

УДК 681.5

С. А. АЗЕМША, кандидат технических наук, Т. В. ГРИЩЕНКО, магистр техники и технологии, О. О. ЯСИНСКАЯ, магистр техники и технологии, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ОЦЕНКА СУЩЕСТВЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СТОЛКНОВЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Анализируется статистика столкновений по их видам в Гомельской области за период с 2005 по 2018 год. На основании значений критерия Хи-квадрат производится оценка существенности изменений количества столкновений в разрезе их видов за рассматриваемый период времени. На основании таких расчетов формулируются соответствующие выводы.

Большое количество научных работ по тематике безопасности дорожного движения (например, [1, 2, 4]) содержат анализ аварийности, представляющий собой графическое и словесное описание изменения показателей аварийности по годам. Такой подход к анализу изменения показателей аварийности позволяет констатировать факт их роста или снижения, но не позволяет определить наличие или отсутствие значимости таких изменений.

В данной статье для оценки существенности изменения показателей аварийности предлагается использовать критерий Хи-квадрат. В качестве исходных данных взяты сведения о дорожно-транспортных происшествиях в Гомельской области (Республика Беларусь) за период с 2005 по 2018 год в разрезе видов третьей категории ДТП (столкновение). В соответствии с действующим законодательством предусмотрено 7 видов третьей категории ДТП (столкновение) [3]:

- 1) с ударом сзади;
- 2) на пересечении дорог или повороте;
- 3) лобовое;

- 4) попутное;
- 5) со стоящим транспортным средством;
- 6) наезд на велосипедиста;
- 7) наезд на гужевой транспорт.

Критерий Хи-квадрат 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 на самом деле 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 С помощью известных формул проверяется близость фактических и теоретических частот.

На рисунке 1 представлены анализируемые сведения о показателях аварийности в разрезе видов третьей категории ДТП (столкновение).

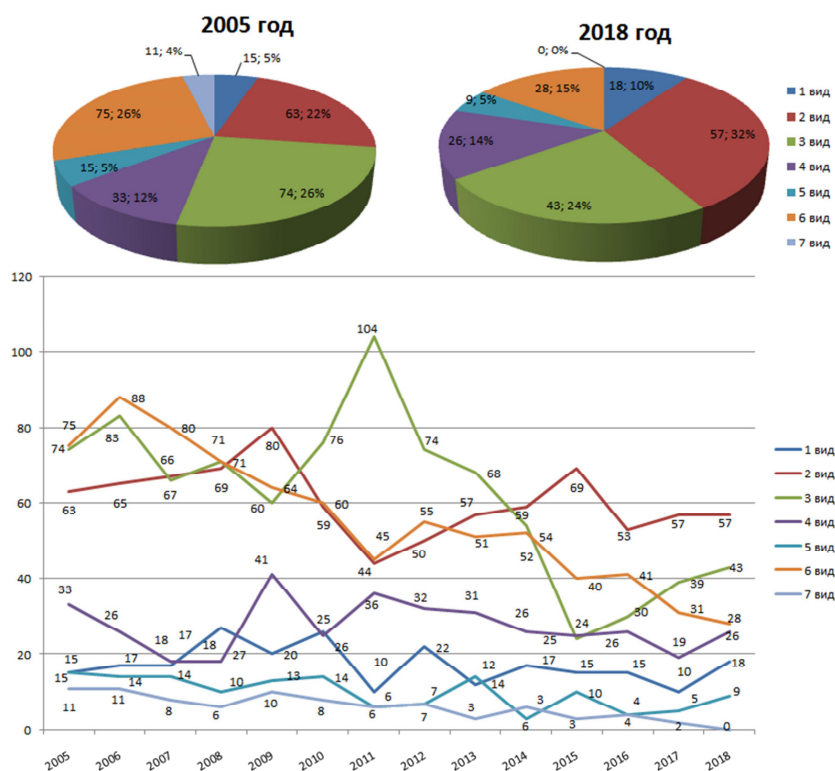


Рисунок 1 – Динамика изменения показателей аварийности в Гомельской области в разрезе видов третьей категории ДТП (столкновение)

Анализ рисунка 1 позволяет сделать выводы о заметности различий в показателях аварийности как в абсолютном, так и в относительном выражении. Существенность этих различий установим аналитической проверкой при помощи критерия Хи-квадрат.

Далее определена значимость изменения ДТП каждого вида третьей категории отдельно за весь период и за два следующих друг за другом года. Для этого все виды третьей категории ДТП были объединены в два множества. В первом множестве находятся ДТП первого вида третьей категории (столкновение). Во втором множестве – сумма ДТП всех остальных видов третьей категории. Динамика изменения ДТП первого вида видна из рисунка 1, где заметны различия в количестве ДТП третьей категории первого вида как в абсолютном, так и в относительном выражении. Существенность этих различий установим аналитической проверкой при помощи критерия Хи-квадрат. Для его расчета построены две таблицы:

Таблица 1 – Фактические частоты ДТП первого вида третьей категории за период с 2005 по 2009 год

| Summary Frequency Table (Spreadsheet1) Marked cells have counts > 5 (Marginal summaries are not marked) | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------------|
| Вид третьей категории | Год | | | | | Row Totals |
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | |
| 1 | 15 | 17 | 17 | 27 | 20 | 96 |
| 2 | 271 | 287 | 253 | 245 | 268 | 1324 |
| All Grps | 286 | 304 | 270 | 272 | 288 | 1420 |

Таблица 2 – Ожидаемые частоты ДТП первого вида третьей категории за период с 2005 по 2009 год

| Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet1) Marked cells have counts > 5 Pearson Chi-square: 6,13367, df = 4, p = 0,189395 | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| Вид третьей категории | Год | | | | | Row Totals |
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | |
| 1 | 19,3 | 20,6 | 18,3 | 18,4 | 19,5 | 96,0 |
| 2 | 266,7 | 283,4 | 251,7 | 253,6 | 268,5 | 1324,0 |
| All Grps | 286,0 | 304,0 | 270,0 | 272,0 | 288,0 | 1420,0 |

Таблица 3 – Оценка существенности различий количества ДТП видов третьей категории по периодам времени

| Вид ДТП третьей категории | Период | | |
|---------------------------|---------------|--|---------------|
| | 2005–2009 | 2010–2014 | 2015–2018 |
| 1-й | Несущественно | Несущественно | Несущественно |
| 2-й | | | |
| 3-й | Существенно | Существенно | |
| 4-й | Несущественно | Несущественно | Существенно |
| 5-й | Существенно | Невозможность применения критерия Хи-квадрат | Несущественно |
| 6-й | Несущественно | Несущественно | |
| 7-й | | Невозможность применения критерия Хи-квадрат | |

Далее устанавливалось наличие существенных изменений в значениях ДТП каждого вида третьей категории за два следующих года.

В таблице 4 приведен пример таких расчетов для ДТП первого вида третьей категории (столкновение).

Таблица 4 – Оценка существенности различий количества ДТП первого вида третьей категории в 2005 и 2006 годах

| Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet4) Marked cells have counts > 5 Pearson Chi-square: 0,034661, df = 1, p = 0,852308 | | | |
|--|-------|-------|------------|
| Вид третьей категории | Год | | |
| | 2005 | 2006 | Row Totals |
| 1 | 15,5 | 16,5 | 32,0 |
| 2 | 270,5 | 287,5 | 558,0 |
| All Grps | 286,0 | 304,0 | 590,0 |

– таблица фактических частот ДТП первого вида третьей категории (столкновение), в которой формируются данные по годам и видам третьей категории (таблица 1);

– таблица ожидаемых частот ДТП первого вида третьей категории, которая отражает, как фактор может повлиять на отклик, и показывает уровень значимости p (таблица 2).

Из таблицы 1 видно, что частота всех значений выше пяти. Поэтому критерий Хи-квадрат может быть применен.

Из таблицы 2 видно, что $p = 0,189395$ (превышает 0,05). Это свидетельствует о несущественности изменений ДТП первого вида третьей категории за рассматриваемый период времени. Результаты расчета критерия Хи-квадрат для ДТП первого вида третьей категории по остальным временным периодам, а также для ДТП остальных видов третьей категории приведены в таблице 3.

Из таблицы 4 видно, что частота всех значений для первого вида третьей категории ДТП выше пяти. Поэтому критерий Хи-квадрат может быть применен. Также видно, что $p = 0,852308$ (превышает 0,05). Это свидетельствует о несущественности изменений ДТП первого вида второй категории в 2006 году по сравнению с 2005.

Аналогично были проведены парные расчеты по годам за период с 2005 по 2018 г. и для всех видов третьей категории ДТП. Результаты таких расчетов представлены в таблице 5.

Из таблицы 5 видно наличие следующих существенных изменений в количестве ДТП третьей категории:

- 1-го вида – в 2011 г. по сравнению с 2010 г. и в 2012 г. по сравнению с 2011 г.;
- 2-го вида – в 2015 г. по сравнению с 2014 г.;
- 3-го вида – в 2010 г. по сравнению с 2009 г., в 2011 г. по сравнению с 2010 г., в 2012 г. по сравнению с 2011 г., в 2015 г. по сравнению с 2014 г.
- 4-го вида – в 2009 г. по сравнению с 2008 г.

Таблица 5 – Оценка существенности различий количества ДТП по видам третьей категории ДТП

| Период | Вид ДТП третьей категории | | | | | | |
|-----------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|--|--|--|
| | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 5-й | 6-й | 7-й |
| 2005–2006 | Несущественно | Несущественно | Несущественно | Несущественно | Несущественно | Несущественно | Несущественно |
| 2006–2007 | | | | Несущественно | | | |
| 2007–2008 | | | | Несущественно | | | |
| 2008–2009 | | | Существенно | | | | |
| 2009–2010 | | | Существенно | | | | |
| 2010–2011 | Существенно | Несущественно | Существенно | Несущественно | Несущественно | Несущественно | Несущественно |
| 2011–2012 | | | | | | | |
| 2012–2013 | Несущественно | Существенно | Существенно | Несущественно | Невозможность применения критерия Хи-квадрат | Невозможность применения критерия Хи-квадрат | Невозможность применения критерия Хи-квадрат |
| 2013–2014 | | | | | | | |
| 2014–2015 | | | | | | | |
| 2015–2016 | | | | | | | |
| 2016–2017 | | | | | | | |
| 2017–2018 | | | | | | | |

Таким образом, в данной статье при помощи критерия Хи-квадрат показаны существенные изменения некоторых видов ДТП третьей категории в Гомельской области. Это дает возможность выявить конкретные причины таких изменений и своевременно применить адекватные действия.

Список литературы

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 : 26.02.2019.

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 : 25.02.2019.

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.). – Минск, 2007.

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. трудов Всероссийской науч.-практ. конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 23–25 ноября 2017 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 2017. – С. 623–625.

5 Statistica 13.3. Computer program. Serial number JRR709H998119TE-A.

Получено 10.09.2019

S. A. Azemsha, T. U. Hryshchanka, V. A. Yasinskaya. Estimation of the significance of the change in the number of collisions on the roads of the Gomel region.

The level of road safety is characterized by a number of numerical absolute and relative indices, the values of which, as a rule, vary in each reporting year. The analysis of the magnitude of changes in the values of such indicators, the establishment of their causes and the prediction of values for the future in the literature paid enough attention. At the same time, the assessment of materiality of such changes is not made.

This article analyzes collision statistics by type 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 significance of changes in the number of collisions in the context of their types for the period of time under consideration. Based on such calculations, appropriate conclusions are formulated.