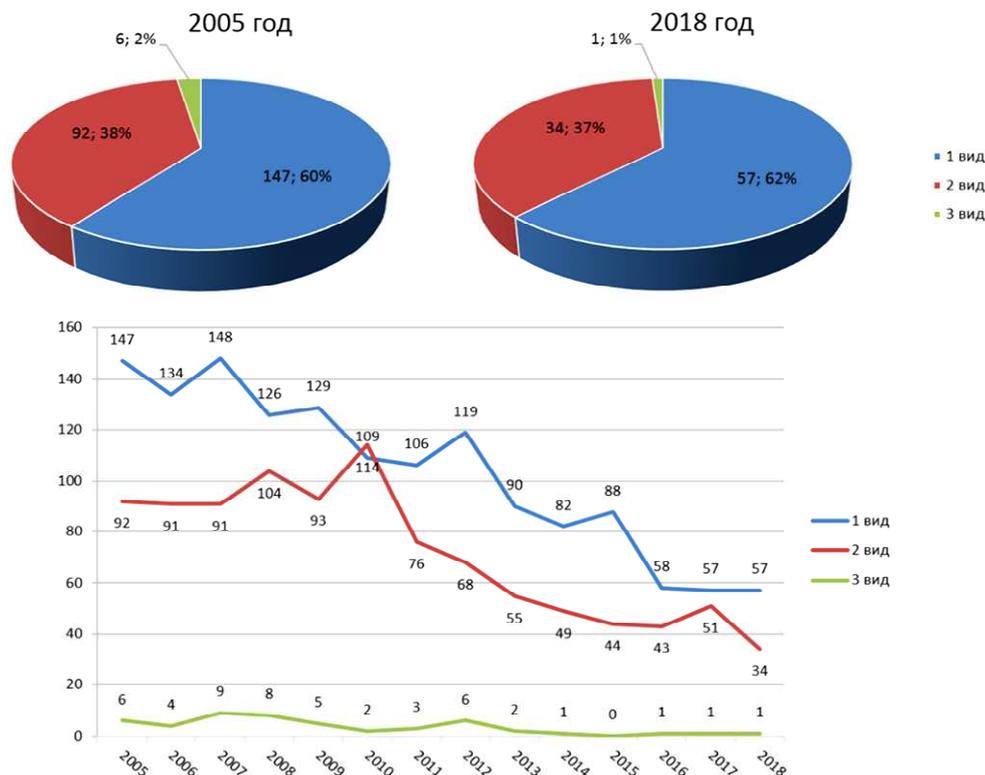


Рисунок 1. – Динамика изменения ДТП с участием одного транспортного средства в разрезе их видов

Визуальный анализ рисунка 1 позволяет сделать выводы о различиях в показателях аварийности как в абсолютном, так и в относительном выражении. Для установления существенности этих различий произведена аналитическая проверка при помощи критерия Хи-квадрат, реализованная в [5]. Для расчета этого критерия построены две таблицы:

- таблица фактических частот, в которой формируются данные по годам и видам второй категории ДТП (таблица 1);
- таблица ожидаемых частот, которая отражает, как фактор может повлиять на отклик, и показывает уровень значимости p (таблица 2).

Таблица 1. – Фактические значения частот видов ДТП второй категории с 2005 по 2009 год

Summary Frequency Table (Spreadsheet 4)
Marked cells have counts > 5
(Marginal summaries are not marked)

Вид второй категории	Годы					Row Totals
	2005	2006	2007	2008	2009	
1	147	134	148	126	129	684
2	92	91	91	104	93	471
3	6	4	9	8	5	32
All Grps	245	229	248	238	227	1187

Таблица 2. – Значения ожидаемых частот видов ДТП второй категории с 2005 по 2009 год

Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet 4)
Marked cells have counts > 5
Pearson Chi-square: 5,50188, df = 8, p = 0,702830

Вид второй категории	Годы					Row Totals
	2005	2006	2007	2008	2009	
1	141,2	132,0	142,9	137,1	130,8	684,0
2	97,2	90,9	98,4	94,4	90,1	471,0
3	6,6	6,2	6,7	6,4	6,1	32,0
All Grps	245,0	229,0	248,0	238,0	227,0	1187,0

В таблицах 1 и 2 данные приведены с 2005 по 2009 год, так как наличие не более 5 уровней – условие применения критерия Хи-квадрат.

Из таблицы 1 видно, что для третьего вида второй категории некоторые ожидаемые частоты равны и ниже пяти. В общем количестве значения ДТП всех видов второй категории они составляют 13% и не превышают допустимой пороговой цифры. Поэтому критерий Хи-квадрат может быть применим.

Данные таблицы 2 указывают на то, что $p = 0,702830$ и превышает 0,05, свидетельствуя тем самым о несущественности изменений ДТП всех видов второй категории за рассматриваемый период времени.

В таблице 3 сведены результаты аналогичных расчетов для трех периодов времени (2005–2009; 2010–2014; 2015–2018 гг.).

Таблица 3. – Оценка существенности различий количества ДТП по видам второй категории в целом за весь рассматриваемый период

Период, годы			
Значимость различий для ДТП	2005–2009 гг.	2010–2014 гг.	2015–2018 гг.
		несущественно	существенно

Из таблицы 3 видно, что существенность изменений в видах ДТП отмечается только в период с 2010 по 2014 год.

Далее определялась значимость изменения ДТП каждого вида второй категории отдельно за весь период и за два последующих года. Для этого все виды второй категории ДТП объединены в два множества. В первом множестве находятся ДТП первого вида второй категории (опрокидывание). Во втором множестве – ДТП всех остальных видов второй категории в целом. Динамика изменения первого вида ДТП второй категории отображена на рисунке 1, на котором видны различия в количестве ДТП данного вида как в абсолютном, так и в относительном выражении. Существенность этих различий установлена аналитической проверкой при помощи критерия Хи-квадрат, реализованной в [5].

Для расчета критерия Хи-квадрат также созданы таблицы:

- таблица фактических частот ДТП первого вида второй категории (опрокидывание), в которой формируются данные по годам и видам второй категории (таблица 4);

- таблица ожидаемых частот ДТП первого вида второй категории, которая отражает, как фактор может повлиять на отклик, и показывает уровень значимости p (таблица 5).

Таблица 4. – Фактические частоты ДТП первого вида второй категории за период с 2005 по 2009 год

Summary Frequency Table (Spreadsheet14)						
Marked cells have counts > 5						
(Marginal summaries are not marked)						
Вид второй категории	Годы					Row Totals
	2005	2006	2007	2008	2009	
1	147	134	148	126	129	684
2–3	98	95	100	112	98	503
All Grps	245	229	248	238	227	1187

Как видно из таблицы 4, частота всех значений выше пяти. Следовательно, критерий Хи-квадрат может быть применим.

Таблица 5. – Ожидаемые частоты ДТП первого вида второй категории за период с 2005 по 2009 год

Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet14)						
Marked cells have counts > 5						
Pearson Chi-square: 3,26535, df = 4, p = 0,514445						
Вид второй категории	Годы					Row Totals
	2005	2006	2007	2008	2009	
1	141,2	132,0	142,9	137,1	130,8	684,0
2–3	103,8	97,0	105,1	100,9	96,2	503,0
All Grps	245,0	229,0	248,0	238,0	227,0	1187,0

Из таблицы 5 видно, что $p = 0,514445$ (превышает 0,05). Это свидетельствует о несущественности изменений ДТП первого вида второй категории за рассматриваемый период времени. Результаты расчета критерия Хи-квадрат для ДТП первого вида второй категории по остальным временным периодам, а также для ДТП остальных видов второй категории приведены в таблице 6.

Таблица 6. – Оценка существенности различий количества ДТП видов второй категории по периодам времени

Значимость различий для ДТП второй категории	Период, годы		
	2005–2009	2010–2014	2015–2018
1 вид	несущественно	<i>существенно</i>	несущественно
2 вид	несущественно	<i>существенно</i>	несущественно
3 вид	несущественно	невозможность применения критерия Хи-квадрат	невозможность применения критерия Хи-квадрат

Далее устанавливалось наличие существенных изменений в значениях ДТП каждого вида второй категории за два следующих года. В таблице 7 приведен пример таких расчетов для ДТП первого вида второй категории (опрокидывание).

Таблица 7. – Оценка существенности различий количества ДТП первого вида второй категории в 2005 и 2006 годах

Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet 1)			
Marked cells have counts > 5			
Pearson Chi-square: ,108094, df = 1, p = 0,742325			
Вид второй категории	Годы		Row Totals
	2005	2006	
1	145,2	135,8	281,0
2–3	99,8	93,2	193,0
All Grps	245,0	229,0	474,0

Из таблицы 7 видно, что частота всех значений для первого вида второй категории ДТП выше пяти, следовательно, критерий Хи-квадрат в данном случае может применяться. Кроме того, $p = 0,742325$ (превышает 0,05), а это свидетельствует о несущественности изменений ДТП первого вида второй категории в 2006 году по отношению к 2005 году.

Аналогично были проведены парные расчеты по годам за период с 2005 по 2018 год и для всех видов второй категории ДТП. Результаты таких расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8. – Оценка существенности различий количества ДТП по видам второй категории ДТП

Период, годы	Значимость различий для ДТП			
	1 вид	2 вид	3 вид	
2005–2006	несущественно	несущественно	невозможность применения критерия Хи-квадрат	
2006–2007			несущественно	несущественно
2007–2008				<i>существенно</i>
2008–2009		несущественно		
2009–2010				
2010–2011				
2011–2012				
2012–2013				
2013–2014				
2014–2015				
2015–2016				
2016–2017				
2017–2018				

Сведения, представленные в таблице 8, указывают на то, что количество наездов на препятствия в 2010 году по отношению к 2009 году существенно изменилось.

Таким образом, в данной работе с применением критерия Хи-квадрат обнаружено наличие существенных изменений некоторых видов ДТП второй категории в Гомельской области, что позволяет выявить конкретные причины таких изменений и своевременно принять соответствующие меры реагирования.

Заключение. Проведенный в данной работе анализ показал снижение как общего числа ДТП с участием одного транспортного средства, так и по каждому из видов ДТП данной категории. В абсолютном выражении число ДТП данной категории уменьшилось с 245 в 2005 году до 92 в 2018, что эквивалентно относительному снижению на 62,4% (см. рисунок 1).

Данное исследование сопровождалось проверкой гипотезы о наличии существенности изменений в количестве ДТП с участием одного механического транспортного средства в разрезе их видов за весь рассматриваемый период, а также за каждые следующие друг за другом два календарных года. Для этих целей использовался критерий Хи-квадрат. Полученные результаты позволяют сформулировать следующие основные *выводы*:

- в период с 2010 по 2014 год в целом наблюдается существенное изменение ДТП с участием одного механического транспортного средства (см. таблицу 3);

- за этот же период наблюдается существенное изменение ДТП с участием одного механического транспортного средства первого и второго вида, т.е. опрокидывание и наезд на препятствие (см. таблицу б).

- анализ существенности изменения числа ДТП с участием одного механического транспортного средства в разрезе их видов за каждые два следующих друг за другом года показал наличие такой существенности только для ДТП 2-го вида (наезд на препятствие) в 2010 году по отношению к 2009 году.

Продолжение исследований в данной области видится в анализе мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения в Гомельской области, проведенных в период с 2005 по 2018 год и касающихся ДТП с участием одного механического транспортного средства, с последующим выявлением на этой основе направлений дальнейшего снижения аварийности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ аварийности и причины нарушения водителями правил дорожного движения по Пензенской области [Электронный ресурс] / И.Е. Ильина [и др.]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_19009350_43417336.pdf. – Дата доступа: 26.01.2019.
2. Чепикова, Т.П. Анализ аварийности и повышение безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] / Т.П. Чепикова, А.А. Поварницын, Р.Ф. Шаихов. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_20282760_12564980.pdf. Дата доступа: 25.01.2019.
3. О порядке государственного учета основных показателей в области дорожного движения и обеспечения его безопасности : постановление М-ва внутренних дел Респ. Беларусь от 28 мая 2003 г. № 129 : с изм. и доп.
4. Паршина, К.С. Снижение риска ДТП на основе анализа аварийности по месяцам года / К.С. Паршина ; науч. рук. Е.В. Печатнова // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения : сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 23–25 нояб. 2017 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 2017. – С. 623–625.
5. Statistica 13.3. Computer program. Serial number JRR709H998119TE-A.

Поступила 06.02.2019

EVALUATION OF ESSENTIAL CHANGES INDICATORS OF EMERGENCY

S. AZEMSHA, T. GRISHCHENKO, O. YASINSKAYA

This article analyzes the statistics of road accidents with one vehicle by their types in the Gomel region for the period from 2005 to 2018. Based on the values of the Chi-square criterion, an assessment is made of the materiality of changes in the number of road accidents involving one motor vehicle in terms of their types for the considered period of time. Based on such calculations, relevant conclusions are formulated.

Keywords: traffic accident, kind of accidents, significance of differences, Chi-square test.