

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

С. А. АЗЕМША, А. Н. СТАРОВОЙТОВ

**ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНЫХ МЕТОДОВ
В ПОВЫШЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Гомель 2017

Издание подготовлено в рамках проекта «Белорусская сеть дорожной безопасности» программы «Tempus».

Настоящая публикация не является отражением официальной позиции Европейской Комиссии, а является результатом работы независимых консультантов.

Аземша, С. А. Применение научных методов в повышении безопасности дорожного движения : [монография] / С. А. Аземша, А. Н. Старовойтов ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 191 с. – ISBN 978-985-554-618-5

Приведены примеры применения научных методов в решении некоторых проблем повышения безопасности дорожного движения: рассмотрены показатели динамики аварийности в Республике Беларусь, выявлены места приложения усилий для повышения безопасности дорожного движения, изучен мировой опыт работы по снижению аварийности. Разработан проект программы повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области и описаны примеры ее реализации на практике.

Для научных и инженерно-технических работников, связанных с безопасностью дорожного движения. Будет полезна также преподавателям, аспирантам, магистрантам и студентам транспортных специальностей.

Табл. 59. Ил. 97. Библиогр.: 45 назв.

*Рекомендовано к изданию Советом
Белорусского государственного университета транспорта*

Рецензенты:

Д. В. Капский, д-р техн. наук, декан автотракторного факультета Белорусского национального технического университета;

А. К. Головнич, д-р техн. наук, директор научно-исследовательского института железнодорожного транспорта Белорусского государственного университета транспорта

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 АВТОМОБИЛИЗАЦИЯ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ.....	10
1.1 Методология исследования.....	10
1.2 Уровень автомобилизации в мире и в Республике Беларусь. Факторы, влияющие на уровень автомобилизации в Республике Беларусь. Проблемы автомобилизации.....	10
1.2.1 Автомобилизация и аварийность.....	17
1.2.2 Автомобилизация и загрязнение окружающей среды.....	24
1.2.3 Автомобилизация и экономические потери.....	28
2 АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПО СНИЖЕНИЮ АВАРИЙНОСТИ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	37
2.1 Этапы развития политики повышения безопасности дорожного движения в странах Европейского союза.....	37
2.2 Современный подход к повышению безопасности дорожного движения....	39
2.3 Теоретические основы разработки мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.....	43
3 ОЦЕНКА ДИНАМИКИ АВАРИЙНОСТИ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД ДЕЙСТВИЯ КОНЦЕПЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	48
3.1 Методология исследования.....	48
3.2 Оценка динамики изменения показателей аварийности по регионам Гомельской области.....	52
3.3 Оценка динамики изменения показателей аварийности в Гомельской области по категориям ДТП.....	58
3.4 Оценка динамики изменения показателей аварийности в Гомельской области по категориям участников дорожного движения.....	63
3.5 Оценка динамики изменения показателей аварийности в Гомельской области по видам нарушений.....	65

4 СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАКРОУРОВНЕ.....	74
4.1 Методика исследования.....	74
4.2 Анализ исходных данных.....	74
4.3 Факторы, влияющие на показатели аварийности.....	75
4.4 Оценка экономического эффекта реализации мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.....	94
5 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	99
5.1 Методика исследования.....	99
5.2 Прогнозирование числа погибших в ДТП в Гомельской области.....	99
5.3 Установление целевых ориентиров программы безопасности дорожного движения и их разбивка по годам реализации.....	102
5.4 Установление индивидуальных целевых заданий по повышению безопасности дорожного движения субъектам Гомельской области.....	104
6 РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	110
6.1 Содержание программы повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области.....	110
6.2 Реализация общесистемных мер повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области.....	111
6.2.1 Усиление роли науки в разработке мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.....	111
6.2.2 Разработка геoinформационной системы учета данных о дорожно-транспортных происшествиях.....	114
6.2.3 Создание условий по стимулированию альтернативных легковому автомобилю способов перемещения.....	116
6.3 Реализация мер повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области, направленных на фактор риска «Дорога».....	120
6.3.1 Постоянное выявление мест концентрации ДТП и реализация мероприятий по снижению числа и тяжести аварий.....	120
6.3.2 Обоснование реконструкции перекрестков в кольцевые пересечения.....	120
6.3.3 Оборудование наземных пешеходных переходов островками безопасности.....	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	123
CONCLUSION.....	128
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	133
ПРИЛОЖЕНИЯ	
А Визуальный анализ данных с помощью диаграмм рассеивания в программе «Statistica».....	137

Б Множественная регрессия в программе «Statistica».....	143
В Множественная нелинейная регрессия в программе «Statistica».....	151
Г Основные статистические сведения.....	156
Д Анализ категорированных данных в программе «Statistica».....	168
Е Построение матриц корреляции в программе «Statistica».....	171
Ж Проект Программы обеспечения безопасности дорожного движения в Гомельской области.....	174
И Проект методических рекомендаций по измерению интенсивности движения на перекрестке.....	183
К Проект методических рекомендаций по применению островков безопасности на пешеходных переходах.....	185

ВВЕДЕНИЕ

Со времени появления первого автомобиля (1768 г.) развитие науки и промышленности позволили наладить массовый выпуск этого средства передвижения. В наше время ежегодно продается более семидесяти миллионов легковых автомобилей. Общая численность автомобильного парка превысила миллиард еще в 2010 г. Эти цифры показывают масштабность автомобильного бизнеса в мире.

Безусловно, наличие автомобиля делает жизнь более комфортной и мобильной, а экономику страны более конкурентоспособной. Но следует отметить, что рост парка транспортных средств выявил ряд серьезных негативных аспектов. С момента совершения первого дорожно-транспортного происшествия в 1896 г. стало понятно, что основной проблемой, связанной с использованием автомобиля, является дорожно-транспортный травматизм. С тех пор прошло более ста лет, и сложившаяся ситуация ставит проблему аварийности на дорогах в разряд наиболее актуальных, в том числе и в повестке дня деятельности Организации Объединенных Наций. Это связано с тем, что ежегодно на дорогах мира погибает около 1,3 млн человек и порядка 50 млн получают ранения. Как ответная мера такому положению дел Резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН А/64/255 период времени с 2010 по 2020 гг. провозглашен Десятилетием действий по обеспечению безопасности дорожного движения. В указанной резолюции приведены ее цель, задачи, а также предложены конкретные мероприятия для реализации глобального плана осуществления Десятилетия действий по обеспечению безопасности дорожного движения. Признание проблемы аварийности на дорогах всего мира на таком высоком уровне говорит об актуальности задачи повышения безопасности дорожного движения, в том числе и для Республики Беларусь. В 2006 г. Совет Министров нашей страны утвердил Концепцию обеспечения безопасности дорожного движения на период до 2015 г. Анализ аварийности за период времени, прошедший с начала принятия Концепции, с целью подведения итогов ее действия, а также разработка мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на будущее приобретают особую актуальность.

В монографии методами математической статистики установлены факторы, влияющие на уровень автомобилизации в Республике Беларусь, оценено влияние автомобилизации на аварийность, экологическое состояние, заболеваемость населения и внешнеторговый баланс Республики Беларусь.

Особое внимание в монографии уделено проблеме повышения безопасности дорожного движения. Для этого были проанализированы основные подходы к снижению аварийности за рубежом, разработан научный инструментарий для оценки динамики дорожно-транспортной аварийности на примере Гомельской области. Установлены основные направления работы и места приложения усилий для снижения аварийности в Гомельской области. Для оценки результатов ряда мероприятий по повышению безопасности дорожного движения произведен статистический анализ данных ООН по дорожно-транспортной аварийности в различных странах. Все это позволило сформулировать основные мероприятия по повышению безопасности дорожного движения в Гомельской области, которые представлены в виде проекта программы повышения безопасности дорожного движения.

При написании монографии использовались методы научного поиска, сравнения, логического, визуального и статистического анализа данных, поиска и установления вида аналитических зависимостей. В приложениях к монографии приведены алгоритмы работы со специализированными компьютерными программами для статистической обработки данных.

INTRODUCTION

Since the invention of the first car (1768), the development of science and industry has contributed to the mass production of this vehicle. Nowadays, more than seventy million cars are sold annually. The total number of vehicle fleet has exceeded one billion back in 2010. These figures show the enormity of the automobile business in the world.

Of course, if you have a car, your life is more comfortable and mobile, and the country's economy is more competitive. But it should be noted that the growth of the vehicle fleet has revealed a number of serious negative aspects. Since the first road accident in 1896, it has become clear that the main problem associated with the use of the car is road injuries. Since then, it took more than a hundred years and the current situation poses the problem of road accidents in the category of the most relevant, including it in the agenda of the United Nations. This is due to the fact that every year nearly 1.3 million people are killed and about 50 million are injured on the roads worldwide. As a response to this state of affairs, the United Nations General Assembly issued Resolution A/64/255 and the time period from 2010 to 2020 proclaimed the Decade of Action for Road Safety. Recognition of the problem of road accidents all over the world at such high level talks about the relevance of the task to improve road safety, including the Republic of Belarus. The resolution specified gives its purpose, objectives and proposes specific actions to implement the Global Plan for the Decade of Action for Road Safety.

The Republic of Belarus is not an exception, and in 2006 our country's Council of Ministers approved the Concept of Road Safety for the period up to 2015. An analysis of the accident rate for a period of time that has passed since the launch of the Concept, with the aim to summarize its actions, as well as the development of measures to improve road safety for the future, is of particular relevance.

Via mathematical statistics methods the monograph has revealed the factors that influence the level of motorization in the Republic of Belarus, it has estimated the impact of motorization on the accident rate, ecological condition, sickness rate of the population and the foreign trade balance of the Republic of Belarus. The monograph pays particular attention to the problem of improving road safety. To this end, there were analyzed the main approaches to reduce road accidents abroad, there were designed scientific instruments to assess the dynamics of road accidents on the example of the Gomel region. The use of such tools set the basic

direction and point of application of efforts to reduce the accident rate in the Gomel region. To access the results of a number of measures to improve road safety, there was made the statistical analysis of the UN road accident data in different countries. All this has allowed formulating the basic measures to improve road safety in the Gomel region, which are presented in the form of a draft program to improve road safety.

When writing the monograph, there were used methods of scientific research, comparison, logical, visual and statistical analysis of data, search and establish the type of analytical dependencies. The appendices to the monograph show the algorithms of work with specialized computer programs for statistical data processing.

1 АВТОМОБИЛИЗАЦИЯ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

1.1 Методология исследования

При написании данного раздела использовались методы визуального и регрессионного анализа данных.

При визуальном анализе данных строились диаграммы рассеивания исследуемых величин. По внешнему виду диаграмм выдвигалось предположение о наличии связи определенного вида между исследуемыми величинами. Дальнейший регрессионный анализ позволял определить вид такой зависимости. В приложении А приведены основы такого анализа данных в программе Statistica.

Общее назначение регрессионного анализа состоит в установлении зависимости переменной (Y) от одной или нескольких переменных (X_1, X_2, \dots, X_n) и зависимой переменной (Y). Как только уравнение регрессии ($Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$) определено, можно предсказывать значения зависимой переменной при различных значениях независимой переменной, а также построить график ожидаемой (предсказанной) функции с целью визуализации зависимости. В приложении Б приведены основы одномерного анализа данных (т.е. имеется только одна независимая переменная X_1 в программе Statistica). В приложении В приведены основы построения множественной регрессии (т.е. имеется несколько независимых переменных X_1, X_2, \dots, X_n в программе Statistica).

1.2 Уровень автомобилизации в мире и в Республике Беларусь. Факторы, влияющие на уровень автомобилизации в Республике Беларусь. Проблемы автомобилизации

Автомобилизация страны измеряется количеством зарегистрированных на ее территории транспортных средств, приходящихся на 1000 человек населения. Последние десятилетия уровень автомобилизации стран мира, в том числе и Республики Беларусь неуклонно возрастает (таблица 1.1 [1, 6]).

Таблица 1.1 – Динамики изменения легковых автомобилей на 1000 человек населения

Страна	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Австрия	505	509	512	515	523	531	538	544	548
Беларусь	195	208	225	238	260	277	293	293	296
Бельгия	470	472	475	479	481	485	493	492	495
Эстония	366	412	390	412	407	412	428	449	469
Финляндия	463	476	486	508	520	536	553	561	571
Франция	478	480	481	481	487	489	488	491	490
Германия	559	565	501	503	510	517	525	530	534
Италия	592	599	601	603	604	608	611	609	605
Латвия	332	370	411	428	422	304	297	304	315
Литва	438	487	491	523	536	546	566	587	612
Норвегия	439	447	458	461	465	472	480	487	492
Польша	323	351	383	422	432	448	470	486	504
Швеция	460	463	465	464	463	462	466	467	468

На рисунке 1.1 приведен график изменения общего числа зарегистрированных транспортных средств на 1000 жителей в Республике Беларусь [2, 6].

Статистический анализ (таблица 1.2) показывает, что изменение общего числа зарегистрированных транспортных средств на 1000 жителей описывается линейным уравнением вида

$$A = 12,2N - 24228,4, \quad (1.1)$$

где N – календарный год.

Приведенные в таблице 1.2 характеристики говорят о статистической значимости модели (1.1) и ее коэффициентов.

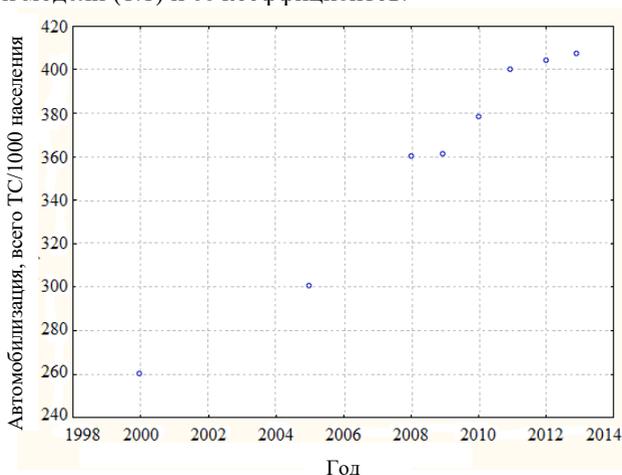


Рисунок 1.1 – График изменения общего числа зарегистрированных транспортных средств на 1000 жителей в Республике Беларусь

Таблица 1.2 – Результаты статистического анализа изменения автомобилизации

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p -уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p -уровень
Свободного члена	-24228,4	1601,363	-15,1299	0,000005	0,988	0,975	235,74	0,00001
N	12,2	0,797	15,3540	0,000005				

На рисунке 1.2 приведен график изменения числа зарегистрированных в частной собственности легковых автомобилей на 1000 жителей в Республике Беларусь согласно статистическим данным [6, 14, 15].

Дальнейший анализ позволил определить уравнения изменения исследуемой величины (таблица 1.3). Приведенные в таблице 1.3 зависимости статистически значимы на уровне значимости 0,05 и выше. В таблице 1.2 коэффициент при параметре N показывает среднюю скорость прироста автомобилей в год. Так, видно, что в среднем для всей республики автомобилизация увеличивалась на 12,2 авт/1000 чел. При этом в Брестской, Гродненской, Минской областях и в г. Минске скорость роста автомобилизации выше средней по стране. Этот факт говорит о влиянии на автомобилизацию определенных, вероятно экономических, факторов.

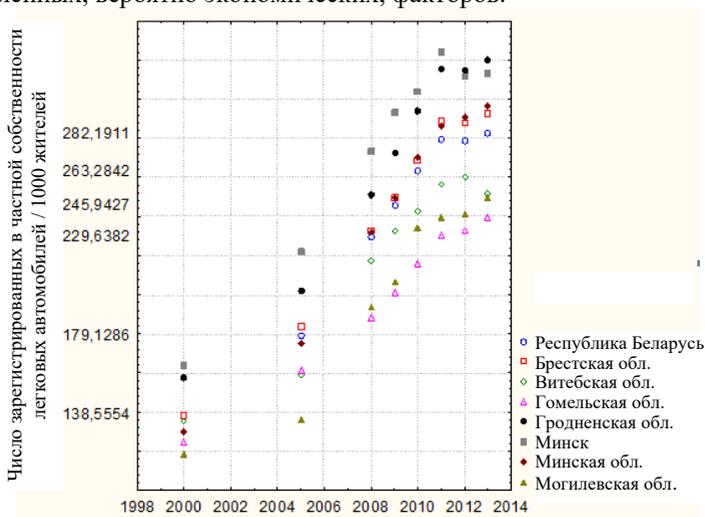


Рисунок 1.2 – График изменения числа зарегистрированных в частной собственности легковых автомобилей по областям на 1000 жителей

Таблица 1.3 – Параметры уравнений зависимости числа зарегистрированных в частной собственности легковых автомобилей на 1000 жителей по регионам Республики Беларусь

Регион	Уравнение регрессии	Регион	Уравнение регрессии
Республика Беларусь	$-24352,7 + 12,2N$	Гродненская область	$-27436 + 13,8N$
Брестская область	$-25905,5 + 13N$	г. Минск	$-25368,4 + 12,8N$
Витебская область	$-21279,3 + 10,7N$	Минская область	$-27891,4 + 14N$
Гомельская область	$-18561,7 + 9,3N$	Могилевская область	$-22773,4 + 11,4N$

В приложении Г (таблицы Г.1–Г.6) приведены статистические данные о динамике изменения общего числа автомобилей, легковых автомобилей в собственности у населения, ВВП, номинальной начисленной среднемесячной заработной платы и курса белорусского рубля к евро. На рисунке 1.3 приведена диаграмма рассеивания общего числа ТС на 1000 человек населения в зависимости от ВВП (рисунок 1.3, а) и номинальной среднемесячной начисленной заработной платы (рисунок 1.3, б).

Несмотря на визуальное наличие связи между ВВП, номинальной среднемесячной начисленной заработной платы и числа зарегистрированных ТС (см. рисунок 1.3) в ходе регрессионного анализа не удалось получить статистически значимых моделей, т.к. распределение остатков при этом не соответствовало нормальному закону распределения. В связи с этим был увеличен объем выборки путем отображения зависимости числа легковых автомобилей в частной собственности от номинальной среднемесячной начисленной заработной платы для каждого региона Республики Беларусь. На рисунке 1.4 приведена соответствующая диаграмма рассеивания.

В результате регрессионного анализа было установлено, что исследуемая зависимость имеет вид

$$N_{a,л} = 112,0435 + 0,47133z_{cp}, \quad (1.2)$$

где $N_{a,л}$ – число легковых автомобилей в собственности граждан на 1000 чел. населения, авт / 1000 чел.; z_{cp} – номинальная среднемесячная начисленная заработная плата, евро.

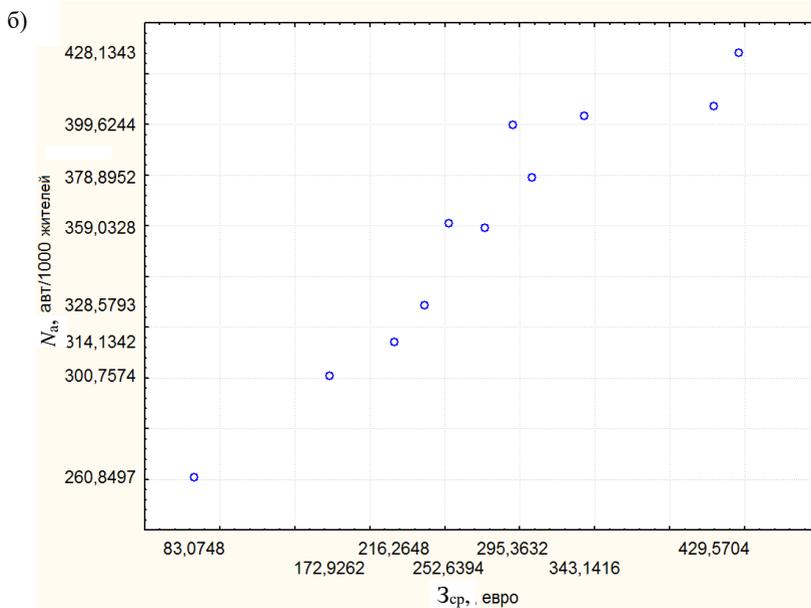
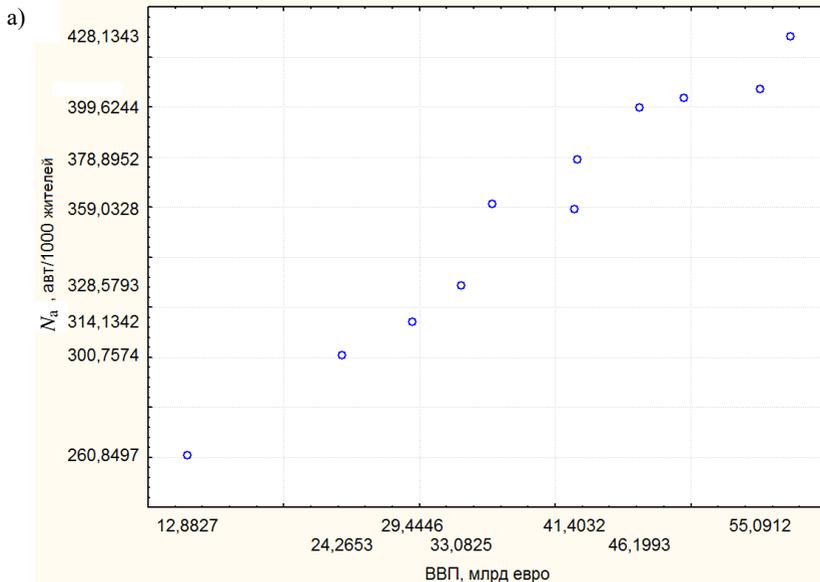


Рисунок 1.3 – Изменение общего числа зарегистрированных ТС на 1000 жителей:
 а – от ВВП; б – от номинальной среднемесячной начисленной заработной платы

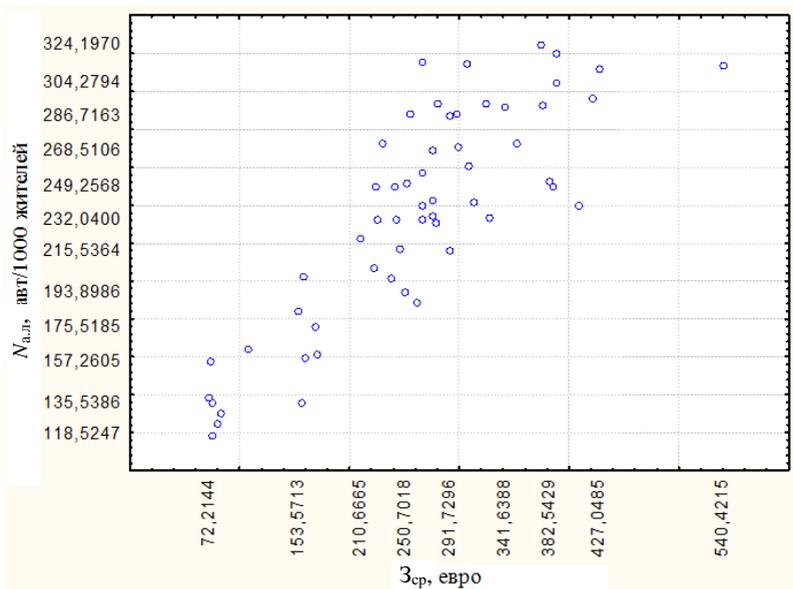


Рисунок 1.4 – Изменение числа зарегистрированных легковых автомобилей в частном пользовании на 1000 жителей от номинальной среднемесячной начисленной заработной платы

Таблица 1.4 – Результаты статистического анализа изменения автомобилизации в зависимости от уровня доходов населения

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p -уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p -уровень
Свободного члена	112,0435	11,50448	9,74	<0,005	0,84	0,71	131,96	<0,005
Z_{cp}	0,4713	0,04103	11,49	<0,005				

Таким образом, проведенный анализ (см. таблицу 1.4), а также диаграмма распределения остатков (рисунок 1.5) позволяют утверждать о наличии статистической значимости между уровнем доходов населения и уровнем его автомобилизации.

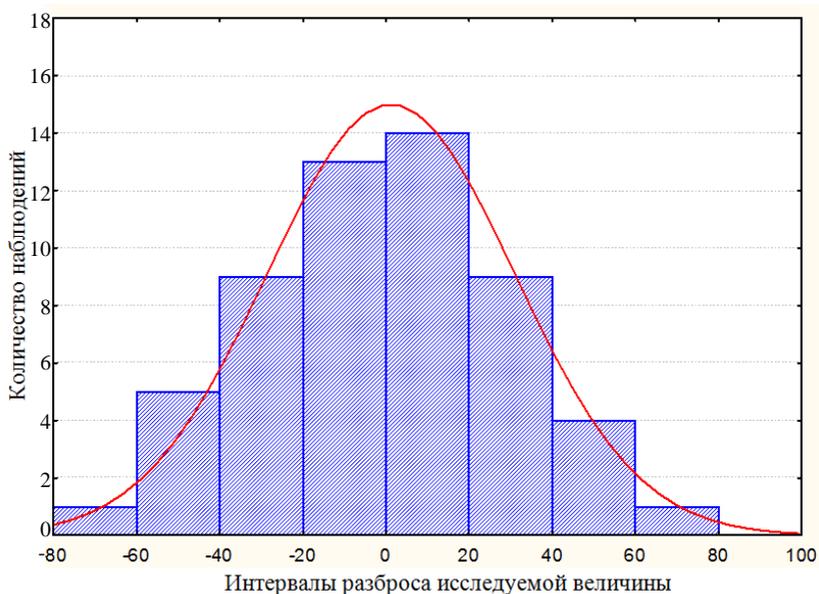


Рисунок 1.5 – Диаграмма распределения остатков зависимости числа зарегистрированных легковых автомобилей в собственности физических лиц от номинальной среднемесячной начисленной заработной платы

Автомобилизация является важной составной частью прогресса общества. Роль автомобильного транспорта в современном мире трудно переоценить, он имеет огромное значение для удовлетворения не только экономических, но и социальных потребностей населения. При этом процесс автомобилизации имеет и свои негативные стороны, снижение последствий которых является сложной задачей, решаемой, как правило, на государственном уровне. Так, в Республике Беларусь установлены следующие основные угрозы дорожного движения [5]:

- физическая и имущественная, проявляющаяся в совершении дорожно-транспортных происшествий, приводящих к гибели и травматизму людей, повреждению транспортных средств, грузов, дорожных сооружений, иного имущества;

- экологическая, проявляющаяся в загрязнении механическими транспортными средствами окружающей среды, повышенном шуме и других факторах, приносящих вред здоровью людей, государству и обществу;

- социальная, проявляющаяся в преднамеренном нарушении законодательства участниками дорожного движения, их агрессивном и неадекват-

ном поведении на дорогах, недовольстве граждан состоянием дорог и организацией дорожного движения, действиями (бездействием) должностных лиц государственных органов, осуществляющих управление и государственный контроль в области дорожного движения и обеспечения его безопасности;

– экономическая, проявляющаяся в неоправданных остановках и перепробеге транспортных средств, перерасходе топлива механическими транспортными средствами, задержках на дороге участников дорожного движения.

Рассмотрим подробнее перечисленные угрозы дорожного движения.

1.2.1 Автомобилизация и аварийность

В приложении Г (таблица Г.7) приведены статистические данные о числе погибших в ДТП в Республике Беларусь. Диаграмма изменения числа погибших в ДТП приведена на рисунке 1.6.

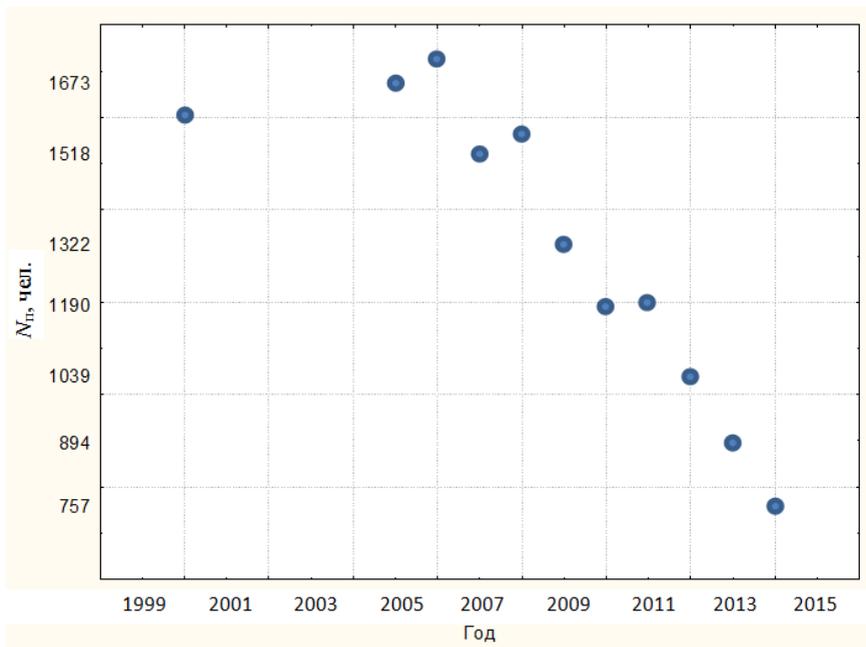


Рисунок 1.6 – Диаграмма изменения числа погибших в ДТП в Республике Беларусь

Из рисунка 1.6 видна общая тенденция к снижению числа погибших в ДТП. В то же время такое снижение нельзя назвать устойчивым, поскольку наблюдаются местные (локальные) скачки. Так, видно, что в 2006 г. погибло больше, чем в 2005. Аналогично в 2008 и 2007, 2011 и 2010 годах.

Для сравнительной оценки состояния дорожно-транспортного травматизма в Республике Беларусь по сравнению с другими странами можно использовать относительные показатели аварийности:

– социальный риск (R_c) – отношение числа погибших в ДТП на 100 тыс. населения;

– транспортный риск (R_t) – отношение числа погибших в ДТП на 10 тыс. зарегистрированных транспортных средств.

По данным приложения Г можно определить значения указанных относительных показателей аварийности. На рисунке 1.7 приведена карта социального риска стран Европы в 2005 г., из которой видно, что на момент принятия Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь уровень социального риска в нашей стране был очень высоким и превышал значение аналогичного показателя большинства стран. Поэтому осознание проблемы аварийности на государственном уровне было своевременной реакцией на сложившуюся обстановку.

Динамика изменения социального и транспортного рисков в Республике Беларусь приведена на рисунке 1.8. Из него видно, что наблюдается постоянное снижение транспортного риска. В то же время для социального риска видна общая тенденция его снижения наряду с локальными точками роста (2006, 2008, 2011 гг.). Это объясняется относительно постоянным числом жителей (см. таблицу Г.6) и устойчивым ростом числа зарегистрированных ТС (см. рисунок 1.1).

Изменение социального риска в нашей республике по сравнению с другими странами Европы приведено на рисунке 1.9. Данные рисунка показывают, что темпы снижения социального риска в Беларуси с 2001 по 2010 гг. были ниже, чем в среднем для стран Евросоюза. В период с 2010 по 2013 гг. ситуация изменилась и снижение социального риска в нашей стране происходило большими темпами, чем в странах Евросоюза.

Это может свидетельствовать об успехе проводимой в нашей стране политики по повышению безопасности дорожного движения.



Рисунок 1.7 – Количество погибших в ДТП на 1 млн населения в 2005 г. [17]

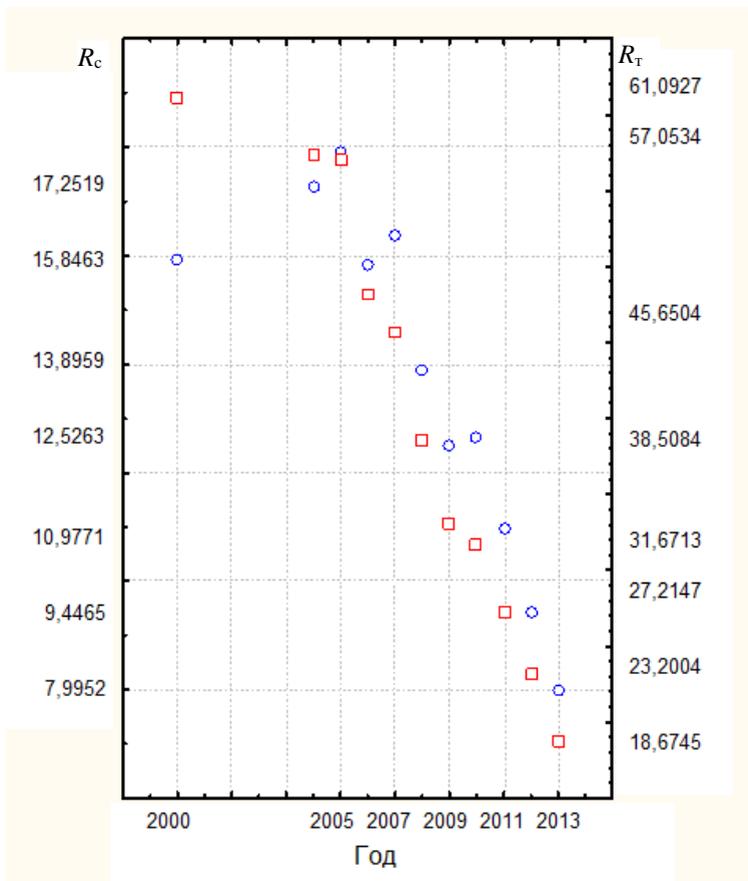


Рисунок 1.8 – Изменение социального и транспортного рисков в Республике Беларусь:

○ – R_c , погибших на 100 тыс. населения (L);

□ – R_t , погибших на 10 тыс. ТС (R)

Значение социального и транспортного рисков в 2005 г., а также динамика их изменения по территориальным единицам Республики Беларусь в период с 2005 по 2013 гг. приведена на рисунках 1.10, 1.11 [18].

В Гомельской области в 2005 г. в ДТП погибли 201 человек, при общем населении 1,49 млн человек и числе зарегистрированных транспортных средств 299745 автомобилей. При таком уровне показателей аварийности Гомельская область находилась на втором месте среди территориальных единиц республики, уступая лишь г. Минску. Наихудшее значение показателей аварийности наблюдалось в Минской области.

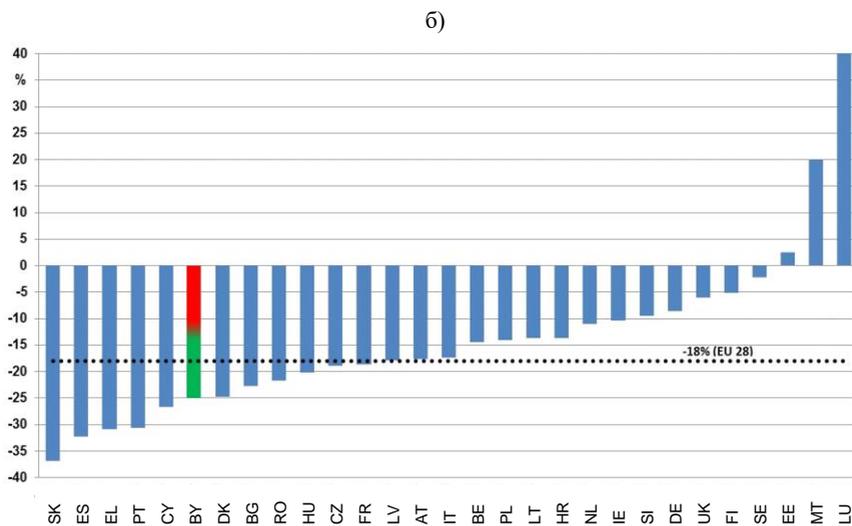
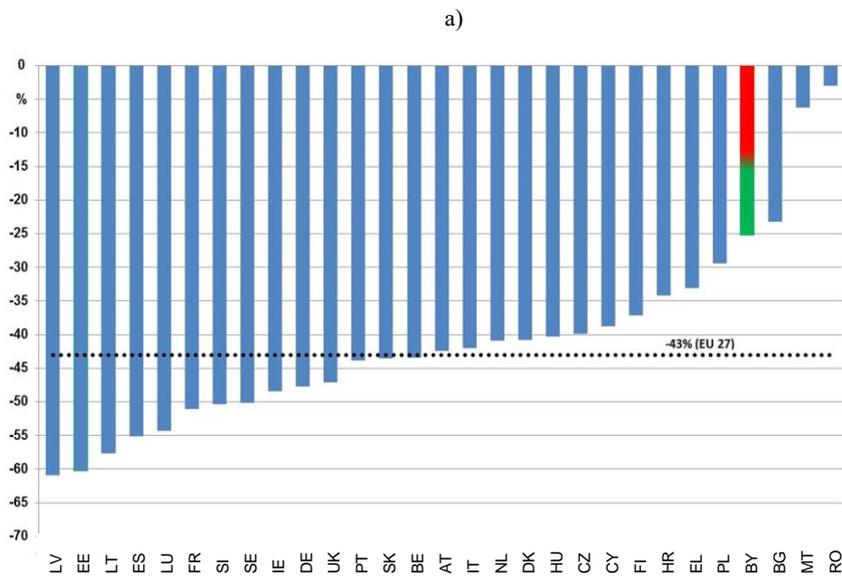


Рисунок 1.9 – Изменение социального риска в странах Евросоюза и Республике Беларусь:

a – в 2010 г. по отношению к 2001 г.; *б* – в 2013 г. по отношению к 2010 г.

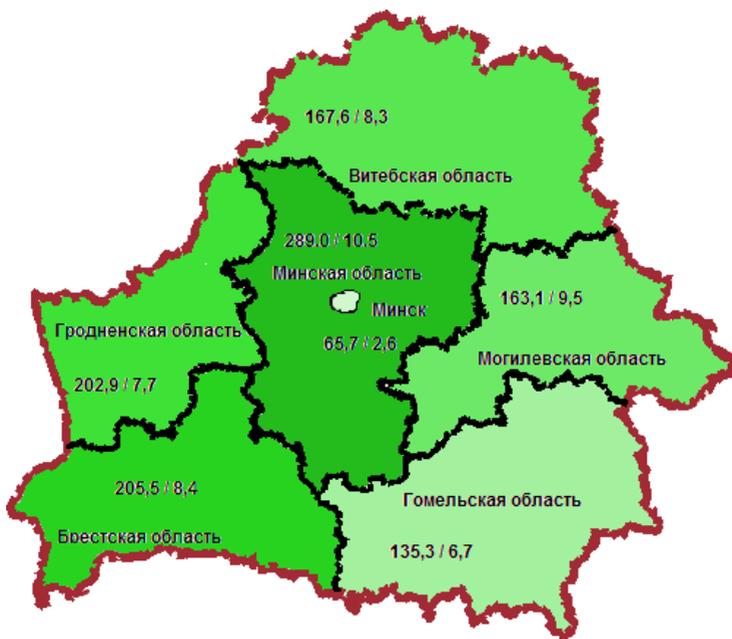


Рисунок 1.10 – Относительные показатели аварийности в территориальных единицах Республики Беларусь в 2005 г.

Гомельская область: 135,3 – количество погибших в ДТП на 1 млн населения; 6,7 – количество погибших в ДТП на 10 тыс. зарегистрированных транспортных средств

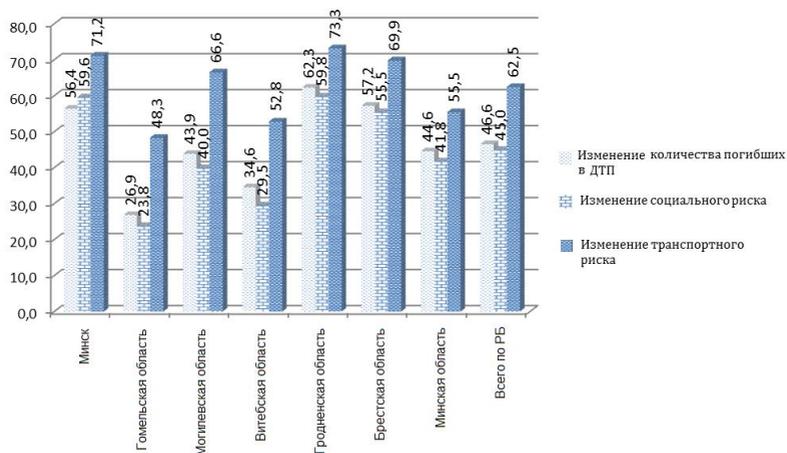


Рисунок 1.11 – Изменение показателей аварийности в 2013 г. по отношению к 2005 г.

В то же время, из рисунка 1.11 видно, что наименьшие темпы снижения показателей аварийности в рассматриваемый период наблюдаются в Гомельской области. Наибольших темпов снижения показателей аварийности удалось достичь в Гродненской области.

Наличие различий в уровне показателей аварийности и динамики их изменения в регионах Республики Беларусь позволяет предположить наличие факторов, влияющих на величину транспортного и социального рисков. На рисунке 1.12 приведены диаграммы зависимости показателей аварийности от уровня автомобилизации, ВВП и доходов населения.

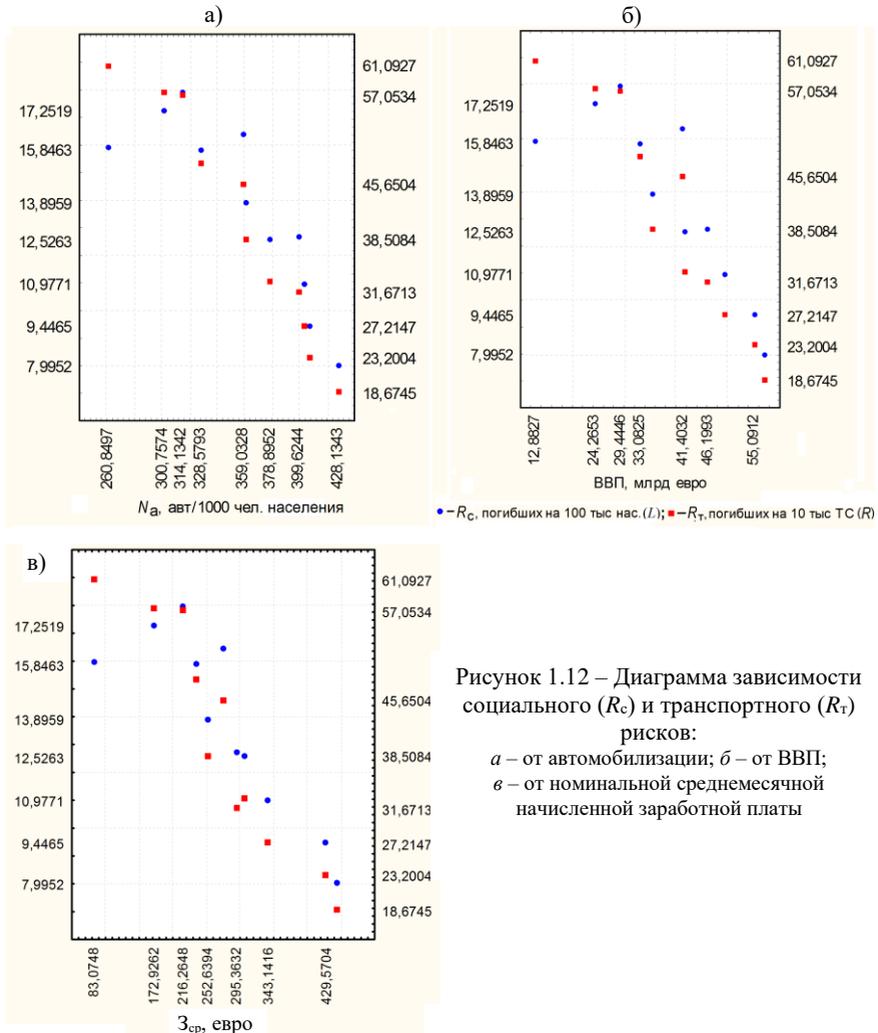


Рисунок 1.12 – Диаграмма зависимости социального (R_c) и транспортного (R_t) рисков:
 а – от автомобилизации; б – от ВВП;
 в – от номинальной среднемесячной начисленной заработной платы

Диаграмма (см. рисунок 1.12) отражает:

- общую тенденцию снижения транспортного риска с ростом независимой переменной;
- рост социального риска от каждой независимой переменной с последующим снижением его значения;
- отсутствие устойчивости снижения рисков, т.е. на фоне общих тенденций снижения показателей аварийности наблюдаются локальные увеличения их значений в некоторых точках.

Из рисунков 1.3, 1.4 и 1.12 следует, что повышение экономического благосостояния ведет к неизбежному росту автомобилизации. Это в свою очередь приводит к росту социального риска до некоторого максимума с последующим снижением его значения. Такое снижение обуславливается:

- постепенной адаптацией населения к жизни в условиях высокой автомобилизации;
- повышением общего культурного развития населения с ростом его экономического благополучия;
- осознанием государством проблемы аварийности на дорогах и реализацией мероприятий по снижению ее значения.

1.2.2 Автомобилизация и загрязнение окружающей среды

Автомобильный транспорт является мощным источником загрязнения воздуха. Плохое качество вдыхаемого человеком воздуха, наличие вредных примесей отрицательно сказывается на здоровье человека. Согласно данным современной медицины [19] плохое качество воздуха приводит к развитию онкологических заболеваний, заболеваниям органов дыхания, кровообращения, нервной системы.

В приложении Г приведены данные статистики:

- о количестве выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от мобильных источников (таблица Г.8);
- числе случаев заболеваний новообразованиями, болезней крови, нервной системы, системы кровообращения, органов дыхания с впервые установленным диагнозом (таблицы Г.9–Г.13);
- количестве умерших на 100 тыс. населения по причине заболеваний новообразованиями, болезней крови, нервной системы, системы кровообращения, органов дыхания (таблицы Г.14–Г.18).

На рисунке 1.13 приведены диаграммы изменения объема выброса загрязняющих веществ от мобильных источников по годам и в зависимости от общего числа зарегистрированных транспортных средств. Из рисунка 1.13 видна неоднозначность влияния числа зарегистрированных транспортных средств на объем вредных выбросов, т.к. до некоторого периода наблюдается рост объема выбросов вредных веществ с ростом автомобилизации.

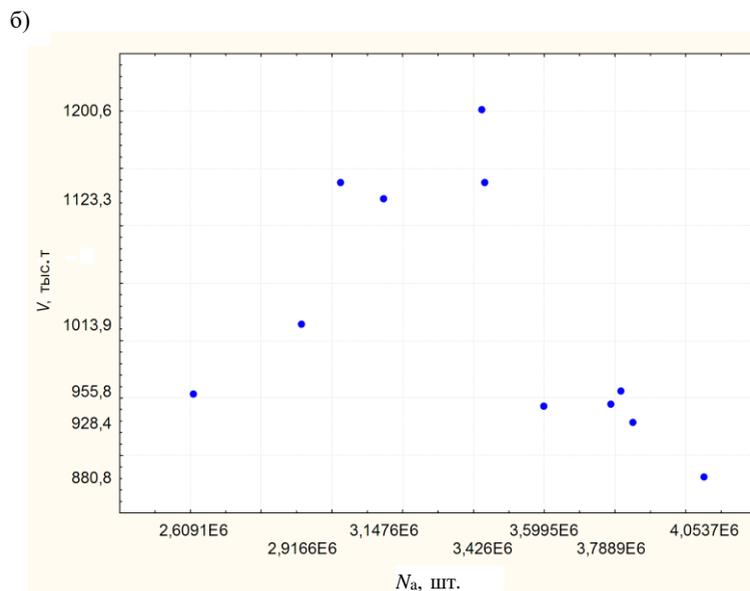
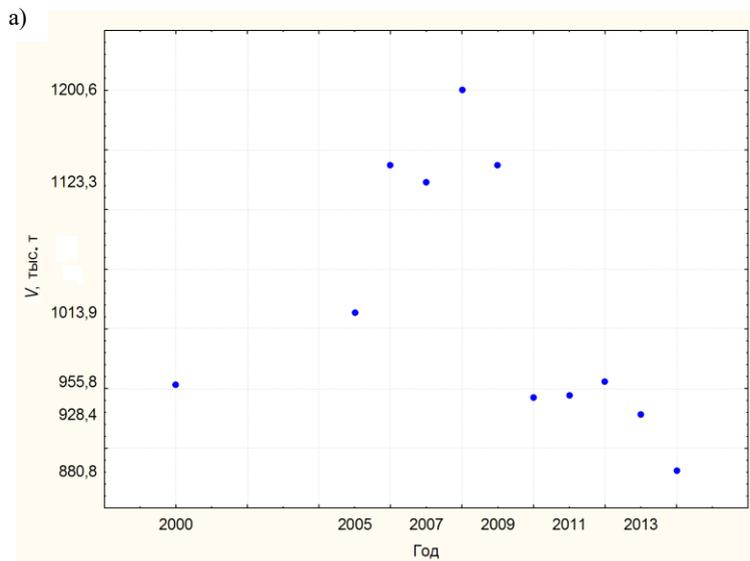


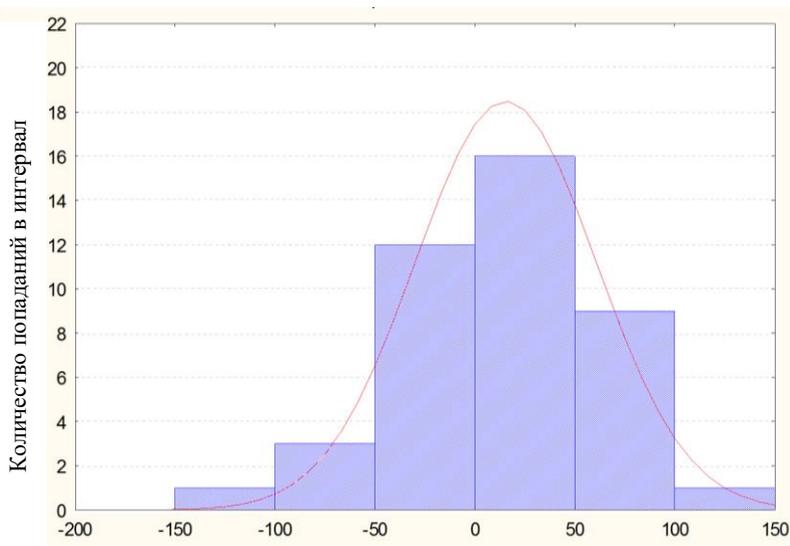
Рисунок 1.13 – Диаграмма изменения выброса вредных веществ от мобильных источников:

а – по годам; б – в зависимости от числа зарегистрированных транспортных средств

В приложении Г приведены статистические данные о стоимости топлива [бензина АИ-92, (таблица Г.19)] и площади региона (таблица Г.20). С использованием этих данных был проведен регрессионный анализ, результаты которого представлены в таблице 1.5 и на рисунке 1.15.

Таблица 1.5 – Результаты статистического анализа влияния факторов на величину выброса вредных веществ в атмосферу

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p -уровень	Кoeffициент корреляции	Кoeffициент детерминации	Критерий Фишера	p -уровень
$N_{ал} / S$	-0,062102	0,015595	-3,98221	<0,005	0,941	0,886	155,12	<0,005
$N_{ал} T_M$	0,000953	0,000063	15,19168	<0,005				



Интервалы значений случайной величины

Рисунок 1.15 – Диаграмма распределения остатков при оценке влияния факторов на величину выброса вредных веществ

Из таблицы 1.5 следует, что искомая зависимость имеет вид

$$V = -0,062102N_{ал} / S + 0,000953N_{ал} T_M, \quad (1.3)$$

где V – годовой объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от мобильных источников, тыс. т; $N_{\text{а.л}}$ – число зарегистрированных физическими лицами легковых автомобилей, тыс. шт.; $T_{\text{м}}$ – отношение среднегодовой месячной начисленной заработной платы к среднегодовой стоимости топлива АИ-92; S – площадь территории региона, тыс. км².

После приведения подобной формула (1.3) примет вид

$$V = 0,000953N_{\text{а.л}} (T_{\text{м}} - 65,164743 / S), \quad (1.4)$$

Из выражения (1.4) видно, что объем вредных выбросов возрастает с ростом числа легковых автомобилей, зарегистрированных в собственности физических лиц на единицу площади территории, ростом среднемесячной заработной платы и снижением стоимости топлива.

Рисунок 1.15 позволяет констатировать подчиненность остатков нормального закону распределения.

Таким образом, уровень автомобилизации статистически значимо влияет на объем вредных выбросов в атмосферу, что негативно сказывается на уровне заболеваемости и смертности населения страны. Так, зарубежные исследования показывают, что на каждого погибшего в ДТП приходится четыре умерших от ухудшения экологической обстановки и восемь – от снижения физической подвижности. В таких условиях представляется возможным констатировать факт, что неконтролируемый рост автомобилизации представляет собой определенную угрозу демографической безопасности страны.

1.2.3 Автомобилизация и экономические потери

Экономические потери в дорожном движении в соответствии с [5] проявляются в неоправданных остановках и перепробеге транспортных средств, перерасходе топлива механическими транспортными средствами, задержках на дороге участников дорожного движения. Расчет общих, для всей страны, экономических потерь представляется весьма затруднительным. Подобные расчеты реализуются для отдельных объектов при технико-экономическом обосновании вариантов изменения организации дорожного движения. Так, например, в [27] величина экономических потерь для перекрестка составляла 850 тыс. у.е. в год, а после реконструкции и оптимизации организации дорожного движения – менее 400.

В дополнение к классическому пониманию экономических потерь, можно добавить еще одну грань этого аспекта. Это обусловлено тем, что в нашей стране объемы производства легковых автомобилей незначительны по сравнению с ростом парка транспортных средств. Прирост легковых автомобилей происходит за счет их импорта. То есть в условиях отрицатель-

ного баланса внешней торговли страны (таблицы Г.21, Г.22, рисунки 1.16, 1.17) проводимая экономическая политика не обладает должными мерами по сдерживанию импорта легковых автомобилей, что приводит к значительному оттоку валютных средств за рубеж (таблицы Г.23–Г.25, рисунки 1.18–1.20).

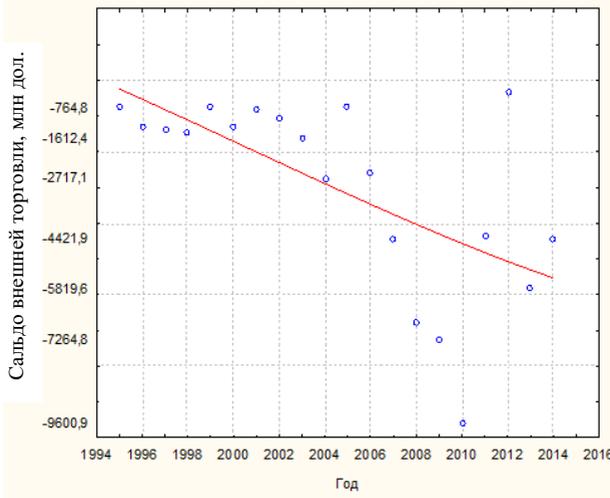


Рисунок 1.16 – Изменение сальдо внешней торговли Республики Беларусь и аппроксимирующая кривая

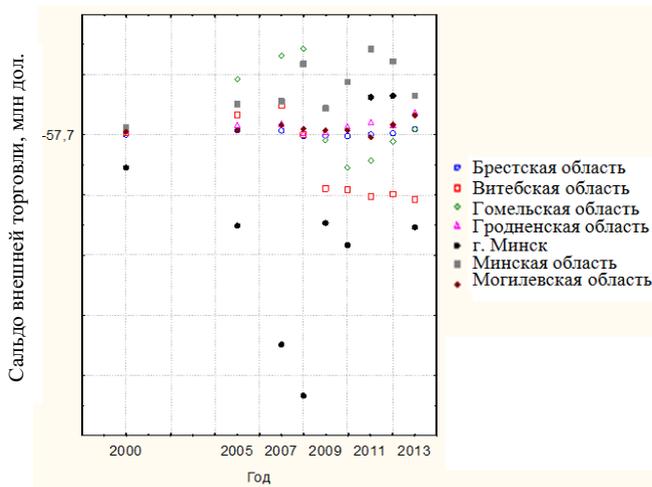


Рисунок 1.17 – Изменение сальдо внешней торговли регионов Республики Беларусь

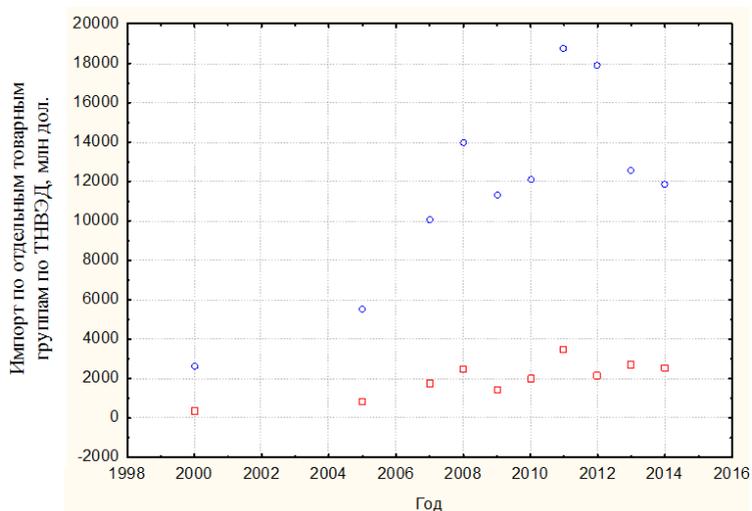


Рисунок 1.18 – Данные об изменении импорта по отдельным товарным группам по ТНВЭД:
 ○ – топливо минеральное, нефть и продукты их перегонки;
 □ – средства наземного транспорта, кроме железнодорожного, или трамвайного подвижного состава, их части и принадлежности

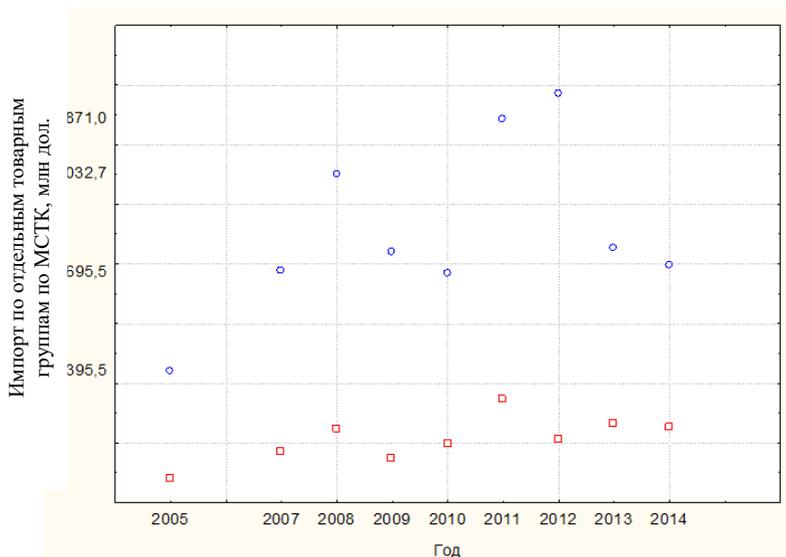


Рисунок 1.19 – Данные об изменении импорта по отдельным товарным группам по МСТК:
 ○ – нефть, нефтепродукты и аналогичные материалы;
 □ – дорожные транспортные средства (включая транспортные средства на воздушной подушке)

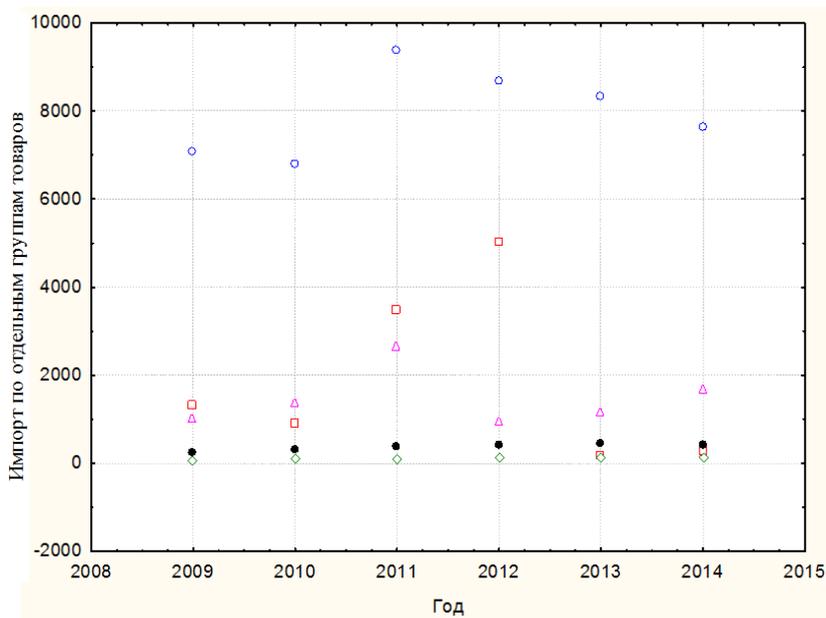


Рисунок 1.20 – Данные об изменении импорта по отдельным группам товаров:

- – нефть сырая; □ – нефтепродукты; ◇ – шины; △ – автомобили легковые;
- – части и принадлежности для автомобилей и тракторов

Из рисунков 1.16 и 1.17 видно, что сальдо внешней торговли имеет тенденцию к снижению как в общем для всей страны, так и для ее отдельных регионов. При этом из рисунков 1.18–1.20 следует, что наблюдается общая тенденция роста импорта по ряду товарных групп (отдельных товаров), имеющих отношение к автомобилизации. При этом в период с 2009 по 2014 гг. стоимость импортируемых отдельных групп товаров составила, млн долларов:

- автомобилей легковых – 8725,9;
- нефти сырой – 47846,1;
- нефтепродуктов – 11128;
- шины – 642,8;
- части и принадлежности для автомобилей и тракторов – 2155,6.

На рисунке 1.21 и в таблице Г.28 приведены данные об изменении импорта.

В таблице 1.6 приведен результат регрессионного анализа зависимости между величиной импорта товаров и автомобилизацией.

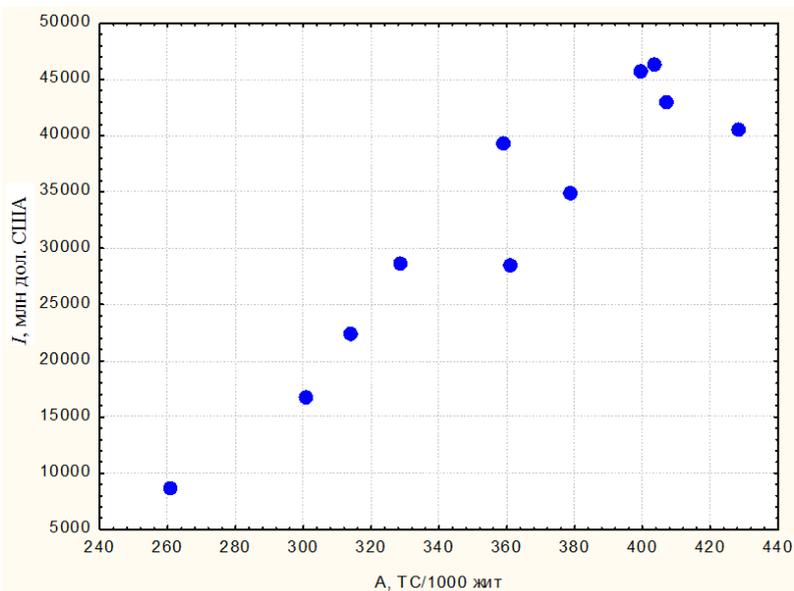


Рисунок 1.21 – График изменения импорта товаров в Республике Беларусь в зависимости от автомобилизации

Таблица 1.6 – Результат регрессионного анализа зависимости между величиной импорта товаров и автомобилизацией

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p-уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p-уровень
Свободного члена	-421733	51218,15	-8,23406	0,000018	0,95	0,897	78,62	<0,00001
Ln (A)	77327	8720,98	8,86673	0,00001				

Из таблицы 1.6 видно, что зависимость величины импорта товаров в Республику Беларусь от автомобилизации имеет вид

$$I = -4211733 + 77327 \ln(A), \quad (1.5)$$

где I – величина импорта товаров, млн дол.; A – автомобилизация, авт/1000 жит.

Полученное выражение иллюстрирует увеличение импорта с ростом автомобилизации, что позволяет констатировать факт негативного влияния автомобилизации на состояние внешней торговли Республики Беларусь.

На рисунке 1.22 и в таблице Г.26 приведены данные о потреблении населением топлива.

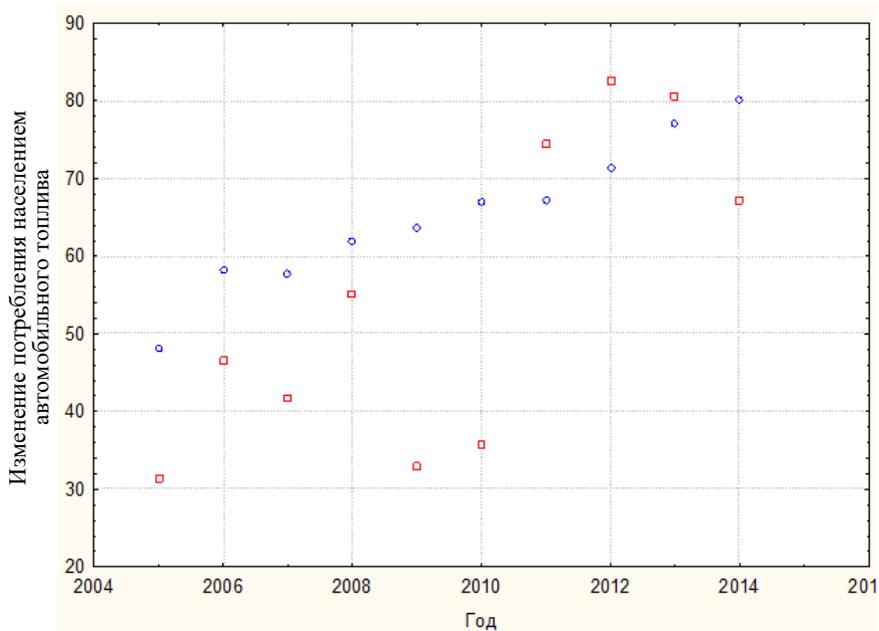


Рисунок 1.22 – Данные об изменении потребления населением автомобильного топлива:
 ○ – автомобильного бензина, кг/чел.; □ – дизельного топлива, кг/чел.

Рисунок 1.22 свидетельствует о росте удельного на одного жителя потребления автомобильного топлива. Исключение составляют 2009 и 2010 годы, в которых наблюдается снижение потребления дизельного топлива.

На рисунке 1.23 приведены данные об изменении потребления топлива суммарно автомобильного бензина и дизельного топлива. В таблице 1.7 приведен результат регрессионного анализа зависимости между величиной потребления топлива суммарно автомобильного бензина и дизельного топлива и автомобилизацией.

Таблица 1.7 – Результат регрессионного анализа зависимости между объемом потребления топлива на душу населения и автомобилизацией

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p-уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p-уровень
A ²	0,000871	0,000031	28,37976	0,000	0,995	0,989	805,41	0,000

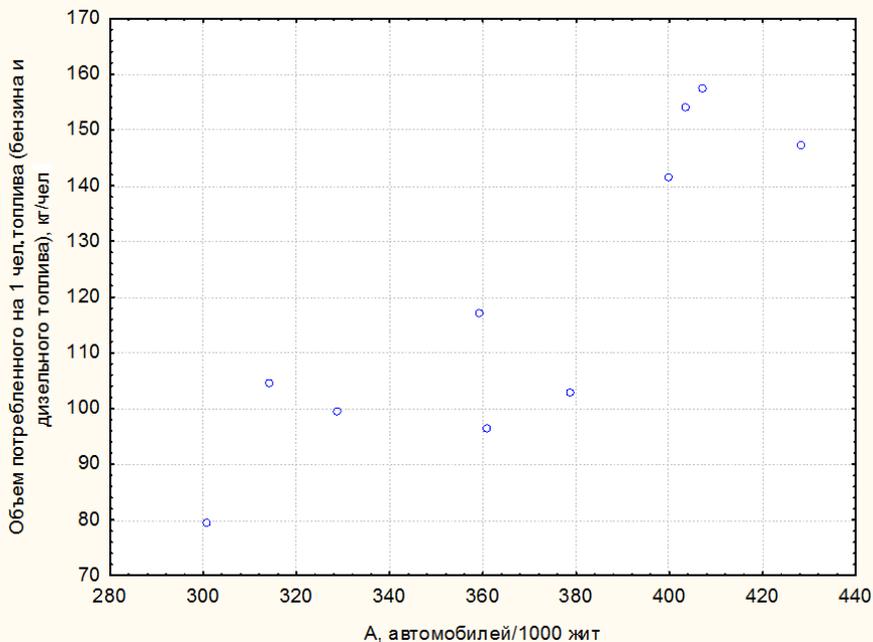


Рисунок 1.23 – Данные об изменении потребления населением автомобильного топлива (суммарно бензина и дизельного топлива), кг/чел, в зависимости от автомобилизации

Из таблицы 1.6 видно, что зависимость величины импорта товаров в Республику Беларусь от автомобилизации имеет вид

$$T = 0,000871A^2, \quad (1.6)$$

где T – объемы потребления населением автомобильного топлива (суммарно бензина и дизельного топлива), кг условного топлива в угольном эквиваленте / чел.; A – автомобилизация, авт/1000 жит.

Полученное выражение свидетельствует о наличии статистически значимого влияния уровня автомобилизации на энергетическую безопасность страны.

Таким образом, из рисунков 1.15–1.20 следует, что на фоне снижения сальдо внешней торговли Республики Беларусь наблюдается общая тенденция роста импорта транспортных средств и отдельных товарных групп, характерных для обслуживания автомобилей (шины, нефтепродукты и т.д.), а также наблюдается увеличение потребления населением автомобильного топлива.

Еще одним видом угроз дорожного движения, отмеченным в [5], являются социальные потери. Однако нет некой однообразной методики их расчета. Кроме того, в [27, 28] отмечено, что «полученные цифры являются ориентировочными и не могут использоваться в расчетах» [28, с. 171]. Поэтому указанные виды потерь в дорожном движении в настоящей работе не рассматриваются.

Выводы. Автомобилизация является признаком роста благосостояния общества, делает жизнь более комфортной. В то же время автомобилизация имеет и ряд негативных влияний, нашедших отражение в постановлении Совета Министров Республики Беларусь [5]: рост аварийности, загрязнение окружающего воздуха, экономические и социальные потери. Результаты научных изысканий позволяют сформулировать следующие основные выводы:

1 В Республике Беларусь наблюдается рост автомобилизации, в том числе количества легковых автомобилей, зарегистрированных в частной собственности (см. рисунки 1.1–1.3).

2 Число зарегистрированных в частной собственности легковых автомобилей линейно зависит от среднемесячной зарплаты (см. рисунок 1.4). При этом рост среднемесячной зарплаты на 100 евро приводит к увеличению автомобилизации на 47 легковых автомобилей на 1000 человек населения [см. выражение (1.2)].

3 С момента принятия постановления [5] наблюдается общая тенденция снижения числа погибших в ДТП, социального и транспортного рисков в Республике Беларусь (см. рисунки 1.6, 1.8). В то же время уровень социального и транспортного рисков в нашей стране достаточно велик по сравнению со странами Европы (см. рисунок 1.9). Кроме того, за период действия постановления [5] в Гомельской области наблюдаются наименьшие темпы улучшения показателей аварийности (см. рисунок 1.11).

4 Количество легковых автомобилей в частной собственности значительно влияет на объем выброса загрязняющих веществ в атмосферу (см. рисунок 1.15). При этом установлено, что увеличение стоимости автомобильного топлива ведет к снижению объема вредных выбросов [см. выражение (1.4)], что, видимо, связано со снижением частоты и дальности поездок на личном автомобиле.

5 Рост автомобилизации в условиях отсутствия крупномасштабного производства легковых автомобилей на территории Республики Беларусь представляет собой определенную угрозу экономической безопасности нашей страны. Это обусловлено наличием тенденции снижения сальдо внешней торговли Республики Беларусь (см. рисунки 1.16, 1.17), на фоне которой наблюдается рост импорта автомобилей и отдельных групп товаров, связанных с транспортными средствами (шины, запчасти и т.д.) (см. рисунки 1.18–1.20). Причем уровень автомобилизации статистически зна-

чимо влияет на величину импорта товаров, а следовательно, на экономическую безопасность страны [см. выражение (1.5), рисунок 1.21].

7 Количество потребляемого населением автомобильного топлива статистически значимо зависит от числа легковых автомобилей в частной собственности (см. рисунки 1.22 и 1.23). В таких условиях автомобилизацию можно рассматривать как определенную угрозу национальной энергетической безопасности.

Таким образом, рост автомобилизации приносит ряд серьезных негативных последствий для всей страны, что говорит о необходимости на государственном уровне внимательно подойти к регулированию этого процесса. В то же время, наиболее тяжкими, непоправимыми последствиями автомобилизации являются дорожно-транспортные происшествия с гибелью людей. Уровень аварийности на дорогах нашей страны остается непозволительно высоким по сравнению со странами Европы, что в совокупности с наименьшей динамикой улучшения показателей аварийности в Гомельской области за период с 2005 г. и обуславливает актуальность рассматриваемой в монографии проблемы.

2 АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПО СНИЖЕНИЮ АВАРИЙНОСТИ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1 Этапы развития политики повышения безопасности дорожного движения в странах Европейского союза

Исторически в странах Европейского союза можно выделить следующие этапы становления политики безопасности дорожного движения:

1 Начальный этап, во время которого были заложены основы политики БДД в ЕС (1986–1993).

2 Первый план действий (1993–1996).

3 Второй план действий (1997–2001).

4 Белая книга. Европейская транспортная политика на 2010 год. Время решать.

5 Третий план действий (2003–2010).

6 План действий по обеспечению БДД на 2011–2020 годы.

Основной целью политики стран Евросоюза в области повышения безопасности дорожного движения является снижение погибших в ДТП не менее чем на 50 % за 10 лет.

Как показывает мировая практика, практические действия по повышению безопасности дорожного движения начинают давать ощутимые и устойчивые результаты при следующих условиях:

1 Обществом осознается и осознается серьезность проблемы дорожной аварийности.

2 Руководство страны и политические лидеры приняли обязательства по улучшению ситуации на дорогах.

Чем ниже степень осознания проблемы обществом, тем ниже к ней интерес со стороны правительства и, соответственно, его мотивация к управлению решением проблемы. После осознания реальности проблемы приходит понимание необходимости инвестиций в ее решение. Тут крайне важно достичь такого осознания как можно раньше.

Всемирный Банк, как одна из международных организаций, финансирующих деятельность по повышению безопасности дорожного движения, определяет **три степени «готовности» национального осознания для решения проблемы дорожной аварийности:**

I Низкое осознание важности безопасности движения. Данные по ДТП собираются несистемно, базы данных примитивны. Тенденции и группы риска среди населения не изучены. Общий интерес правительства к проблеме невысок, хотя отдельные обеспокоенные лица периодически поднимают этот вопрос. Количество человек, способных системно анализировать проблемы аварийности, незначительно, а специалисты по безопасности дорожного движения международного уровня практически отсутствуют. На этом этапе общество еще не готово к решению проблемы дорожной аварийности.

II Правительство признает проблему дорожной аварийности важной, но, тем не менее, не относит ее к числу национальных приоритетов. Разрозненные базы данных имеются. Существуют также группы, настроенные на повышение безопасности, могут быть учреждены национальные Советы по дорожной безопасности, которые функционируют нерезультативно. Некоторые министерства вовлечены в решение проблемы с фрагментарной ответственностью и периодической активностью, направленной на решение только части проблем. Средства массовой информации периодически поднимают тему дорожной аварийности, а некоторые учреждения (университеты) проводят разрозненные исследования по отдельным вопросам. Нация начинает проявлять первые признаки подготовки к решению проблемы дорожной аварийности, однако отсутствует системность.

III Правительство признает необходимость привлечения экспертной поддержки извне. Улучшены базы данных по ДТП, специалисты повышают квалификацию по вопросам дорожной безопасности в соответствии с самыми современными знаниями. На сетях дорог начинается работа по выявлению участков концентрации ДТП, анализ их причин, определяются группы риска среди участников дорожного движения. Принимается национальная программа, а Национальный Совет по дорожной безопасности координирует ее выполнение, оказывая поддержку Советам на региональном уровне. Предприняты усилия для улучшения подготовки водителей, проведения качественных технических осмотров транспортных средств, обучения детей и профилактики детского дорожного травматизма, совершенствования законодательства и ужесточения наказаний для лиц, создающих риск для себя и других участников дорожного движения.

Таким образом, формирование и принятие политики по безопасности дорожного движения – многоступенчатый процесс, который начинается с сигналов о проблеме (статистика и ее сравнение со статистикой других стран). Затем сигналы привлекают к проблеме внимание специалистов, а специалисты активизируют СМИ, которые привлекают к проблеме внимание общественности, способствуя осознанию важности ее решения для общества и стимулируя активность власти.

В тех странах, где не завершены эти три первые фазы, самые первые действия должны быть направлены именно на признание проблемы общественностью и ведущими политиками. Очевидно, что Республика Беларусь относится к странам II степени национального осознания проблем аварийности, что и предполагает первостепенные меры по улучшению ситуации – привлечение внимания общественности и политиков, совершенствование системы учета ДТП, внедрение передовых методов анализа, а также реализация наиболее быстрых и незатратных мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.

2.2 Современный подход к повышению безопасности дорожного движения

Дорожное движение – сложная динамическая система, которая объединяет водителя, автомобиль, дорогу и окружающую среду. Из других областей деятельности известно, что изучение и оптимальное решение сложных проблем возможно только в рамках **системного подхода**, когда элементы системы рассматриваются не только отдельно, но и во взаимодействии в составе единого целого. Реализация системного подхода при решении проблем ДТП наилучшим образом осуществляется в ходе программ по повышению безопасности дорожного движения. Ключевые принципы системного подхода к повышению БДД заключаются:

- в учете поведения человека – человеку свойственно допускать ошибки, и это нужно учитывать;
- учете слабости человеческого тела – возможность человека выдерживать физические нагрузки ограничена, и это надо учитывать;
- проектировании и строительстве более безопасных дорог – они должны прощать ошибки человека и снижать тяжесть последствий ДТП;
- обеспечении безопасного поведения участников ДД – соблюдение ПДД, воспитание культуры поведения на дорогах;
- производстве более безопасных ТС – они должны позволять снижать вероятность возникновения ДТП и тяжесть их последствий;

- сотрудничестве и координации всех государственных органов, широкой общественности и частного сектора;
- понимании того, что каждый пользователь дороги обязан обеспечить свою личную безопасность, а также внести свой вклад в безопасность других посредством ответственного использования дорог.

Опыт последующей реализации мероприятий в рамках программ по повышению безопасности дорожного движения, построенных на основе системного подхода, показывает, что программы позволяют:

1 Наилучшим образом решать проблемы ДТП, которые являются результатом взаимного влияния нескольких факторов, связанных с человеком, транспортным средством, дорожной инфраструктурой и ее окружением.

2 Планировать согласованные мероприятия, воздействующие на негативные проявления каждого из факторов по нескольким направлениям.

3 Обеспечивать координацию и сотрудничество организаций и служб из разных областей деятельности для усиления результативности мероприятий за счет профессионализма исполнения мероприятий.

4 Разрабатывать долгосрочные финансовые планы для целевых программ, что позволяет сокращать затраты, обеспечивать максимальную отдачу от средств, направляемых сообществом на сокращение своих издержек от ДТП.

Практикой было установлено, что результаты отдельных мер в рамках программ в комплексе обеспечивают более значительный результат, чем математическое сложение результатов отдельных плановых ведомственных мероприятий. Меры, нацеленные на все факторы, составляющие проблему, выполненные профессионально и своевременно, в согласованной последовательности, имеют свойство увеличивать конечный результат решения проблемы, как бы умножая его на некий усиливающий «синергический программный коэффициент». Это позволяет обеспечивать более существенный результат для сообщества при меньших затратах, в отличие от суммы затрат разных ведомств на осуществление отдельных мероприятий.

Кроме системного подхода ключевыми условиями успеха для повышения безопасности дорожного движения являются политическая воля и качественное управление.

Анализ международного опыта позволяет выделить следующие **этапы разработки программ по повышению безопасности дорожного движения**:

1 *Анализ статистики и фактов.* Анализ достоверных и полных статистических данных позволяет производить сравнение, выявлять тенденции, своевременно обнаруживать потенциальные проблемы. Важно, чтобы ста-

статистические данные собирались в стандартном объеме и стандартной форме, с тем чтобы быть сопоставимыми по времени и месту.

2 *Определение проблем.* Проблемы определяются на основе анализа статистических данных. Наличие и масштаб проблем ДТП выявляются на основании анализа статистики дорожной аварийности, как правило, по пяти характеристикам:

1) время (годовая, месячная, недельная, суточная амплитуда ДТП; время суток; погодные факторы);

2) место (в населенном пункте или вне его, тип дороги, дорожная геометрия, состояние покрытия);

3) участники ДТП;

4) данные на участников ДТП (возраст, пол, опыт, состояние алкогольного опьянения и т.п.);

5) тип ДТП (характеристика ДТП с точки зрения правовой базы и правил, например, превышение скорости, проезд на красный свет, выезд на полосу встречного движения и т.д.).

3 *Постановка целей.* Сформулированные в программе повышения безопасности дорожного движения цели могут быть трех уровней:

1) общие (политические) цели, которые не определяются ни сроками, ни уровнем (например, повысить безопасность дорожного движения на сети дорог за счет снижения числа погибших через 5 лет на 30 %);

2) установление цели, которая определяется сроками или уровнем (например, снизить количество ДТП в темное время суток в следующем году на 15 %);

3) конкретные цели (например, к 1.01 ликвидировать риск ДТП с наездами на пешеходов на данном участке дороги при использовании мер для физического сдерживания скорости движения транспортных средств).

Необходимо, чтобы цели имели конкретные количественные ориентиры, с тем чтобы можно было оценить результат от предпринятых мер.

4 *Формирование вариантов мер для достижения поставленных целей.* Процесс поиска альтернатив для решения проблемы состоит из нескольких стадий:

1) определение факторов, которые являются прямой или косвенной причиной ДТП;

2) определение возможностей для снижения негативного воздействия этих факторов;

3) подбор альтернативных решений, снижающих воздействие факторов.

Сфера применения и потенциал каждого альтернативного решения определяется на основе данных о результатах предыдущих внедрений подобной меры. В случае применения комбинации из нескольких мер оценивается их суммарный потенциал.

5 *Экономическая оценка каждой альтернативы.* Экономическая оценка обеспечивает выбор оптимальных решений проблемы ДТП на основе компромисса между безопасностью движения и другими задачами дорожной инфраструктуры и является неотъемлемой частью работы по повышению безопасности дорожного движения. Полная экономическая оценка каждой альтернативы должна включать взвешивание прямого и косвенного эффектов для общества от реализации конкретного решения. В качестве прямого эффекта учитывается соотношение выгод сообщества от снижения ДТП и затрат, связанных с реализацией решения. В качестве косвенного эффекта (положительного или отрицательного) учитывается влияние решения на скорость сообщения в масштабе сети, эксплуатационные затраты транспортных средств, окружающую среду.

6 *Сравнение альтернативных решений и выбор компромиссного решения.* Этот выбор из множества альтернатив достигается необходимостью обеспечения выполнения транспортных операций с минимальными затратами и максимальной безопасностью для сообщества и окружающей среды. Конечно же, возможны и другие способы выбора решения.

Выбранное оптимальное решение планируется к реализации согласно логической очередности действий, технологическому порядку и ресурсам, имеющимся в распоряжении.

7 *Планирование комплекса мероприятий.* Плавная реализация решений, согласно логике и технологиям, в рамках ограниченных ресурсов требует программирования мероприятий: составления рабочих планов, графиков, расписаний, определения ответственных лиц и иных организационных действий с целью:

- выявления на стадии планирования всех потенциальных проблем и рисков, которые могут возникнуть в процессе выполнения программы или вызывать непредвиденные затраты;

- планирования необходимых действий для минимизации рисков и затрат;

- организации последовательных действий в рамках объемов работ и сроков, установленных планами и рабочими графиками.

8 *Реализация комплекса мероприятий программы.* Выполнение мероприятий, предусмотренных составом программы в соответствии с рабочими планами и графиками, с осуществлением промежуточного контроля результатов.

9 *Сбор и анализ статистики по результатам программы.* Проводится сбор статистических данных в том объеме и в стандартной форме, который позволит сравнить соответствующие параметры до и после реализации программы.

10 *Заключение о результативности программы.* Результативность выполнения программ определяется:

- количеством и качеством исходных статистических данных;
- точностью выявления и правильностью группирования факторов, качеством аналитических выводов;
- правильностью формулировки проблемы;
- выбором и постановкой целей и задач;
- полнотой перечня и правильностью возможных альтернатив;
- качеством экономической оценки и правильностью выбора оптимального решения;
- логикой планирования последовательности мероприятий;
- предпринятыми действиями для устранения потенциальных проблем и минимизации рисков потерпеть неудачу в ходе реализации программы;
- качеством организации мероприятий;
- профессиональным уровнем исполнения мероприятий;
- наличием причин, на которые программа не могла оказать влияния.

Если статистические данные, собранные после реализации программы, подтверждают достижение целей программы, то положительный опыт должен быть обобщен для использования в последующих программах.

Если статистика показывает, что программа не дала желаемого результата, то следует установить причины, сделать их анализ и рекомендации для исключения подобных просчетов при подготовке и исполнении последующих программ.

2.3 Теоретические основы разработки мероприятий по повышению безопасности дорожного движения

Все разнообразие мер, применяемых в качестве инструментов для реализации системного подхода к повышению безопасности дорожных сетей и дорожного движения, можно классифицировать по воздействию на главные факторы, влияющие на возникновение ДТП. Основой такой классификации служит **матрица Хэддона**, которая охватывает все типы инструментов и позволяет разделить ответственность между участниками процесса снижения аварийности. Структура матрицы Хэддона пригодна для планирования мер, направленных:

- на предупреждение ДТП;
- локализацию и снижение тяжести ДТП, если оно все-таки произошло;
- устранение последствий ДТП и восстановление функций дорожно-транспортной системы.

В таблице 2.1 содержатся факторы риска ДТП, инструменты для их подавления применительно к дорогам общего пользования, классифицированные в соответствии со структурой матрицы Хэддона.

Таблица 2.1 – Матрица Хэддона

Фазы и направленность действий		Факторы риска и инструменты их снижения		
Цель действий	Область деятельности	Человек	Автомобиль	Дорожная инфраструктура
До ДТП (попытка снизить риск ДТП)	Предупреждение ДТП	Информирование. Обучение. Поведенческие установки. Законы и правила. Контроль соблюдения правил. Предупреждение управления автомобилем в опасных состояниях. Продвижение использования средств активной и пассивной защиты. Продвижение более безопасных транспортных средств	Хорошее эксплуатационное состояние транспортного средства. Использование активных средств предупреждения ДТП (зимние шины, ABS и т.д.)	Повышение плавности движения транспортных потоков. Выявление участков концентрации ДТП и их устранение. Улучшение придорожного сервиса. Обустройство дорог и система сигнализации
Во время ДТП (попытка снизить тяжесть ДТП)	Снижение тяжести ДТП, если оно все-таки случилось	Использование пассивного защитного оборудования (ремни, шлемы, подушки безопасности, детские кресла)	Срабатывание защитных ресурсов автомобиля (особенности дизайна, масса, бампера, каркас). Наличие и срабатывание оборудования пассивной защиты (ремни безопасности, подголовники подушки, детские кресла)	Особенности дороги (состояние покрытия в результате мероприятий по содержанию, состояние полотна отвода, уклоны откосов). Срабатывание дорожного обустройства (барьерные ограждения, противударные устройства)

Окончание таблицы 2.1

Фазы и направленность действий		Факторы риска и инструменты их снижения		
Цель действий	Область деятельности	Человек	Автомобиль	Дорожная инфраструктура
Попытка стабилизировать ситуацию и оказать помощь пострадавшим	Минимизация последствий ДТП	Способность оказать первую доврачебную помощь. Анализ действий человека, приведших к ДТП и действия по минимизации риска повторения подобных ошибок	Наличие средств по оказанию спасательных действий собственными силами (аптечки, огнетушители). Минимизация риска возгорания. Анализ причин, способствовавших возникновению ДТП и реализация защитных функций конструкции ТС	Быстрое информирование о ДТП. Наличие служб спасения и их оперативность. Отсутствие препятствий на дорогах для быстрого прибытия служб спасения. Анализ причин, связанных дорожной инфраструктурой и сопутствовавших внешних условий, способствовавших возникновению ДТП

Широкое распространение при решении проблем повышения безопасности дорожного движения получил **принцип четырех «Е»**, суть которого заключается в дифференциации усилий, направленных на повышение безопасности дорожного движения по четырем направлениям:

1 Education – *образование*:

- проведение общественных информационно-обучающих кампаний, нацеленных на разъяснение основных причин и факторов, приводящих к возникновениям ДТП, особенно с участием наиболее подверженных риску ДТП участников дорожного движения;
- применение новых, включая интерактивные, методов проведения кампаний по повышению БДД, в том числе через социальные сети;
- просвещение общественности о причинах введения ограничений, в том числе на максимальную скорость (запретов);
- увеличение доли водителей и пассажиров, пользующихся ремнями безопасности;
- информирование потенциальных покупателей автомобилей о характеристиках его безопасности;
- регулярная актуализация тестовых заданий для сдачи экзамена с обязательным включением вопросов об актуальных причинах возникновения ДТП;

– осуществление конкретных образовательных мероприятий, направленных на защиту уязвимых участников ДД (безопасный переход проезжей части, пешеход в нетрезвом виде, использование средств защиты велосипедистами и мотоциклистами и т.д.);

– реклама использования пешеходами и велосипедистами одежды повышенной видимости;

– определение наиболее аварийно-опасных мест, особенно для детей;

– разработка и осуществление мероприятий по образованию (информированию) возрастных групп, наиболее подверженных риску;

– обеспечение доступности обучающих (агитационных) материалов через СМИ, в том числе через Internet;

– реализация международных событий по БДД (день БДД ЕС, десятилетие действий по БДД и др.);

– проведение ежегодной кампании по БДД детей (в начале учебного года);

– организация ежегодной недели БДД, направленной на повышение осведомленности по повышению БДД.

2 Emergency – *скорая медицинская помощь*:

– оказание психологической помощи пострадавшим в ДТП и членам их семей;

– обучение медицинского персонала особенностям оказания помощи пострадавшим в ДТП.

3 Engineering – *инженерные меры*:

– совершенствование элементов улично-дорожной сети и методов управления потоками (островки безопасности, канализирование движения, меры сдерживания скорости на опасных участках, альтернативные способы передвижения, ликвидация «узких» мест на улично-дорожной сети, координированное регулирование);

– информационно-разъяснительная работа с населением о причинах и результатах изменения схем организации дорожного движения;

– поддержание эксплуатационных качеств дорог в заданных нормативных пределах, качественное зимнее содержание дорог;

– проведение научно-исследовательских работ по разработке инновационных методов повышения БДД;

– применение технических средств и систем информирования водителей (шумовые полосы, информационные табло и т.д.);

– оптимизация количества конфликтных объектов (перекрестков, пешеходных переходов) и снижение их потенциальной опасности (кольцевые перекрестки, пешеходные переходы и пересечения дорог в разных уровнях);

– проектирование инфраструктуры для общественного транспорта, велосипедистов;

4 Enforcement – *принудительные меры*:

- научное обоснование планирования работы ГАИ;
- проведение целевых операций (акций), направленных на предотвращение нарушений ПДД (превышение скорости, управление в нетрезвом виде, использование шлемов, пользование мобильным телефоном и т.д.), в соответствии с анализом оперативных данных аварийности с обязательной общественной оглаской и оценкой эффективности результатов;
- применение средств автоматической фиксации нарушений ПДД;
- организация работы автомобильных перевозчиков и операторов по повышению БДД;
- совершенствование системы ответственности участников ДД за нарушение ПДД, в том числе введение балльной штрафной системы.

Выводы. По результатам проведенного всестороннего анализа проблемы повышения безопасности дорожного движения можно сделать следующие выводы:

1 С проблемой роста дорожно-транспортной аварийности многие страны столкнулись еще в 60–70-е годы прошлого века. В таких странах на протяжении последующих лет велась работа по повышению БДД, что позволило накопить определенный опыт (см. подразд. 2.1). Использование этого опыта в отечественной практике позволит повысить эффективность работ по повышению БДД, снизить ущерб от аварийности.

2 Опыт реализации мероприятий по повышению БДД указывает на целесообразность целевого планирования деятельности в этой сфере, а также делает возможным сформулировать основные этапы разработки программ по повышению безопасности дорожного движения (см. подразд. 2.3).

3 Анализ теоретических основ разработки мероприятий по повышению БДД показал разнообразие мер, реализация которых позволит снизить аварийность (см. подразд. 2.3).

4 Результаты анализа будут использованы при разработке программы повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области.

3 ОЦЕНКА ДИНАМИКИ АВАРИЙНОСТИ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД ДЕЙСТВИЯ КОНЦЕПЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

3.1 Методология исследования

В 2015 г. прекратила действие Концепция обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь. За время ее действия количество погибших в ДТП сократилось с 1673 человек в 2005 г. до 753 в 2014 г. Однако уровень смертности на дорогах Республики Беларусь остается достаточно высоким по сравнению со странами Европейского союза. Так, например, в 2013 г. социальный риск в Беларуси составлял 94 человека погибших на миллион жителей. Для сравнения этот же показатель в Польше – 93, в Чехии – 63, в Швейцарии – 35. Все это свидетельствует о необходимости подведения итогов и построения планов действий по повышению безопасности дорожного движения на будущее.

В Гомельской области за период действия Концепции по обеспечению безопасности дорожного движения количество погибших сократилось с 201 в 2005 г. до 117 в 2014 г. (42 %), а раненых – с 972 до 618 (36 %). Диаграмма изменения количества погибших и раненных в ДТП по Гомельской области приведена на рисунке 3.1.

Из рисунка 3.1 видно, что в 2006, 2008 и 2011 годах наблюдается локальный всплеск количества погибших. Число раненных в ДТП росло в 2006 и в 2009 гг. Это свидетельствует об отсутствии однозначности в динамике изменения исследуемых величин и необходимости углубленного анализа аварийности по категориям ДТП, видам нарушений и категориям участников дорожного движения.

Для оценки динамики изменения количества погибших и раненных в ДТП будем использовать следующие показатели:

1 Изменение абсолютного значения числа погибших в ДТП в 2014 г. по отношению к 2005 г., которое показывает разность между значениями показателя в конце и в начале анализируемого периода:

$$\Delta_a = Y_{2014} - Y_{2005}, \quad (3.1)$$

где $Y_{2005, 2014}$ – количество погибших в ДТП в 2005 и 2014 гг. соответственно.

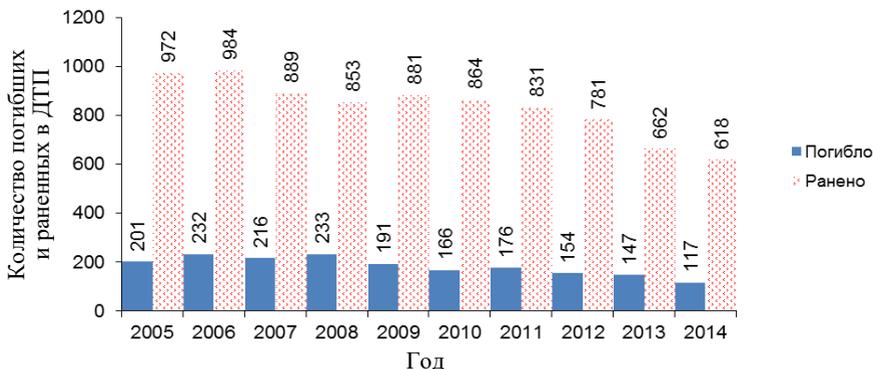


Рисунок 3.1 – Изменение количества погибших и раненных в ДТП в Гомельской области

2 Относительное изменение числа погибших в 2014 г. по отношению к 2005 г., которое показывает разность между значениями показателя в конце и в начале анализируемого периода, отнесенную к значению показателя в начале периода:

$$\Delta_o = \frac{Y_{2014} - Y_{2005}}{Y_{2005}} \cdot 100. \quad (3.2)$$

3 Тенденция показателя. В широком смысле под этим термином понимается направление движения чего-либо. Применительно к выполняемому анализу дорожно-транспортной аварийности тенденция показывает направление движения анализируемого показателя. Фактически под тенденцией будем понимать прямую с уравнением $y = ax + b$, проведенную через множество точек фактических данных на плоскости, угол наклона которой (« a » в уравнении прямой) показывает направление движения анализируемого показателя. Тогда, по методу наименьших квадратов, обозначив $t_y = a$, можно записать формулу, по которой находится тенденция (рисунок 3.2):

$$t_y = \frac{\sum_{i=1}^n (i - \bar{i})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (i - \bar{i})^2}, \quad (3.3)$$

где i – номер периода; n – количество периодов; $\bar{i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n i$; Y_i – значение показателя (индикатора), соответствующее i -му периоду; $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$ – среднее значение показателя (индикатора).

На рисунке 3.2 приведены данные о количестве погибших в ДТП в Гомельской области с 2005 по 2014 гг. Сплошной линией показана тенденция количества погибших в ДТП. Численное значение тенденции будет равно тангенсу угла наклона линии тенденции относительно оси абсцисс, который в свою очередь равен отношению противолежащего катета (сторона *B*) к прилежащему катету (сторона *A*). Тенденция показывает, на сколько изменится функция при изменении независимой переменной на единицу. Значение тенденции в этом случае, рассчитанное из выражения (3.3),

$$t_y = -11,25.$$

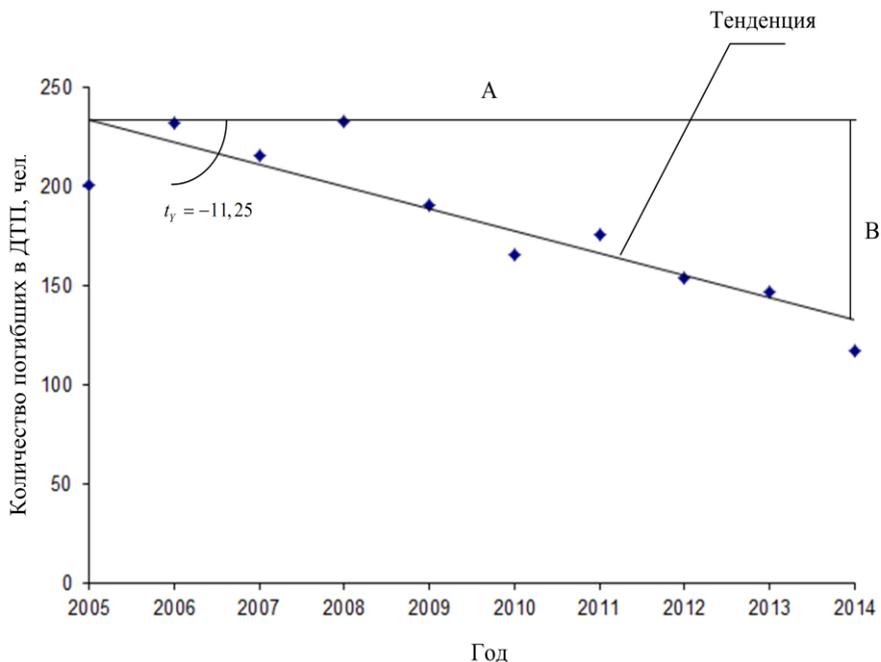


Рисунок 3.2 – Иллюстрация оценочного показателя – тенденции (t_y) на примере общего числа погибших в ДТП в Гомельской области

Таким образом, тенденция показателя дорожно-транспортной аварийности свидетельствует:

– о направлении движения этого показателя: если тенденция положительная, то он возрастает, а если отрицательная, – то снижается. Для Го-

мельской области $t_y = -11,25$, что говорит об общей тенденции уменьшения погибших в ДТП;

– об эластичности функции: на сколько изменяется зависимая переменная при изменении независимой на единицу. При анализе показателей дорожно-транспортной аварийности исследовалась их зависимость от времени, единицей измерения которого был принят календарный год. Поэтому численное значение тенденции показывает, как изменится показатель дорожно-транспортной аварийности за один год. Для Гомельской области $t_y = -11,25$, что говорит о том, что при сохранении такой тенденции количество погибших в ДТП ежегодно будет сокращаться на 11,25 чел.

4 Тренд показателя. Наличие тренда говорит об устойчивости динамики изменения показателя. Часто используемым на практике критерием проверки наличия (отсутствия) тренда является критерий восходящих и нисходящих серий. Он реализуется в виде последовательности шагов:

1 Составляется последовательность из знаков «+» и «-» по правилу: если $y_{i+1} - y_i > 0$, то ставится знак «+»; если $y_{i+1} - y_i < 0$, то ставится знак «-». Если $y_{i+1} = y_i$, то знак не ставится.

Исходные данные для тренда о количестве погибших в ДТП в Гомельской области (см. рисунок 3.1) приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Знаковая последовательность критерия серий

y_i	201	232	216	233	191	166	176	154	147	117
Серии	+	-	+	-	-	+	-	-	-	

2 Полученная последовательность из K ($K < n$) знаков характеризуется статистическими показателями: общим числом серий $v(K)$ и протяженностью самой длинной серии $t(K)$. Под «серией» понимается последовательность подряд идущих одинаковых знаков.

Из таблицы 3.1 находим, что $K = 9$, $v(K) = 6$, $t(K) = 3$.

3 Проверка гипотезы основывается на том, что при условии случайности ряда (при отсутствии систематической составляющей – тренда) общее число серий не должно быть слишком маленьким, а протяженность самой длинной серии – слишком большой. Поэтому, для того чтобы не была отвергнута гипотеза о случайности исходного ряда (об отсутствии систематической составляющей), должны выполняться неравенства $v(K) > v_{кр}(K)$ и $t(K) < t_{кр}(K)$.

Критические статистики $v_{кр}(K)$, $t_{кр}(K)$ вычисляются по формулам

$$v_{кр}(K) = \left[\frac{2K-1}{3} - u(1-\alpha/2) \sqrt{\frac{16K-29}{90}} \right]; t_{кр}(K) = \begin{cases} 5, & \text{если } K \leq 26, \\ 6, & \text{если } 26 < K \leq 153, \\ 7, & \text{если } 153 < K \leq 1170, \end{cases}$$

где $[a]$ – целая часть числа a ; $u(1-\alpha/2)$ – квантиль стандартного нормального распределения уровня $1-\alpha/2$. Если $\alpha = 0,05$, то $u(1-\alpha/2) = u(0,975) = 1,96$.

Для данных по Гомельской области

$$v_{кр}(K) = \left[\frac{2 \cdot 9 - 1}{3} - 1,96 \sqrt{\frac{16 \cdot 9 - 29}{90}} \right] = 3.$$

$$t_{кр}(K) = 5.$$

Так как оба неравенства: $v(K) = 6 > v_{кр}(K) = 3$ и $t(K) = 3 < t_{кр}(K) = 5$ выполняются, то гипотеза о случайности исследуемого ряда не отклоняется, а следовательно, ряд не содержит систематическую составляющую.

Приведенные выше показатели оценки динамики количества погибших в ДТП по Гомельской области показывают, что, несмотря на сложившуюся тенденцию уменьшения числа погибших в ДТП, устойчивой динамики снижения этого показателя не наблюдается.

3.2 Оценка динамики изменения показателей аварийности по регионам Гомельской области

Для оценки динамики показателей аварийности в Гомельской области использован описанный в подразд. 3.1 инструментарий. Были рассчитаны оценочные критерии по регионам Гомельской области, по категориям ДТП, по категориям участников дорожного движения и видам нарушений ПДД.

В таблице 3.2 представлены результаты расчета показателей оценки динамики количества погибших и раненых в регионах Гомельской области в период с 2005 по 2014 гг. по приведенной в подразд. 3.1 методике.

Таблица 3.2 – Расчет показателей оценки динамики количества погибших и раненых в регионах Гомельской области за период с 2005–2014 гг.

Регион	Показатель		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Δ_a	Δ_o	t_y	Тренд
Брагинский	Погибло	чел.	2	1	2	3	3	4	2	3	1	0	-2,00	-100,00	-0,09	Нет
		% *	1,00	0,43	0,93	1,29	1,49	2,41	1,14	1,95	0,68	0,00	-1,00	-100,00	-0,01	
	Ранено	чел.	18	15	16	9	16	16	25	17	8	6	-12,00	-66,67	-0,63	
		%	1,85	1,52	1,80	1,03	1,82	1,85	3,01	2,18	1,21	0,97	-0,88	-47,57	-0,01	
Буда-Кошелевский	Погибло	чел.	17	14	10	19	10	11	12	9	8	4	-13,00	-76,47	-1,12	
		%	8,46	6,03	4,63	8,15	4,98	6,63	6,82	5,84	5,44	3,42	-5,04	-59,58	-0,28	
	Ранено	чел.	67	40	45	31	25	29	24	24	28	17	-50,00	-74,63	-3,98	
		%	6,89	4,04	5,06	3,53	2,84	3,36	2,89	3,07	4,23	2,75	-4,14	-60,09	-0,29	
Ветковский	Погибло	чел.	0	6	2	5	1	5	4	2	3	2	2,00	-	-0,01	
		%	0,00	2,59	0,93	2,15	0,50	3,01	2,27	1,30	2,04	1,71	1,71	-	0,10	
	Ранено	чел.	15	10	13	24	21	17	13	22	6	16	1,00	6,67	-0,07	
		%	1,54	1,01	1,46	2,73	2,38	1,97	1,56	2,82	0,91	2,59	1,05	67,77	0,07	
Гомельский	Погибло	чел.	21	24	28	29	24	32	25	20	16	17	-4,00	-19,05	-0,82	
		%	10,45	10,34	12,96	12,45	11,94	19,28	14,20	12,99	10,88	14,53	4,08	39,07	0,32	
	Ранено	чел.	98	93	100	103	86	69	73	85	57	43	-55,00	-56,12	-5,63	
		%	10,08	9,39	11,25	11,73	9,76	7,99	8,78	10,88	8,61	6,96	-3,12	-30,99	-0,28	

Продолжение таблицы 3.2

Регион	Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Δ_a	Δ_o	t_Y	Тренд	
Добрушский	Погибло	чел.	7	8	6	2	8	3	7	1	7	4	-3,00	-42,86	-0,30	Нет
		%	3,48	3,45	2,78	0,86	3,98	1,81	3,98	0,65	4,76	3,42	-0,06	-1,83	0,03	
	Ранено	чел.	39	30	26	28	39	31	21	19	24	19	-20,00	-51,28	-1,73	
		%	4,01	3,03	2,92	3,19	4,43	3,59	2,53	2,43	3,63	3,07	-0,94	-23,38	-0,06	
Ельский	Погибло	чел.	0	3	0	2	3	1	3	1	2	2	2,00	-	0,10	
		%	0,00	1,29	0,00	0,86	1,49	0,60	1,70	0,65	1,36	1,71	1,71	-	0,13	
	Ранено	чел.	9	15	16	9	12	6	10	4	4	6	-3,00	-33,33	-1,01	
		%	0,93	1,52	1,80	1,03	1,36	0,69	1,20	0,51	0,60	0,97	0,04	4,85	-0,08	
Житковичский	Погибло	чел.	22	12	13	11	9	16	15	13	7	11	-11,00	-50,00	-0,70	
		%	10,95	5,17	6,02	4,72	4,48	9,64	8,52	8,44	4,76	9,40	-1,54	-14,10	0,07	
	Ранено	чел.	50	46	28	44	51	56	34	46	18	35	-15,00	-30,00	-1,61	
		%	5,14	4,65	3,15	5,01	5,79	6,48	4,09	5,89	2,72	5,66	0,52	10,10	0,02	
Жлобинский	Погибло	чел.	12	24	18	21	19	15	16	8	15	7	-5,00	-41,67	-1,07	
		%	5,97	10,34	8,33	9,01	9,45	9,04	9,09	5,19	10,20	5,98	0,01	0,21	-0,10	
	Ранено	чел.	55	78	66	72	60	52	58	40	42	42	-13,00	-23,64	-3,33	
		%	5,66	7,88	7,42	8,20	6,81	6,02	6,98	5,12	6,34	6,80	1,14	20,11	-0,10	
Калинковичский	Погибло	чел.	16	12	11	10	29	6	5	10	8	11	-5,00	-31,25	-0,70	
		%	7,96	5,17	5,09	4,29	14,43	3,61	2,84	6,49	5,44	9,40	1,44	18,11	0,04	
	Ранено	чел.	53	45	67	52	53	59	51	47	41	34	-19,00	-35,85	-1,79	
		%	5,45	4,55	7,54	5,92	6,02	6,83	6,14	6,02	6,19	5,50	0,05	0,90	0,04	

Кормянский	Погибло	чел.	0	0	3	5	1	1	1	5	0	1	1,00	-	0,04	Нет
		%	0,00	0,00	1,39	2,15	0,50	0,60	0,57	3,25	0,00	0,85	0,85	-	0,07	
	Ранено	чел.	3	8	9	9	4	7	7	8	2	2	-1,00	-33,33	-0,36	
		%	0,31	0,81	1,01	1,03	0,45	0,81	0,84	1,02	0,30	0,32	0,01	4,85	-0,02	
Лельчицкий	Погибло	чел.	8	8	5	7	1	4	3	2	3	6	-2,00	-25,00	-0,47	
		%	3,98	3,45	2,31	3,00	0,50	2,41	1,70	1,30	2,04	5,13	1,15	28,85	-0,04	
	Ранено	чел.	18	20	18	8	5	20	17	14	12	17	-1,00	-5,56	-0,26	
		%	1,85	2,02	2,02	0,91	0,57	2,31	2,05	1,79	1,81	2,75	0,90	48,54	0,06	
Лоевский	Погибло	чел.	4	1	0	1	3	0	1	1	0	1	-3,00	-75,00	-0,19	
		%	1,99	0,43	0,00	0,43	1,49	0,00	0,57	0,65	0,00	0,85	-1,14	-57,05	-0,07	
	Ранено	чел.	8	9	6	2	9	6	5	1	4	5	-3,00	-37,50	-0,49	
		%	0,82	0,91	0,67	0,23	1,02	0,69	0,60	0,13	0,60	0,81	-0,01	-1,70	-0,03	
Мозырский	Погибло	чел.	7	8	5	8	1	9	8	5	7	2	-5,00	-71,43	-0,27	
		%	3,48	3,45	2,31	3,43	0,50	5,42	4,55	3,25	4,76	1,71	-1,77	-50,92	0,04	
	Ранено	чел.	33	32	23	46	21	19	28	22	20	13	-20,00	-60,61	-1,97	
		%	3,40	3,23	2,59	5,24	2,38	2,20	3,37	2,82	3,02	2,10	-1,29	-38,04	-0,11	
Наровлянский	Погибло	чел.	0	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0,00	-	-0,12	Есть
		%	0,00	0,00	1,85	0,00	0,50	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-0,06	
	Ранено	чел.	7	2	6	5	11	7	13	9	4	3	-4,00	-57,14	0,08	
		%	0,72	0,20	0,67	0,57	1,25	0,81	1,56	1,15	0,60	0,49	-0,23	-32,59	0,03	
Октябрьский	Погибло	чел.	2	9	4	3	6	2	2	2	1	2	0,00	0,00	-0,44	Нет
		%	1,00	3,88	1,85	1,29	2,99	1,20	1,14	1,30	0,68	1,71	0,71	71,79	-0,13	
	Ранено	чел.	12	17	9	8	6	7	8	3	7	10	-2,00	-16,67	-0,71	
		%	1,23	1,72	1,01	0,91	0,68	0,81	0,96	0,38	1,06	1,62	0,38	31,07	-0,02	

Окончание таблицы 3.2

Регион	Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Δ_a	Δ_o	t_Y	Тренд	
Петри- ковский	Погибло	чел.	3	11	7	6	2	4	6	5	3	1	-2,00	-66,67	-0,50	Нет
		%	1,49	4,74	3,24	2,58	1,00	2,41	3,41	3,25	2,04	0,85	-0,64	-42,74	-0,13	
	Ранено	чел.	28	29	19	26	24	22	23	21	12	4	-24,00	-85,71	-2,04	
		%	2,88	2,93	2,14	2,96	2,72	2,55	2,77	2,69	1,81	0,65	-2,23	-77,53	-0,16	
Речиц- кий	Погибло	чел.	23	17	25	34	20	13	21	22	20	11	-12,00	-52,17	-0,90	
		%	11,44	7,33	11,57	14,59	9,95	7,83	11,93	14,29	13,61	9,40	-2,04	-17,84	0,18	
	Ранено	чел.	50	59	42	62	102	86	76	46	60	59	9,00	18,00	0,81	
		%	5,14	5,96	4,72	7,06	11,58	9,95	9,15	5,89	9,06	9,55	4,40	85,59	0,44	
Рогачев- ский	Погибло	чел.	9	17	14	8	12	6	8	9	8	9	0,00	0,00	-0,57	
		%	4,48	7,33	6,48	3,43	5,97	3,61	4,55	5,84	5,44	7,69	3,21	71,79	0,08	
	Ранено	чел.	43	36	38	25	34	47	47	50	44	41	-2,00	-4,65	1,07	
		%	4,42	3,64	4,27	2,85	3,86	5,44	5,66	6,40	6,65	6,63	2,21	49,97	0,37	
Светло- горский	Погибло	чел.	18	16	12	11	17	5	6	12	12	8	-10,00	-55,56	-0,88	
		%	8,96	6,90	5,56	4,72	8,46	3,01	3,41	7,79	8,16	6,84	-2,12	-23,65	-0,05	
	Ранено	чел.	51	80	57	54	47	40	38	42	33	30	-21,00	-41,18	-3,93	
		%	5,25	8,08	6,41	6,15	5,33	4,63	4,57	5,38	4,98	4,85	-0,39	-7,48	-0,22	
Хойник- ский	Погибло	чел.	2	2	1	4	0	2	4	2	1	1	-1,00	-50,00	-0,05	
		%	1,00	0,86	0,46	1,72	0,00	1,20	2,27	1,30	0,68	0,85	-0,14	-14,10	0,03	
	Ранено	чел.	10	13	12	21	10	11	4	11	12	4	-6,00	-60,00	-0,70	
		%	1,03	1,31	1,35	2,39	1,14	1,27	0,48	1,41	1,81	0,65	-0,38	-37,09	-0,03	

Че- чер- ский	Погибло	чел.	4	4	10	4	4	4	3	3	3	3	-1,00	-25,00	-0,33	Нет
		%	1,99	1,72	4,63	1,72	1,99	2,41	1,70	1,95	2,04	2,56	0,57	28,85	-0,03	
	Ранено	чел.	13	13	8	11	11	15	9	17	7	14	1,00	7,69	0,06	
		%	1,34	1,31	0,90	1,25	1,25	1,74	1,08	2,18	1,06	2,27	0,93	69,38	0,08	
Го- мель	Погибло	чел.	19	30	26	38	23	20	18	17	12	12	-7,00	-36,84	-1,80	
		%	9,45	12,93	12,04	16,31	11,44	12,05	10,23	11,04	8,16	10,26	0,80	8,50	-0,30	
	Ранено	чел.	267	271	238	211	200	200	211	194	184	164	-103,00	-38,58	-10,64	
		%	27,47	27,37	26,77	24,03	22,70	23,15	25,39	24,84	27,79	26,54	-0,93	-3,39	-0,06	
Мо- зырь	Погибло	чел.	5	5	10	2	4	2	6	2	10	2	-3,00	-60,00	-0,13	
		%	2,49	2,16	4,63	0,86	1,99	1,20	3,41	1,30	6,80	1,71	-0,78	-31,28	0,10	
	Ранено	чел.	25	29	27	18	34	42	36	39	33	34	9,00	36,00	1,40	
		%	2,57	2,93	3,04	2,05	3,86	4,86	4,33	4,99	4,98	5,50	2,93	113,90	0,35	
Итого	Погибло	чел.	201	232	216	233	201	166	176	154	147	117	-84,00	-41,79	-11,32	
	Ранено	чел.	972	990	889	878	881	864	831	781	662	618	-354,00	-36,42	-37,45	
* От общего числа погибших и раненых по Гомельской области. Примечание – В таблице выделены ячейки, в которых содержатся значения показателей аварийности, сигнализирующие о ее ухудшении.																

Анализ таблицы 3.2 позволяет сформулировать следующие выводы:

1 Устойчивое (стабильное) снижение в рассмотренный период числа и доли погибших наблюдается только в Наровлянском районе.

2 Общая тенденция увеличения числа погибших в ДТП наблюдается в Ельском и Кормянском районах с годовым приростом 0,1 и 0,04 погибших соответственно. При этом доля погибших в данных регионах в общем числе погибших незначительна и за рассматриваемый период суммарно составляет от 0 до 5 %. Также в этих районах количество погибших в ДТП в 2014 г. превысило значение аналогичного показателя 2005 г. на 2 и 1 человека соответственно.

3 Общая тенденция увеличения числа раненных в ДТП наблюдается в Наровлянском (годовой прирост 0,08), Речицком (0,81), Рогачевском (1,07), Чечерском районах (0,06) и в г. Мозыре (1,4). При этом доля раненных не превышает 5 % в общем числе раненных в Наровлянском (максимум 1,56 %), Чечерском (максимум 2,27 %) районах. В остальных регионах доля раненных в общем числе раненных превышает 5 % и составляет для Речицкого района максимум 11,58 %, Рогачевского – максимум 6,65 %, для Мозыря – максимум 5,5 %. Кроме того, для Речицкого, Чечерского районов и г. Мозыря наблюдается увеличение числа раненных в ДТП в 2014 г. по отношению к 2005 г. на 9,1 и 9 человек соответственно.

4 На фоне общей тенденции снижения числа погибших в ДТП наблюдается рост числа погибших в 2014 г. по отношению к 2005 г. в Ветковском районе (+2 погибших). Максимальная доля погибших в этом районе за рассматриваемый период в общем числе погибших незначительна и составляет 3,01 %.

5 На фоне общей тенденции снижения числа раненных в ДТП наблюдается рост этого показателя в 2014 г. по отношению к 2005 г. в Ветковском (+1 раненный) районе. В то же время доля раненных в этом регионе в общем числе получивших ранения за рассматриваемый период незначительна и составляет максимум 2,82 %.

6 Основная доля погибших (не менее 5 % в каждом году рассматриваемого периода) наблюдается в Гомельском, Жлобинском, Речицком районах и в г. Гомеле.

7 Основная доля раненных (не менее 5 % в каждом году рассматриваемого периода) наблюдается в Гомельском, Жлобинском, районах и в г. Гомеле.

3.3 Оценка динамики изменения показателей аварийности в Гомельской области по категориям ДТП

В таблице 3.3 приведены результаты расчета критериев оценки динамики изменения количества погибших и раненных в ДТП по категориям ДТП.

Из таблицы 3.3 следует:

1 Наблюдается **устойчивая динамика снижения** доли количества погибших в категории ДТП «Транспортное средство и пешеход» ($\Delta_a = -31$, $\Delta_o = -41,89$ %, $t_Y = -4,69$) и изменении доли раненых в общем количестве раненных в ДТП для категории ДТП «Наезд на гужевой транспорт» ($\Delta_a = -0,1$, $\Delta_o = -8,25$ %, $t_Y = -0,04$). При этом доля погибших в категории ДТП «Транспортное средство и пешеход» составляет 37 % от общего числа погибших, а количество раненых в категории «Наезд на гужевой транспорт» – всего около 1 % от общего числа раненных в ДТП.

2 Наблюдается **тенденция роста числа**:

а) *погибших* для следующих категорий ДТП:

– попутное столкновение транспортных средств ($\Delta_a = 0$, $\Delta_o = 0$ %, $t_Y = 0,17$);

– столкновение с железнодорожным подвижным составом ($\Delta_a = 1$, $t_Y = 0,12$).

При этом следует отметить, что доля погибших в указанных выше двух категориях ДТП незначительна и составляет около 4 % от общего числа погибших;

б) *раненых* для следующих категорий ДТП:

– попутное столкновение транспортных средств ($\Delta_a = -8$, $\Delta_o = -21,05$ %, $t_Y = 0,49$). Однако следует отметить, что для данной категории ДТП общая тенденция их роста наблюдается на фоне снижения количества раненых в 2014 г. по отношению к 2005 г.;

– прочие ДТП ($\Delta_a = 0$, $\Delta_o = 0$ %, $t_Y = 0,24$).

Доля раненых в указанных двух категориях ДТП составила в 2014 г. около 7 %.

3 Наблюдается **тенденция роста доли** в общем количестве:

а) *погибших* для следующих категорий ДТП:

– столкновение транспортных средств на пересечениях дорог или повороте ($\Delta_a = 2,2$, $\Delta_o = 40,56$ %, $t_Y = 0,13$);

– наезд на гужевой транспорт ($\Delta_a = 0,2$, $\Delta_o = 14,53$ %, $t_Y = 0,01$);

– попутное столкновение транспортных средств ($\Delta_a = 1,1$, $\Delta_o = 71,79$ %, $t_Y = 0,19$);

– столкновение с железнодорожным подвижным составом ($\Delta_a = 0,9$, $t_Y = 0,1$);

– столкновение с ударом сзади ($\Delta_a = -0,1$, $\Delta_o = -14,10$ %, $t_Y = 0,2$);

– опрокидывание транспортного средства ($\Delta_a = 2$, $\Delta_o = 20,26$ %, $t_Y = 0,26$).

Столкновение	с железнодорожным составом	Погибло	чел.	0	0	1	1	0	1	1	0	2	1	1,0	-	0,12
			%	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0,9	-	0,10
		Ранено	чел.	0	2	1	0	1	1	4	0	0	0	0,0	-	-0,04
			%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-	0,00
	с ударом сзади	Погибло	чел.	2	1	3	7	2	3	2	3	2	1	-1,0	-50,00	-0,10
			%	1	0	1	3	1	2	1	2	1	1	-0,1	-14,10	0,02
		Ранено	чел.	21	19	23	27	24	30	10	24	13	17	-4,0	-19,05	-0,72
			%	2	2	3	3	3	3	1	3	2	3	0,6	27,32	0,02
	со стоящим ТС	Погибло	чел.	2	4	4	1	4	2	0	2	3	0	-2,0	-100,00	-0,24
			%	1	2	2	0	2	1	0	1	2	0	-1,0	-100,00	-0,07
		Ранено	чел.	16	13	13	13	15	19	9	6	15	3	-13,0	-81,25	-0,89
			%	2	1	1	2	2	2	1	1	2	0	-1,2	-70,51	-0,05
I ТС	Наезд на животноес	Погибло	чел.	3	1	3	0	1	0	1	4	1	0	-3,0	-100,00	-0,12
			%	1	0	1	0	1	0	1	3	1	0	-1,5	-100,00	-0,03
		Ранено	чел.	7	6	9	10	6	3	3	7	1	2	-5,0	-71,43	-0,69
			%	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	-0,4	-55,06	-0,06
	Наезд на препятствие	Погибло	чел.	25	24	26	27	27	24	21	12	20	14	-11,0	-44,00	-1,32
			%	12	10	12	12	14	14	12	8	14	12	-0,5	-3,79	-0,01
		Ранено	чел.	108	115	98	115	99	130	94	80	64	55	-53,0	-49,07	-5,79
			%	11	12	11	13	11	15	11	10	10	9	-2,2	-19,90	-0,25
Нет																

Окончание таблицы 3.3

Категория ДТП		Оценочный параметр	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Δ_a	Δ_o	t_y	Тренд	
1 ТС	Опрокидывание	Погибло	чел.	20	25	31	33	25	25	26	24	19	14	-6,0	-30,00	-0,92	Нет
			%	10	11	14	14	13	15	15	16	13	12	2,0	20,26	0,26	
		Ранено	чел.	189	154	174	129	142	116	127	139	92	84	-105,0	-55,56	-9,61	
			%	19	16	20	15	16	13	15	18	14	14	-5,9	-30,10	-0,46	
1 ТС + пешеход		Погибло	чел.	74	98	71	84	76	60	57	56	52	43	-31,0	-41,89	-4,69	Есть
			%	37	42	33	36	40	36	32	36	35	37	-0,1	-0,17	-0,28	
		Ранено	чел.	307	351	285	284	289	293	263	247	222	216	-91,0	-29,64	-11,95	Нет
			%	32	36	32	33	33	34	32	32	34	35	3,4	10,66	0,06	
Прочие ДТП		Погибло	чел.	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	-2,0	-100,00	-0,19	Нет
			%	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	-1,0	-100,00	-0,09	
		Ранено	чел.	14	9	8	16	11	14	8	9	17	14	0,0	0,00	0,24	
			%	1	1	1	2	1	2	1	1	3	2	0,8	57,28	0,11	
* От общего числа погибших и раненых по Гомельской области. Примечание – В таблице выделены ячейки, в которых содержатся значения показателей аварийности, сигнализирующие о ее ухудшении.																	

При этом доля погибших в указанных категориях ДТП составляет порядка 27 % от общего числа погибших. Также следует отметить, что для всех указанных категорий ДТП, кроме столкновений с ударом сзади, наряду с положительной тенденцией наблюдается и рост абсолютного и относительного показателя их изменения в 2014 г. по сравнению с 2005 г. Положительная тенденция доли погибших по категориям ДТП «Попутное столкновение транспортных средств» и «Столкновение с железнодорожным подвижным составом» обусловлена положительной тенденцией числа погибших в данных категориях ДТП. Положительная тенденция доли погибших по остальным категориям ДТП обусловлена более медленным снижением абсолютного числа погибших в них человек;

б) *раненых* для следующих категорий ДТП:

- лобовое столкновение транспортных средств ($\Delta_a = 0,8$, $\Delta_o = 6,73$ %, $t_Y = 0,41$);
- столкновение транспортных средств на пересечениях дорог или повороте ($\Delta_a = 2,9$, $\Delta_o = 32,26$ %, $t_Y = 0,1$);
- попутное столкновение транспортных средств ($\Delta_a = 0,9$, $\Delta_o = 24,17$ %, $t_Y = 0,25$);
- столкновения с ударом сзади ($\Delta_a = 0,6$, $\Delta_o = 27,32$ %, $t_Y = 0,02$);
- наезд транспортного средства на пешехода ($\Delta_a = 3,4$, $\Delta_o = 10,66$ %, $t_Y = 0,06$);
- прочие ДТП ($\Delta_a = 0,8$, $\Delta_o = 57,28$ %, $t_Y = 0,11$).

При этом доля раненых в указанных категориях ДТП составляет порядка 69 % от общего числа раненых. Также следует отметить, что для всех указанных категорий ДТП наряду с положительной тенденцией наблюдается и рост абсолютного и относительного показателя их изменения в 2014 г. по сравнению с 2005 г.

Положительная тенденция доли погибших по категориям ДТП «Попутное столкновение транспортных средств» и «Прочие ДТП» обусловлена положительной тенденцией числа раненых в данных категориях ДТП. Положительная тенденция доли раненых по остальным категориям ДТП обусловлена более медленным снижением абсолютного числа раненых.

3.4 Оценка динамики изменения показателей аварийности в Гомельской области по категориям участников дорожного движения

В таблице 3.4 приведены результаты расчета критериев оценки динамики изменения количества погибших и раненных в ДТП по категориям участников дорожного движения.

Таблица 3.4 – Результаты расчета критериев оценки динамики изменения количества погибших и раненных в ДТП по категориям участников дорожного движения

Категория участников дорожного движения	Оценочный параметр		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Δ_a	Δ_o	t_y	Тренд		
	Велосипедисты	Погибло	чел.	19,0	24,0	18,0	22,0	19,0	10,0	14,0	14,0	8,0	14,0	-5,0	-26,3		-1,3	Нет
%*			9,5	10,3	8,3	9,4	9,9	6,0	8,0	9,1	5,6	12,0	2,5	26,6	-0,1			
Ранено		чел.	59,0	67,0	62,0	49,0	49,0	47,0	32,0	40,0	44,0	38,0	-21,0	-35,6	-3,1			
		%	6,1	6,8	7,0	5,7	5,6	5,4	3,9	5,1	6,6	6,1	0,1	1,2	-0,1			
Водители	Погибло	чел.	51,0	63,0	64,0	66,0	54,0	56,0	58,0	45,0	55,0	36,0	-15,0	-29,4	-1,9	Нет		
		%	25,4	27,2	29,6	28,3	28,3	33,7	33,0	29,2	38,2	30,8	5,4	21,3	0,9			
	Ранено	чел.	258,0	255,0	254,0	240,0	263,0	259,0	233,0	246,0	178,0	179,0	-79,0	-30,6	-8,0			
		%	26,6	25,9	28,6	28,1	29,9	30,0	28,0	31,5	26,9	29,0	2,4	9,0	0,3			
Возчики	Погибло	чел.	2,0	0,0	2,0	2,0	1,0	0,0	1,0	2,0	0,0	1,0	-1,0	-50,0	-0,1		Нет	
		%	1,0	0,0	0,9	0,9	0,5	0,0	0,6	1,3	0,0	0,9	-0,1	-14,1	0,0			
	Ранено	чел.	6,0	13,0	4,0	3,0	9,0	5,0	1,0	1,0	1,0	5,0	-1,0	-16,7	-0,7			
		%	0,6	1,3	0,4	0,4	1,0	0,6	0,1	0,1	0,2	0,8	0,2	30,9	-0,1			
Пассажиры	Погибло	чел.	55,0	47,0	60,0	57,0	41,0	40,0	45,0	39,0	31,0	23,0	-32,0	-58,2	-3,3			Нет
		%	27,4	20,3	27,8	24,5	21,5	24,1	25,6	25,3	21,5	19,7	-7,7	-28,2	-0,4			
	Ранено	чел.	349,0	300,0	290,0	277,0	272,0	261,0	308,0	253,0	217,0	181,0	-168,0	-48,1	-13,3			
		%	35,9	30,5	32,6	32,5	30,9	30,2	37,1	32,4	32,8	29,3	-6,7	-18,5	-0,2			
Пешеходы	Погибло	чел.	74,0	98,0	71,0	83,0	76,0	60,0	58,0	54,0	50,0	43,0	-31,0	-41,9	-4,8	Есть		
		%	36,8	42,2	32,9	35,6	39,8	36,1	33,0	35,1	34,7	36,8	-0,1	-0,2	-0,3	Нет		
	Ранено	чел.	299,0	350,0	279,0	282,0	287,0	290,0	255,0	240,0	221,0	215,0	-84,0	-28,1	-11,7			
		%	30,8	35,5	31,4	33,1	32,6	33,6	30,7	30,7	33,4	34,8	4,0	13,0	0,1			

* От общего числа погибших и раненных по Гомельской области.

Примечание – В таблице выделены ячейки, в которых содержатся значения показателей аварийности, сигнализирующие о ее ухудшении.

Из таблицы 3.4 следует:

1 Наблюдается **устойчивая динамика снижения абсолютного числа** погибших в ДТП пешеходов ($\Delta_a = -31$, $\Delta_o = -41,9\%$, $t_Y = -4,8$). При этом доля погибших в категории ДТП «Транспортное средство и пешеход» составляет 37 % от общего числа погибших. Такая устойчивая динамика обусловлена наличием нисходящего тренда в категории ДТП «Транспортное средство и пешеход» (см. таблицу 3.3).

По всем остальным категориям участников дорожного движения наблюдается тенденция снижения числа погибших и раненных в ДТП, а также снижение абсолютного и относительного числа погибших в 2014 г. по отношению к 2005 г.

2 Наблюдается **тенденция увеличения доли** в общем числе:

– погибших ($\Delta_a = 5,4$, $\Delta_o = 21,3\%$, $t_Y = 0,9$) и раненных ($\Delta_a = 2,4$, $\Delta_o = 9\%$, $t_Y = 0,3$) водителей;

– раненных пешеходов ($\Delta_a = 4$, $\Delta_o = 13\%$, $t_Y = 0,1$).

3 Несмотря на общую тенденцию снижения имеет место увеличение абсолютной и относительной долей числа погибших и раненных велосипедистов и раненных возчиков.

3.5 Оценка динамики изменения показателей аварийности в Гомельской области по видам нарушений

В таблице 3.5 приведены результаты расчета критериев оценки динамики изменения количества погибших и раненных в ДТП по видам нарушений. Из таблицы следует:

1 Наблюдается **устойчивая динамика роста доли раненных в ДТП** при нарушении правил проезда пешеходных переходов ($\Delta_a = 9$, $\Delta_o = 129\%$, $t_Y = 1,1$), неподчинении сигналам регулирования дорожного движения ($\Delta_a = 0,3$, $\Delta_o = 21\%$, $t_Y = 0,029$), переутомления и сна за рулем ($\Delta_a = -0,8$, $\Delta_o = -55,1\%$, $t_Y = 0,003$). В 2014 г. при таких видах нарушений получили ранения в ДТП около 18 % от всего числа пострадавших, 16 % из которых – при нарушении правил проезда пешеходных переходов. Наличие устойчивой динамики роста доли раненных при нарушении правил проезда пешеходных переходов обуславливает положительную тенденцию и рост доли раненных пешеходов (см. таблицу 3.4).

2 Наблюдается **устойчивая динамика снижения**:

– *погибших* в ДТП при нарушении правил беспрепятственного проезда ТС, пользующихся преимущественным правом ($\Delta_a = -4$, $\Delta_o = -100\%$, $t_Y = -0,2$), буксировки механических транспортных средств ($\Delta_a = -1$, $\Delta_o = -100\%$, $t_Y = -0,1$), остановки и стоянки транспортных средств ($\Delta_a = 0$, $t_Y = -0,1$), перевозки грузов ($\Delta_a = 0$, $t_Y = -0,02$), движение пешеходов до 7 лет без сопровождения взрослых ($\Delta_a = 0$, $t_Y = -0,03$). Однако стоит отметить, что в 2014 г. по причине таких нарушений не погибло ни одного человека;

Таблица 3.5 – Результаты расчета критериев оценки динамики изменения количества погибших и раненных в ДТП по видам нарушений

Вид нарушения	Оценочный параметр		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Δ_a	Δ_o	t_Y	Тренд
Без права управления ТС	Погибло	чел.	30	34	25	27	27	27	20	28	18	19,0	-11,0	-36,7	-1,3	Нет
		%*	15	15	12	12	14	16	11	18	12	12	16,2	1,3	8,8	
	Ранено	чел.	180	176	144	114	119	108	139	116	84	87,0	-93,0	-51,7	-9,4	
		%	19	18	16	13	14	13	17	15	13	14,1	-4,4	-24,0	-0,5	
Выезд на полосу встречного движения	Погибло	чел.	30	34	37	36	23	24	30	22	17	14,0	-16,0	-53,3	-2,2	
		%	15	15	17	15	12	14	17	14	12	12,0	-3,0	-19,8	-0,3	
	Ранено	чел.	91	99	84	97	70	70	98	95	72	52,0	-39,0	-42,9	-2,9	
		%	9	10	9	11	8	8	12	12	11	8,4	-0,9	-10,1	0,1	
Другие нарушения	Погибло	чел.	49	59	66	47	48	27	25	37	26	36,0	-13,0	-26,5	-3,5	
		%	24	25	31	20	25	16	14	24	18	30,8	6,4	26,2	-0,3	
	Ранено	чел.	242	251	252	191	180	108	137	188	142	152,0	-90,0	-37,2	-12,9	
		%	25	26	28	22	20	13	16	24	21	24,6	-0,3	-1,2	-0,5	
Игра на проезжей части	Погибло	чел.	9	21	5	17	14	6	10	4	4	4,0	-5,0	-55,6	-1,2	
		%	4	9	2	7	7	4	6	3	3	3,4	-1,1	-23,6	-0,4	
	Ранено	чел.	8	17	19	23	12	8	6	6	3	3,0	-5,0	-62,5	-1,6	
		%	1	2	2	3	1	1	1	1	0	0,5	-0,3	-41,0	-0,2	
Иные нарушения ПДД пешеходами	Погибло	чел.	12	24	12	14	19	18	13	15	11	10,0	-2,0	-16,7	-0,6	
		%	6	10	6	6	10	11	7	10	7	8,5	2,6	43,2	0,2	
	Ранено	чел.	33	14	14	16	17	29	18	13	24	13,0	-20,0	-60,6	-0,6	
		%	3	1	2	2	2	3	2	2	4	2,1	-1,3	-38,0	0,0396	

Нарушение правил беспрепятственного проезда ТС, пользующихся преимущественным правом	Погибло	чел.	4	0	1	0	0	0	0	0	0,0	-4,0	-100,0	-0,2	Есть	
		%	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-2,0	-100,0		-0,1
	Ранено	чел.	15	0	0	1	0	1	4	2	4	3,0	-12,0	-80,0	-0,4	Нет
		%	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	-1,1	-68,5	-0,017	
Нарушение правил буксировки	Погибло	чел.	1	0	1	0	0	0	0	0	0,0	-1,0	-100,0	-0,1	Есть	
		%	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-0,5	-100,0	0,0		-
	Ранено	чел.	3	6	1	1	0	0	1	0	0	0,0	-3,0	-100,0	-0,4	Нет
		%	0	1	0	0	0	0	0	0	0,0	-0,3	-100,0	-0,05	Есть	
Нарушение правил маневрирования	Погибло	чел.	26	20	13	23	8	6	18	14	10	6,0	-20,0	-76,9	-1,6	Нет
		%	13	9	6	10	4	4	10	9	7	5,1	-7,8	-60,4	-0,4	
	Ранено	чел.	129	112	75	54	84	99	71	54	60	47,0	-82,0	-63,6	-6,9	
		%	13	11	8	6	10	11	9	7	9	7,6	-5,7	-42,7	-0,4	
Нарушение правил обгона	Погибло	чел.	10	7	13	11	2	5	7	4	6	2,0	-8,0	-80,0	-0,8	
		%	5	3	6	5	1	3	4	3	4	1,7	-3,3	-65,6	-0,2	
	Ранено	чел.	29	38	36	35	22	18	50	15	18	17,0	-12,0	-41,4	-1,9	
		%	3	4	4	4	2	2	6	2	3	2,8	-0,2	-7,8	-0,1	
Нарушение правил остановки и стоянки ТС	Погибло	чел.	0	2	2	0	0	0	0	0	0,0	0,0	-	-0,1	Есть	
		%	0	1	1	0	0	0	0	0	0,0	0,0	-	-0,1		
	Ранено	чел.	2	2	1	6	0	0	0	0	0	0,0	-2,0	-100,0		-0,3
		%	0	0	0	1	0	0	0	0	0,0	-0,2	-100,0	-0,04		

Продолжение таблицы 3.5

Вид нарушения	Оценочный параметр	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Δ_a	Δ_o	t_Y	Тренд	
Нарушение правил перевозки грузов	Погибло	чел.	0	0	0	1	0	0	0	0	0,0	0,0	–	–0,02	Есть	
		%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	–	0,0	–	
	Ранено	чел.	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,0	–	0,04	Нет	
		%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	–	0,0085	–	
Нарушение правил перевозки людей	Погибло	чел.	0	2	1	1	0	1	0	2	0	0,0	–	–0,1	Нет	
		%	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0,0	–	0,0		
	Ранено	чел.	15	15	8	3	7	3	8	4	5	3,0	–12,0	–80,0		–1,1
		%	2	2	1	0	1	0	1	1	1	0,5	–1,1	–68,5		–0,1
Нарушение правил пользования осветительными приборами	Погибло	чел.	4	2	4	1	0	1	1	0	1	0,0	–4,0	–100,0		–0,4
		%	2	1	2	0	0	1	1	0	1	0,0	–2,0	–100,0		–0,2
	Ранено	чел.	16	13	7	9	1	5	5	5	2	9,0	–7,0	–43,8		–1,0
		%	2	1	1	1	0	1	1	1	0	1,5	–0,2	–11,5		–0,1
Нарушение правил проезда пешех. переходов	Погибло	чел.	3	7	8	10	5	5	11	9	10	7,0	4,0	133,3	0,4	
		%	1	3	4	4	3	3	6	6	7	6,0	4,5	300,9	0,5	
	Ранено	чел.	68	82	69	83	95	107	102	106	107	99,0	31,0	45,6	4,29	
		%	7	8	8	10	11	12	12	14	16	16,0	9,0	129,0	1,1	Есть
Нарушение правил проезда ж.-д. переходов	Погибло	чел.	0	0	1	1	0	1	1	0	2	1,0	–	0,1	Нет	
		%	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0,9	–	0,1		
	Ранено	чел.	0	2	1	0	1	1	4	0	0	0,0	–	0,0		
		%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	–	0,0		

Несоответствие категории ТС	Погибло	чел.	0	1	2	5	4	1	1	0	0	0,0	0,0	–	–0,2	Нет
		%	0	0	1	2	2	1	1	0	0	0,0	0,0	–	–0,1	
	Ранено	чел.	3	6	2	6	12	5	3	5	0	0,0	–3,0	–100,0	–0,4	
		%	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0,0	–0,3	–100,0	0,0	
Неожиданный выход из-за ТС, сооружений, деревьев и др.	Погибло	чел.	6	5	6	4	2	3	6	2	1	1,0	–5,0	–83,3	–0,5	
		%	3	2	3	2	1	2	3	1	1	0,9	–2,1	–71,4	–0,2	
	Ранено	чел.	23	30	32	22	14	16	16	9	9	6,0	–17,0	–73,9	–2,6	
		%	2	3	4	3	2	2	2	1	1	1,0	–1,4	–59,0	–0,2	
Неподчинение сигналам регулирования дорожного движения	Погибло	чел.	1	1	2	3	2	0	2	0	0	0,0	–1,0	–100,0	–0,2	
		%	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0,0	–0,5	–100,0	–0,1	
	Ранено	чел.	13	4	9	15	8	10	5	11	6	10,0	–3,0	–23,1	–0,2	
		%	1	0	1	2	1	1	1	1	1	1,6	0,3	21,0	0,029	
Неподчинение сигналам регулирования, несоблюдение требований дорожных знаков	Погибло	чел.	2	1	6	4	0	0	0	1	1	0,0	–2,0	–100,0	–0,3	
		%	1	0	3	2	0	0	0	1	1	0,0	–1,0	–100,0	–0,1	
	Ранено	чел.	47	17	26	29	35	13	17	23	12	10,0	–37,0	–78,7	–2,7	
		%	5	2	3	3	4	2	2	3	2	1,6	–3,2	–66,5	–0,2	
Несоблюдение дистанции	Погибло	чел.	1	0	0	6	1	1	3	2	3	4,0	3,0	300,0	0,3	
		%	0	0	0	3	1	1	2	1	2	3,4	2,9	587,2	0,3	
	Ранено	чел.	20	16	10	25	26	26	28	12	24	20,0	0,0	0,0	0,45	
		%	2	2	1	3	3	3	3	2	4	3,2	1,2	57,3	0,2	

Окончание таблицы 3.5

Вид нарушения	Оценочный параметр		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Δ_a	Δ_o	t_Y	Тренд		
Несоблюдение очередности проезда, нарушение правил проезда перекрестка	Погибло	чел.	9	10	11	14	12	8	5	6	13	9,0	0,0	0,0	-0,2	Нет		
		%	4	4	5	6	6	5	3	4	9	7,7	3,2	71,8	0,3			
	Ранено	чел.	70	94	82	79	102	89	99	79	55	80,0	10,0	14,3	-0,9			
		%	7	10	9	9	12	10	12	10	8	12,9	5,7	79,8	0,3			
Небрежное состояние пешехода	Погибло	чел.	7	21	7	11	10	6	12	8	11	8,0	1,0	14,3	-0,3		Нет	
		%	3	9	3	5	5	4	7	5	7	6,8	3,4	96,3	0,2			
	Ранено	чел.	36	32	58	43	34	39	20	20	28	30,0	-6,0	-16,7	-2,0			
		%	4	3	7	5	4	5	2	3	4	4,9	1,2	31,1	-0,1			
Отсутствие документов на управление ТС	Погибло	чел.	15	6	4	4	0	4	1	1	2	0,0	-15,0	-100,0	-1,1	Нет		
		%	7	3	2	2	0	2	1	1	1	0,0	-7,5	-100,0	-0,5			
	Ранено	чел.	46	38	17	9	7	5	3	7	5	5,0	-41,0	-89,1	-4,1			Есть
		%	5	4	2	1	1	1	0	1	1	0,8	-3,9	-82,9	-0,4			
Отсутствие регистрационных документов	Погибло	чел.	6	6	6	0	3	8	4	4	5	0,0	-6,0	-100,0	-0,3		Нет	
		%	3	3	3	0	2	5	2	3	3	0,0	-3,0	-100,0	-0,1			
	Ранено	чел.	50	43	23	22	25	20	20	25	12	6,0	-44,0	-88,0	-3,7			
		%	5	4	3	3	3	2	2	3	2	1,0	-4,2	-81,1	-0,3			
Переутомление, сон за рулем	Погибло	чел.	3	3	7	4	2	3	3	1	2	1,0	-2,0	-66,7	-0,3	Нет		
		%	1	1	3	2	1	2	2	1	1	0,9	-0,6	-42,7	-0,1			
	Ранено	чел.	14	5	7	10	5	14	16	7	7	4,0	-10,0	-71,4	-0,3			
		%	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0,6	-0,8	-55,1	0,003			Есть

Переход через проезжую часть в неустановленном месте	Погибло	чел.	18	23	19	20	13	16	15	12	17	9,0	-9,0	-50,0	-1,0	Нет
		%	9	10	9	9	7	10	9	8	12	7,7	-1,3	-14,1	0,0	
	Ранено	чел.	73	90	67	62	76	69	65	43	43	47,0	-26,0	-35,6	-4,1	
		%	8	9	8	7	9	8	8	6	6	7,6	0,1	1,3	-0,2	
Пешеход в возрасте до 7 лет без сопровождения взрослого	Погибло	чел.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	-	-0,03	Есть
		%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	-	0,0	Нет
	Ранено	чел.	6	4	4	5	2	1	3	0	2	1,0	-5,0	-83,3	-0,5	
		%	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0,2	-0,5	-73,8	-0,05	Есть
Превышение скорости, установка новой ПДД или дорожными знаками	Погибло	чел.	35	19	23	37	43	43	43	29	26	22,0	-13,0	-37,1	-0,1	Нет
		%	17	8	11	16	23	26	24	19	18	18,8	1,4	8,0	0,9	
	Ранено	чел.	144	74	54	125	149	199	142	132	87	70,0	-74,0	-51,4	-0,5	
		%	15	8	6	15	17	23	17	17	13	11,3	-3,5	-23,5	0,5	
Скрылся с места ДТП	Погибло	чел.	24	33	21	25	23	14	18	14	10	11,0	-13,0	-54,2	-2,1	Нет
		%	12	14	10	11	12	8	10	9	7	9,4	-2,5	-21,3	-0,5	
	Ранено	чел.	110	112	92	101	79	92	86	53	52	36,0	-74,0	-67,3	-8,0	
		%	11	11	10	12	9	11	10	7	8	5,8	-5,5	-48,5	-0,6	
Управление ТС в состоянии опьянения	Погибло	чел.	19	43	41	51	55	48	48	33	29	22,0	3,0	15,8	-0,8	Нет
		%	9	19	19	22	29	29	27	21	20	18,8	9,4	98,9	0,7	
	Ранено	чел.	149	172	175	204	211	175	183	146	123	92,0	-57,0	-38,3	-6,7	
		%	15	17	20	24	24	20	22	19	19	14,9	-0,4	-2,9	-0,1	
Управление ТС с неисправностями, с которыми запрещена их эксплуатация	Погибло	чел.	7	3	1	5	1	0	0	0	1	0,0	-7,0	-100,0	-0,6	Нет
		%	3	1	0	2	1	0	0	0	1	0,0	-3,5	-100,0	-0,3	
	Ранено	чел.	32	27	16	17	12	10	6	5	1	2,0	-30,0	-93,8	-3,3	
		%	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0,3	-3,0	-90,2	-0,3	
* От общего числа погибших и раненых по Гомельской области.																
Примечание – В таблице выделены ячейки, в которых содержатся значения показателей аварийности, сигнализирующие о ее ухудшении.																

– *раненных* в ДТП при нарушении правил остановки и стоянки ($\Delta_a = -2$, $\Delta_o = -100$ %, $t_Y = -0,3$) и отсутствие документов на право управления транспортным средством ($\Delta_a = -41$, $\Delta_o = -89,1$ %, $t_Y = -4,1$). Однако в 2014 г. по причине таких нарушений получили ранения пять человек (менее 1 % от всего числа раненых);

– *доли погибших* в ДТП при нарушении правил беспрепятственного проезда ТС, пользующихся преимущественным правом ($\Delta_a = -2$, $\Delta_o = -100$ %, $t_Y = -0,1$), правил остановки и стоянки ($\Delta_a = 0$, $t_Y = -0,1$). Наличие такой динамики обусловлено наличием тренда снижения числа погибших в ДТП с аналогичными видами нарушений. Однако стоит отметить, что в 2014 г. по причине таких нарушений не погибло ни одного человека;

– *доли раненных* в ДТП при нарушении правил буксировки ($\Delta_a = -0,3$, $\Delta_o = -100$ %, $t_Y = -0,05$), остановки и стоянки транспортных средств ($\Delta_a = -0,2$, $\Delta_o = -100$ %, $t_Y = -0,04$), движение пешеходов до 7 лет без сопровождения взрослых ($\Delta_a = -0,5$, $\Delta_o = -73,8$ %, $t_Y = -0,05$). Однако стоит отметить, что в ДТП с такими нарушениями получили ранения около 0,2 % от общего числа пострадавших.

3 Наблюдается **общая тенденция роста**:

– *погибших в ДТП* при нарушении правил проезда пешеходных переходов ($\Delta_a = 4$, $\Delta_o = 133,3$ %, $t_Y = 0,4$), железнодорожных переездов ($\Delta_a = 1$, $t_Y = 0,1$), несоблюдения дистанции ($\Delta_a = 3$, $\Delta_o = 300$ %, $t_Y = 0,3$). В 2014 г. при таких нарушениях погибло 12 человек (10,3 %) от всего числа погибших. При этом число погибших по указанным причинам составило 7; 1 и 4 человека соответственно;

– *раненных в ДТП* при нарушении правил перевозки грузов ($\Delta_a = 0$, $t_Y = 0,4$), проезда пешеходных переходов ($\Delta_a = 31$, $\Delta_o = 45,6$ %, $t_Y = 4,29$), несоблюдения дистанции ($\Delta_a = 0$, $\Delta_o = 0$ %, $t_Y = 0,45$). В 2014 г. при таких нарушениях получили ранения 119 человек (19 %) от общего числа раненых. При этом число получивших ранения по таким причинам составило 0,99 и 20 человек соответственно;

– *доли погибших* в ДТП при нарушении правил управления без документов на право управления ($\Delta_a = 1,3$, $\Delta_o = 8,8$ %, $t_Y = 0,2$), иные нарушения ПДД пешеходами ($\Delta_a = 2,6$, $\Delta_o = 43,2$ %, $t_Y = 0,2$), проезда пешеходных переходов ($\Delta_a = 4,5$, $\Delta_o = 300,9$ %, $t_Y = 0,5$), нарушение правил проезда железнодорожных переездов ($\Delta_a = 0,9$, $t_Y = 0,1$), несоблюдение дистанции ($\Delta_a = 2,9$, $\Delta_o = 587,2$ %, $t_Y = 0,3$), несоблюдение очередности проезда, нарушение правил проезда перекрестков ($\Delta_a = 3,2$, $\Delta_o = 71,8$ %, $t_Y = 0,3$), нетрезвое состояние пешехода ($\Delta_a = 3,4$, $\Delta_o = 96,3$ %, $t_Y = 0,2$), превышение установленной скорости ($\Delta_a = 1,4$, $\Delta_o = 8$ %, $t_Y = 0,9$), управление в нетрезвом виде ($\Delta_a = 9,4$, $\Delta_o = 98,9$ %, $t_Y = 0,7$). Общая доля

погибших в ДТП от общего числа погибших составляла в 2014 г. соответственно 16; 9; 6; 1; 3; 8; 7; 19; 19 %.

– доли *раненных* в ДТП при нарушении правил выезда на полосу встречного движения ($\Delta_a = -0,9$, $\Delta_o = -10,1$ %, $t_Y = 0,1$), иные нарушения ПДД пешеходами ($\Delta_a = -1,3$, $\Delta_o = -38$ %, $t_Y = 0,04$), нарушение правил перевозки грузов ($\Delta_a = 0$, $t_Y = 0,0085$), несоблюдение дистанции ($\Delta_a = 1,2$, $\Delta_o = 57,3$ %, $t_Y = 0,2$), несоблюдение очередности проезда, нарушение правил проезда перекрестков ($\Delta_a = 5,7$, $\Delta_o = 79,8$ %, $t_Y = 0,3$), превышение установленной скорости ($\Delta_a = -3,5$, $\Delta_o = -23,5$ %, $t_Y = 0,5$). Общая доля раненных в ДТП от общего числа пострадавших составляла в 2014 г. соответственно 8; 2; 0; 3; 13; 11 %.

Выводы. Исследования состояния аварийности в Республике Беларусь показали, что:

1 Несмотря на наличие тенденции к снижению числа погибших и раненных в Гомельской области в ДТП в 2005–2014 гг. не удалось добиться устойчивости динамики снижения этих показателей.

2 Несмотря на наличие устойчивой динамики снижения наезда транспортных средств на пешеходов и, как следствие, количества погибших в ДТП пешеходов, эта категория участников дорожного движения составляет наибольшую долю погибших в ДТП. Также необходимо отметить небольшие темпы снижения погибших в ДТП водителей.

3 Просматривается тенденция роста доли погибших в ДТП по ряду категорий ДТП: на пересечении дорог или повороте (8 % погибших в 2014 г.), наезд на гужевой транспорт (2 % погибших в 2014 г.), попутное столкновение (3 % погибших в 2014 г.), столкновения с железнодорожным транспортным средством и с ударом сзади (по 1 % погибших в 2014 г.), опрокидывание транспортного средства (12 % погибших в 2014 г.).

4 Необходимо обратить внимание на сложившиеся тенденции роста как абсолютного числа погибших, так и доли погибших по следующим видам нарушений: нарушение правил проезда пешеходных переходов (6 % погибших в 2014 г.), нарушение правил проезда железнодорожных переездов (0,9 % погибших в 2014 г.), несоблюдение дистанции (0,9 % погибших в 2014 г.). Просматривается также рост тенденции доли погибших в ДТП по следующим видам нарушений: управление без права управления транспортным средством (16,2 % погибших в 2014 г.), иные нарушения пешеходами (8,5 % погибших в 2014 г.), несоблюдение очередности проезда, нарушение правил проезда перекрестков (7,7 % погибших в 2014 г.), нетрезвое состояние пешехода (6,8 % погибших в 2014 г.), превышение установленной скорости и управление транспортным средством в состоянии опьянения (по 18,8 % погибших в 2014 г.).

4 СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАКРОУРОВНЕ

4.1 Методика исследования

При исследовании безопасности дорожного движения на макроуровне использовались методы визуального анализа данных при помощи категоризированных диаграмм рассеивания, регрессионного анализа, множественной регрессии.

Методика визуального анализа данных при помощи диаграмм рассеивания в программе Statistica приведена в приложении А, регрессионного анализа и множественной регрессии – в приложениях Б и В соответственно.

Анализ категоризированных данных производится для значений, разбитых на некоторые категории, т.е. исследуемая величина представляет собой не непрерывную случайную величину, а некоторое конечное множество категорий. При данном виде анализа можно установить наличие (отсутствие) статистической значимости исследуемой величины в зависимости от категории. В приложении Д приведены основы анализа категоризированных данных в программе Statistica.

4.2 Анализ исходных данных

Для оценки степени влияния различных факторов на безопасность дорожного движения, а также эффективности некоторых мероприятий по повышению БДД был проведен анализ данных из доклада ООН [29]. В этом докладе содержатся сведения по 182 странам, охватывающим 6,8 млрд чел. (98,6 % населения мира). Для каждой страны заполнена анкета, содержащая информацию об уровне аварийности, населении, автомобилизации, государственной политике в области безопасности дорожного движения и т.д. Аналогичная анкета была заполнена и для Республики Беларусь. Для обоснования мероприятий по повышению безопасности дорожного движения в Гомельской области были использованы данные из доклада ООН [29].

Для сравнительной оценки состояния безопасности дорожного движения в различных странах выбраны два относительных показателя аварийности:

- 1) социальный риск – количество погибших в ДТП на 1 млн населения;
- 2) транспортный риск – количество погибших в ДТП на 100 тыс. зарегистрированных транспортных средств.

Указанные относительные показатели при выполнении статистического анализа являлись зависимыми переменными. В качестве независимых переменных выступали параметры, содержащиеся в анкете каждой страны: наличие государственной стратегии по безопасности дорожного движения, ограничения скорости в населенных пунктах, законодательство о ремнях безопасности, детских удерживающих устройствах и т.д.

Следует оговориться, что ряд мероприятий, содержащихся в анкете, республикой уже выполнен. Так, например, в нашей стране уже действует национальная стратегия по безопасности дорожного движения, сформулированная в постановлении [5]. Поэтому оценка влияния наличия национальной стратегии по безопасности дорожного движения на уровень аварийности не производилась. Аналогично не производилась такая оценка и для других мероприятий, которые в Республике Беларусь уже выполнены.

Кроме того, для ряда позиций анкет в некоторых странах отсутствует информация. Такие страны исключались из рассмотрения при статистическом анализе. Так, например, для страны Бурунди отсутствуют в анкете данные о зарегистрированном числе транспортных средств. Это делает невозможным определение транспортного риска для этой страны. Соответственно, при оценке влияния различных факторов на величину транспортного риска эта страна исключалась из рассматриваемой выборки.

4.3 Факторы, влияющие на показатели аварийности

Как было показано в разд. 1, определяющим фактором, влияющим на рост автомобилизации, а следовательно, обостряющим все связанные с ней негативные последствия, является улучшение экономического благосостояния общества. Одним из основных показателей, характеризующим уровень экономического благосостояния страны, является ВВП на душу населения. Учитывая вышесказанное, можно предположить о наличии связи между этой величиной и показателями аварийности. Так, на рисунке 4.1 представлена диаграмма рассеивания для социального и транспортного рисков в зависимости от ВВП на душу населения.

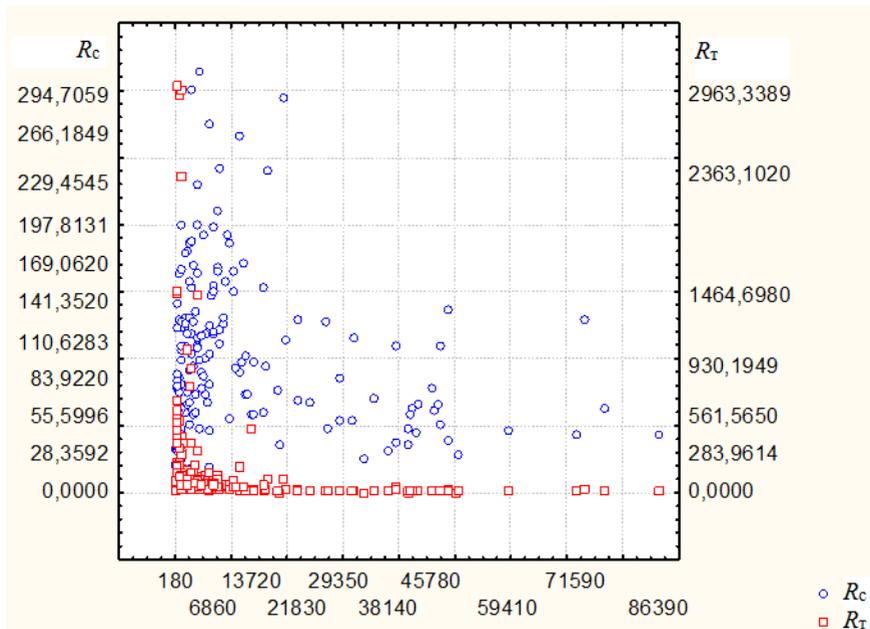


Рисунок 4.1 – Диаграмма рассеивания социального и транспортного рисков в зависимости от ВВП на душу населения: ось слева, круглый маркер – социальный риск (R_c , погибших в ДТП на 1 млн жителей), ось справа, квадратный маркер – транспортный риск (R_t , погибших в ДТП на 100 тыс. зарегистрированных ТС)

Проведенный регрессионный анализ показал, что соответствующие модели статистически значимы, но их качество является невысоким ($R^2 = 0,12$). На рисунке 4.2 приведена категоризованная диаграмма рассеивания транспортного и социального рисков в зависимости от категории стран по уровню доходов населения. Так, в соответствии с классификацией ООН по уровню доходов населения, страны делятся на три категории: с высоким, средним и низким уровнями доходов [29]. Республика Беларусь отнесена к странам со средним уровнем доходов населения.

Из рисунка 4.2 видно, что средние значения социального и транспортного рисков статистически значимо отличаются в зависимости от категории стран по уровню доходов населения. Конечно же уровень доходов населения не является управляемым параметром с точки зрения улучшения показателей аварийности, но его, возможно, следует учитывать при оценке влияния иных факторов.

Логичным будет предположение о влиянии автомобилизации на уровень аварийности. На рисунке 4.3 приведена диаграмма рассеивания социального и транспортного рисков в зависимости от автомобилизации.

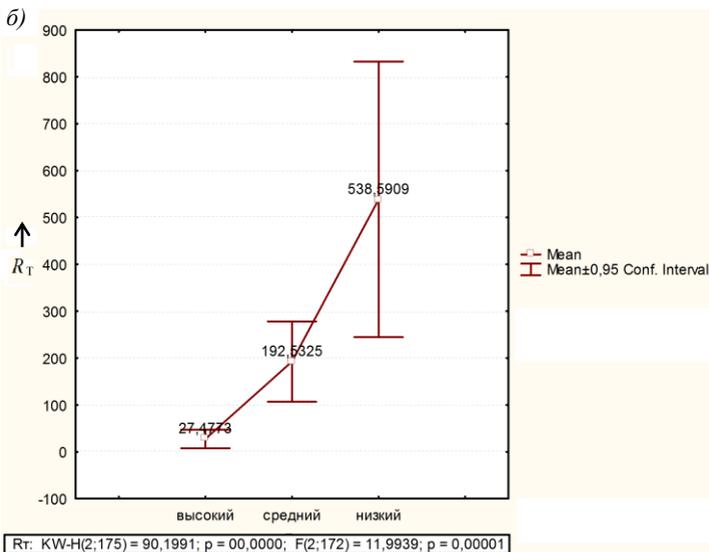
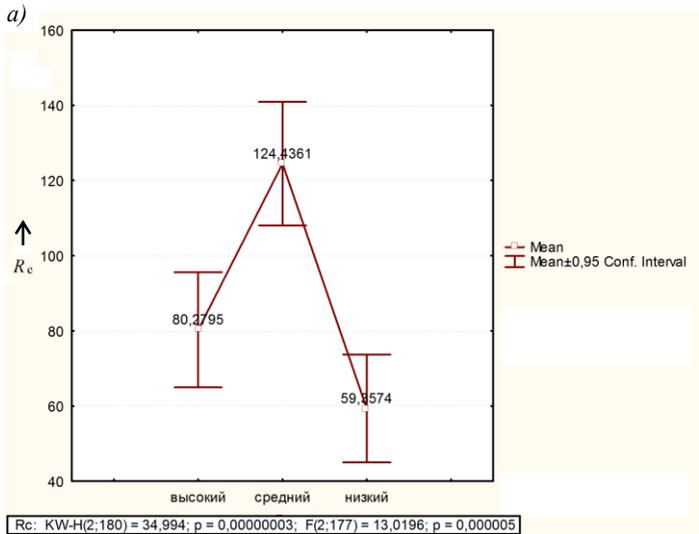


Рисунок 4.2 – Категоризованная диаграмма рассеивания транспортного (а) и социального (б) рисков в зависимости от категории стран по уровню доходов населения

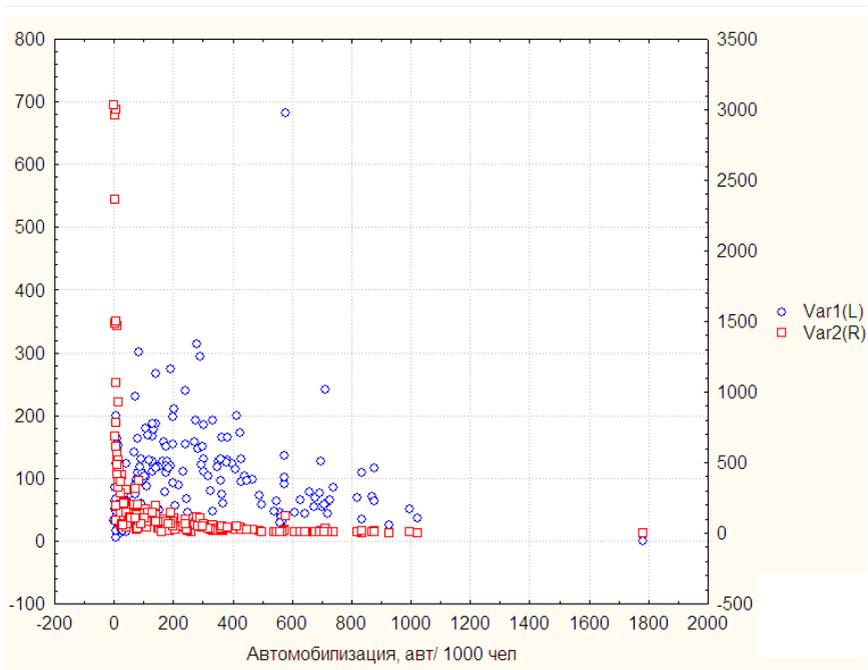


Рисунок 4.3 – Диаграмма рассеивания социального и транспортного рисков в зависимости от автомобилизации: ось слева, круглый маркер – социальный риск (погибших в ДТП на 1 млн жителей), ось справа, квадратный маркер – транспортный риск (погибших в ДТП на 100 тыс. зарегистрированных ТС)

Из рисунка 4.3 видна тенденция снижения относительных показателей аварийности с ростом автомобилизации.

Регрессионные анализ (таблицы 4.1, 4.2, рисунок 4.4) позволил установить вид зависимости социального и транспортного рисков от автомобилизации.

Таблица 4.1 – Результаты статистического анализа изменения социального риска (R_c) от уровня автомобилизации (A)

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p -уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p -уровень
Свободного члена	-0,13297	0,028306	-4,698	< 0,05	0,83	0,69	190,81	< 0,05
$L_n(A)$	28,40128	2,056721	13,809	< 0,05				

Таблица 4.2 – Результаты статистического анализа изменения транспортного риска (LnR_t) от уровня автомобилизации (A)

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p -уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p -уровень
Свободного члена	-0,00807	0,000473	-17,0425	< 0,05	0,965	0,93	190,81	< 0,05
$Ln(A)$	1,17	0,034705	33,7124	< 0,05				
$1 / A$	15,40253	0,982231	15,6812	< 0,05				

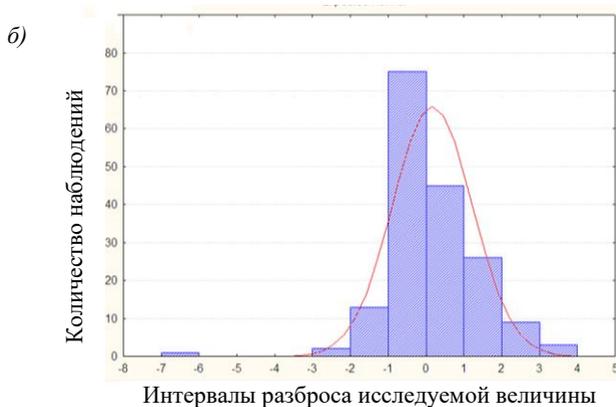
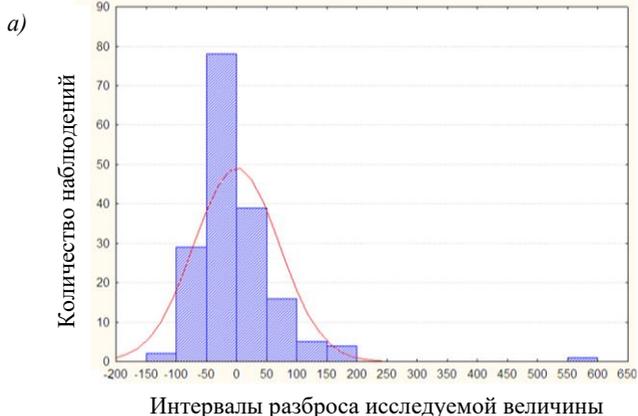


Рисунок 4.4 – Диаграмма рассеивания остатков регрессионных моделей:
 а – социального риска и автомобилизации; б – транспортного риска и автомобилизации

Из таблиц 4.1 и 4.2 видно, что искомые зависимости имеют следующий вид:

$$R_c = -0,13297 + 28,40128\ln(A); \quad (4.1)$$

$$R_t = A^{1,17} e^{\frac{0,00807 \cdot A^2 - 0,020696}{A}}. \quad (4.2)$$

Полученные выражения (4.1) и (4.2) имеют максимумы в точках 214 и 145 соответственно. Это говорит о том, что при достижении уровня автомобилизации примерно в 214 авт/1000 чел наблюдается максимум социального риска, составляющий 124 погибших на 1 млн населения. Затем наблюдается спад социального риска. Аналогично можно констатировать, что при достижении уровня автомобилизации примерно в 145 авт/1000 человек транспортный риск достигает максимума, равного 105 погибших в ДТП на 100 тыс. зарегистрированных транспортных средств. Дальнейший рост автомобилизации ведет к спаду транспортного риска.

Аналогично был проведен регрессионный анализ влияния остальных факторов на относительные показатели аварийности. При этом было установлено наличие статистически значимого влияния следующих факторов:

1 Процент пользования ремнями безопасности на переднем сиденье на социальный риск (рисунок 4.5).

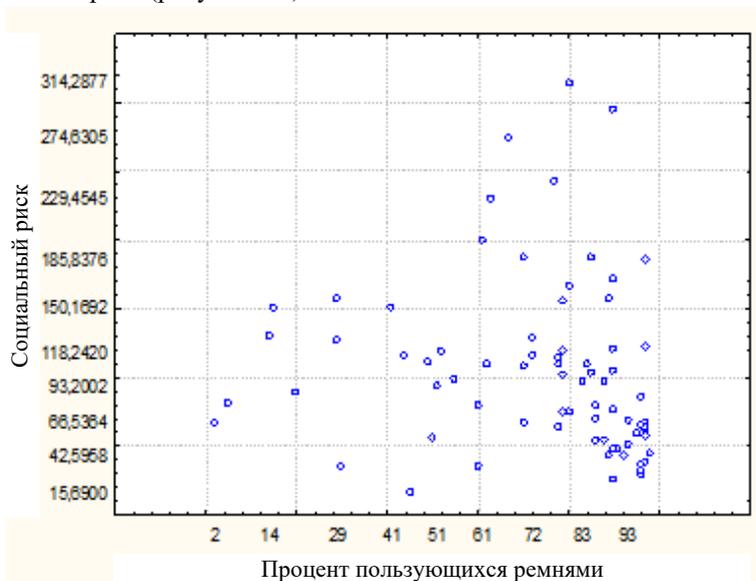


Рисунок 4.5 – Диаграмма рассеивания социального риска в зависимости от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении

Рисунок 4.5 позволяет визуально выявить точки с низким уровнем пользования ремнями безопасности и, в то же время с неплохим значением социального риска. И, наоборот, видны точки, в которых уровень пользования ремнями безопасности высок, а социальный риск при этом значительный. Это предполагает наличие, наряду с долей лиц, пользующихся ремнями безопасности на передних сидениях, иных факторов, влияющих на социальный риск. На рисунках 4.6–4.8 приведены категорированные по уровню доходов населения диаграммы рассеивания социального риска в зависимости от автомобилизации и процента пользования ремнями безопасности, а также процента пользующихся ремнями безопасности от автомобилизации.

Вид диаграмм рассеивания на рисунках 4.6–4.8 позволяет выдвинуть гипотезу о наличии зависимости социального риска от уровня дохода населения, автомобилизации и доли пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении. Дальнейший регрессионный анализ позволил установить вид зависимости социального риска от доли пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении для стран с низким и средним уровнями доходов (таблица 4.3, рисунок 4.9) и социального риска от доли пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении для стран с высоким уровнем дохода (таблица 4.4, рисунок 4.10).

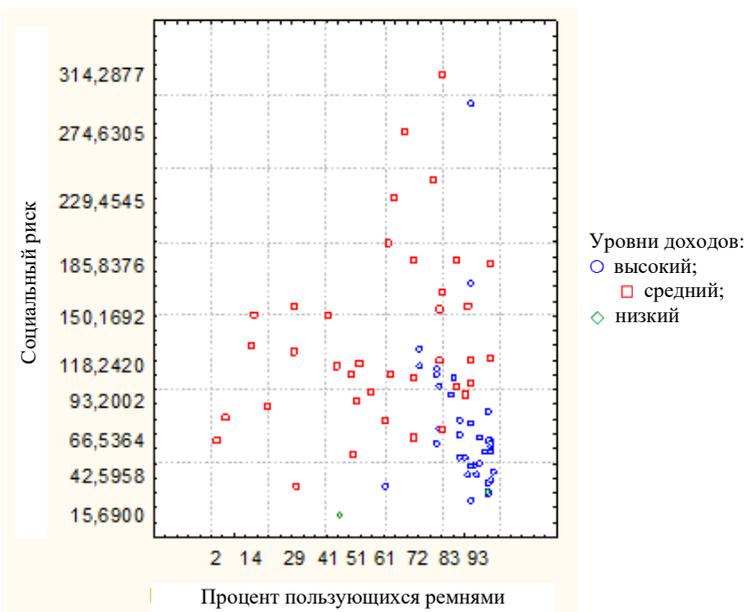


Рисунок 4.6 – Категорированная по уровню доходов населения диаграмма рассеивания социального риска в зависимости от доли пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении

Таблица 4.3 – Результаты статистического анализа изменения социального риска ($1/R_c$) от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении ($D_{рп}$), и автомобилизации (А) для стран со средним и низким уровнем доходов

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p-уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p-уровень
$D_{рп}$	0,000103	0,000023	4,58	< 0,05	0,83	0,68	39,87	< 0,05
1 / А	0,174950	0,030326	5,77	< 0,05				

Таблица 4.4 – Результаты статистического анализа изменения социального риска ($\sqrt{R_c}$) от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении ($D_{рп}$), для стран с высоким уровнем доходов

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p-уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p-уровень
Свободного члена	34,50277	4,695	7,35	< 0,05	0,71	0,51	31,92	< 0,05
$\sqrt{D_{рп}}$	-2,81234	0,498	-5,65	< 0,05				

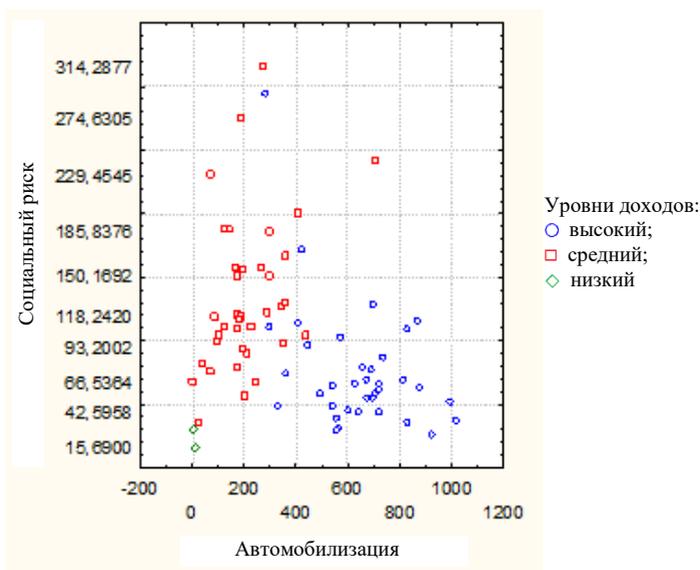


Рисунок 4.7 – Категоризованная по уровню доходов населения диаграмма рассеивания социального риска в зависимости от автомобилизации

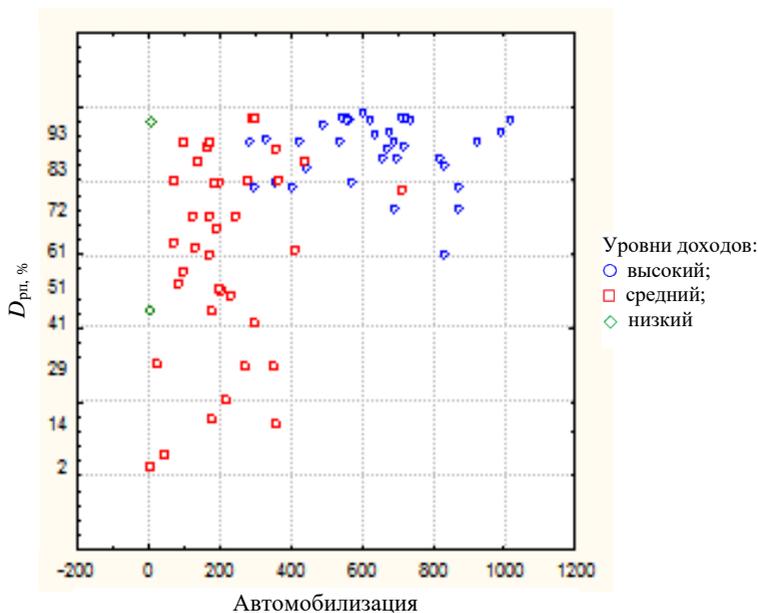


Рисунок 4.8 – Категорированная по уровню доходов населения диаграмма рассеивания доли пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении в зависимости от автомобилизации

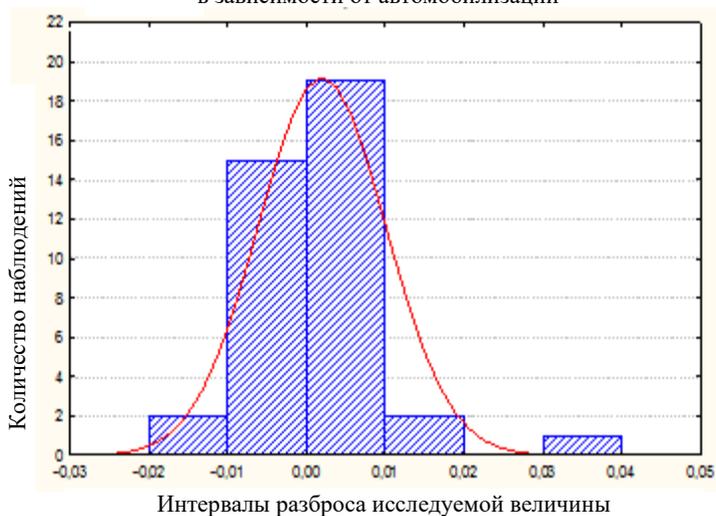


Рисунок 4.9 – Диаграмма остатков для зависимости социального риска (R_c) от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении ($D_{рп}$), и автомобилизации (A) для стран со средним и низким уровнем доходов

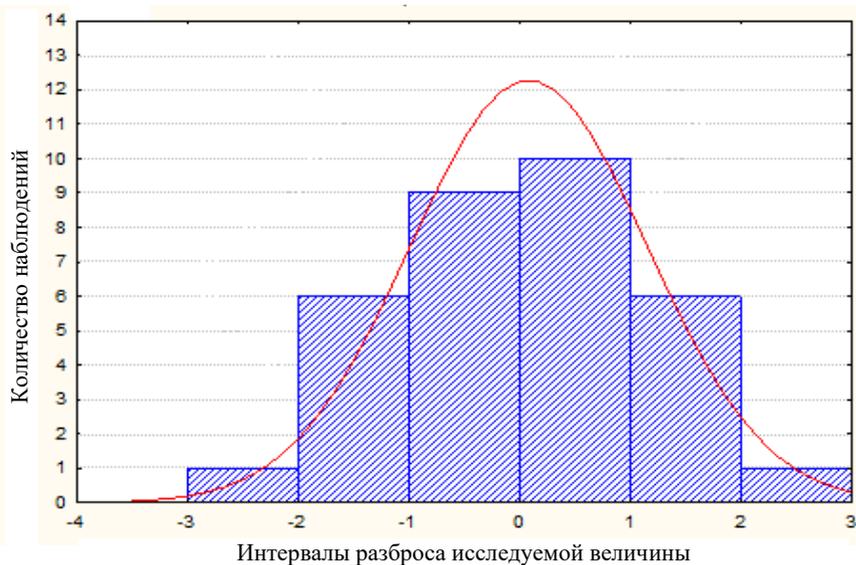


Рисунок 4.10 – Диаграмма распределения остатков для зависимости социального риска (R_c) от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении (D_{pn}), для стран с высоким уровнем доходов

Приведенные в таблицах 4.3 и 4.4, а также на рисунках 4.9 и 4.10 результаты анализа позволяют формализовать влияние пользования ремнем безопасности на переднем сидении на социальный риск в виде следующих выражений:

– для стран со средним и низким уровнем доходов:

$$R_c = \frac{1}{0,000103D_{pn} + \frac{0,17495}{A}}, \quad (4.3)$$

где D_{pn} – процент пользования ремнями безопасности на переднем сидении;

– для стран с высоким уровнем доходов:

$$R_c = (34,50277 - 2,81234\sqrt{D_{pn}})^2. \quad (4.4)$$

На основе выражений (4.3) и (4.4) построены соответствующие графики зависимости (рисунки 4.11, 4.12). Из рисунка 4.11 видно, что при одинаковом уровне автомобилизации социальный риск снижается с ростом доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении. Из рисунка 4.12 следует, что с ростом доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении, социальный риск убывает.

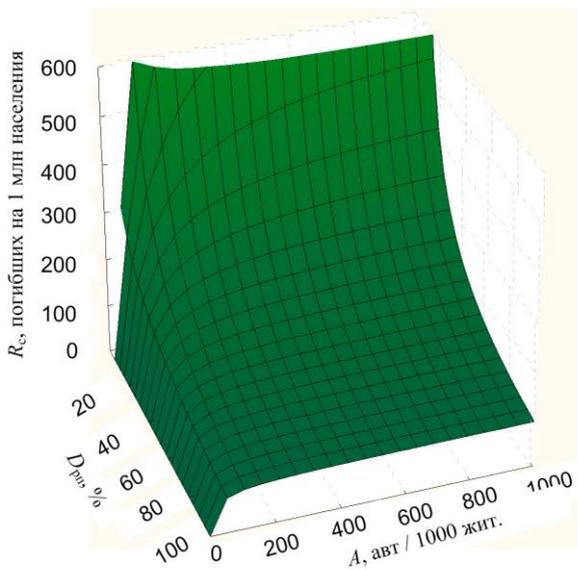


Рисунок 4.11 – График зависимости социального риска от автомобилизации и доли пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении для стран со средним и низким уровнями доходов

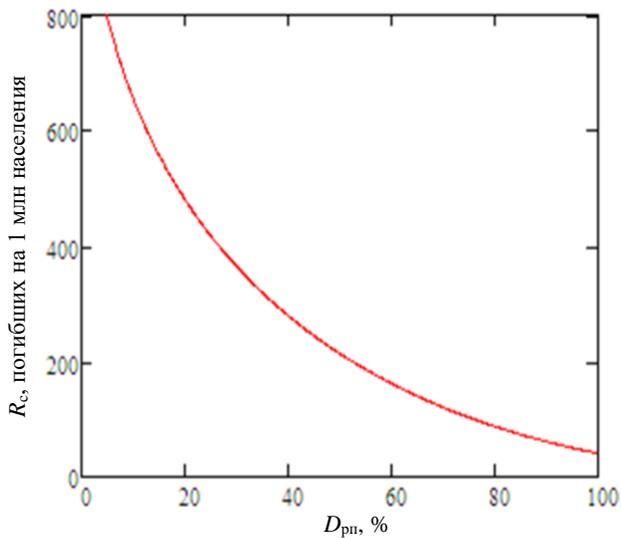


Рисунок 4.12 – График зависимости социального риска от доли пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении для стран с высоким уровнем доходов

Как уже отмечалось выше, уровень автомобилизации в Беларуси составлял 399 автомобилей на 1000 человек населения, социальный риск – 124 погибших в ДТП на 1 млн жителей. Доля лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении, в нашей стране неизвестна. Подставив в выражение (4.3) уровень социального риска и автомобилизацию, можно установить, что ремнями безопасности на передних сидениях в Республике Беларусь пользуются около 74 %. Если же эту долю увеличить до среднего значения стран с высоким уровнем дохода (90 %), то социальный риск составит около 103 погибших в ДТП на 1 млн населения. То есть можно утверждать, что увеличение доли пользующихся ремнями безопасности на передних сидениях с 74 до 90 % позволит снизить уровень социального риска на 17 %. График функции (4.3) при уровне автомобилизации 399 автомобилей на 1000 человек населения приведен на рисунке 4.13.

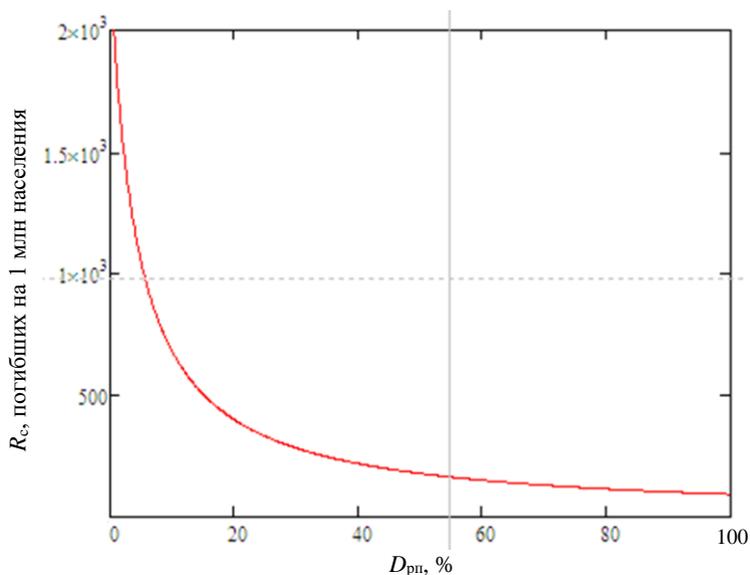


Рисунок 4.13 – Изменение социального риска в зависимости от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении при уровне автомобилизации 399 автомобилей на 1000 жителей

2 Процент пользования ремнями безопасности на заднем сиденье на величину социального риска (рисунок 4.14).

Из рисунка 4.14 видно, что социальный риск имеет динамику роста до некоторого уровня при росте доле лиц, пользующихся ремнями безопасности сзади. При дальнейшем увеличении такой доли социальный риск снижается.

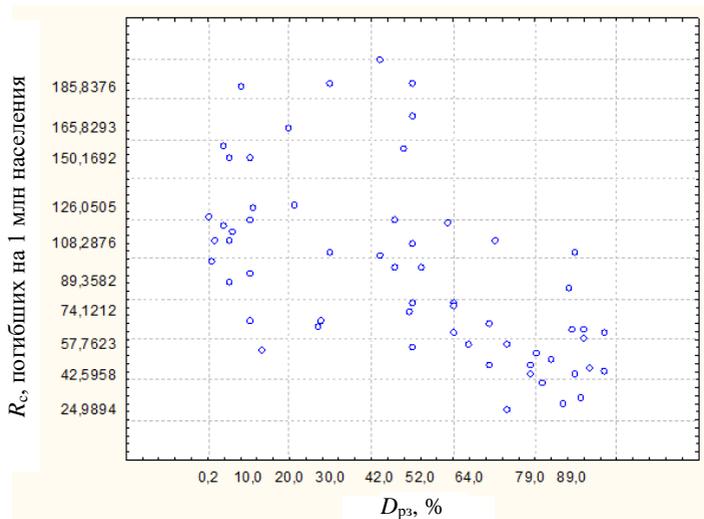


Рисунок 4.14 – Диаграмма рассеивания социального риска в зависимости от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на заднем сидении

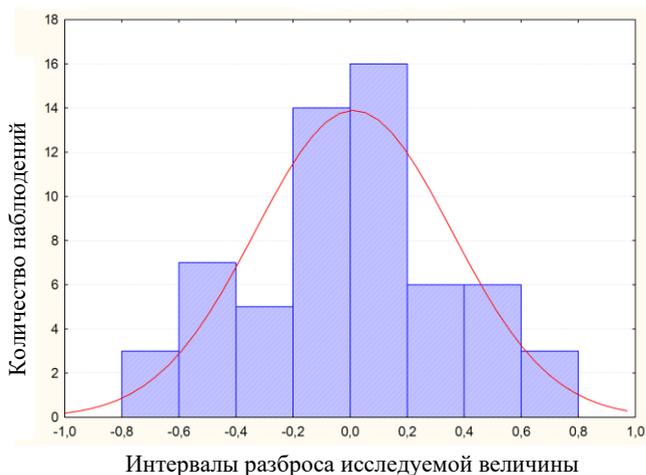


Рисунок 4.15 — Диаграмма распределения остатков для зависимости социального риска (R_c) от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на заднем сидении, и автомобилизации

Дальнейший регрессионный анализ (таблица 4.5, рисунок 4.15) позволил установить зависимость социального риска от уровня автомобилизации и доли пользующихся ремнями безопасности на заднем сидении [выражение (4.5)]:

$$R_c = e^{5,102133-0,000718A-0,007286D_{pz}}, \quad (4.5)$$

где D_{pz} – процент пользующихся ремнями безопасности на заднем сидении.

Таблица 4.5 – Результаты статистического анализа изменения социального риска ($\ln R_c$) от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на переднем сидении (D_{pz}), и автомобилизации (A)

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p-уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p-уровень
Свободного члена	5,102133	0,104264	48,95	< 0,05	0,708	0,502	28,691	< 0,05
D_{pz}	-0,007286	0,001687	-4,32	< 0,05				
A	-0,000718	0,000220	-3,27	< 0,05				

График функции (4.5) представлен на рисунке 4.16. Из этого графика видно, что при одинаковом уровне автомобилизации социальный риск будет снижаться с ростом доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на заднем сидении.

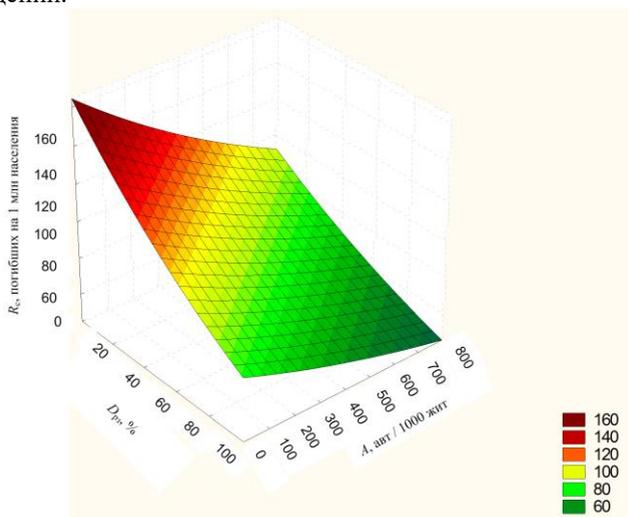


Рисунок 4.16 – График зависимости социального риска от автомобилизации и доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на заднем сидении

Как уже отмечалось выше, уровень автомобилизации в Беларуси составлял 399 автомобилей на 1000 человек населения, социальный риск – 124 погибших в ДТП на 1 млн населения. Доля лиц, пользующихся ремнями безопасности на заднем сидении, в нашей стране неизвестна. Подставив в выражение (4.5) значение уровня социального риска и автомобилизации, получим отрицательное число $(-0,6)$. Это говорит о том, что ремнями безопасности на заднем сидении в Республике Беларусь не пользуются. Если же эту долю увеличить до 90 %, то социальный риск составит около 64 погибших в ДТП на 1 млн населения. То есть можно утверждать, что увеличение доли пользующихся ремнями безопасности на задних сидениях с 0 до 90 % позволит снизить уровень социального риска на 48 %.

График изменения функции (4.5) при значении автомобилизации, равном 399, приведен на рисунке 4.17.

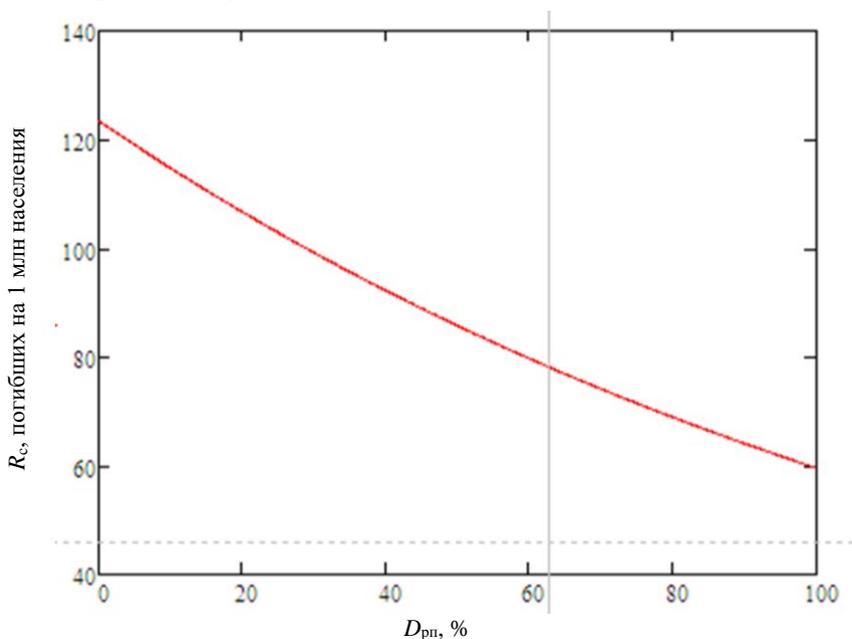


Рисунок 4.17 – Изменение социального риска в зависимости от доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на заднем сидении, при уровне автомобилизации 399 автомобилей на 1000 жителей

Кроме проанализированных данных о влиянии на показатели аварийности непрерывных (числовых) данных также был выполнен аналогичный анализ для категоризированных данных, содержащихся в анкетах [29]. Так, например, среди прочих сведений, содержащихся в этих анке-

тах, есть информация о наличии политики пропагандирования передвижений пешком. Возможные варианты заполнения поля анкеты этого раздела:

- 1) *да* – политика передвижения пешком пропагандируется на государственном уровне;
- 2) *нет* – политика передвижения пешком не пропагандируется;
- 3) *на субнациональном уровне* – политика передвижения пешком пропагандируется на уровне местных территориальных образований;
- 4) « \leftrightarrow » *нет данных*. Такие страны исключались из анализа.

Для оценки статистической связи между наличием (отсутствием) политики пропагандирования передвижений пешком и относительными показателями аварийности использовались критерии: Крускала-Уоллиса – предназначен для оценки различий медиан нескольких выборок по уровню какого-либо признака; Фишера – предназначен для оценки различий дисперсий нескольких выборок.

На рисунке 4.18 приведена категоризированная диаграмма рассеивания транспортного риска в зависимости от наличия политики пропагандирования передвижений пешком.

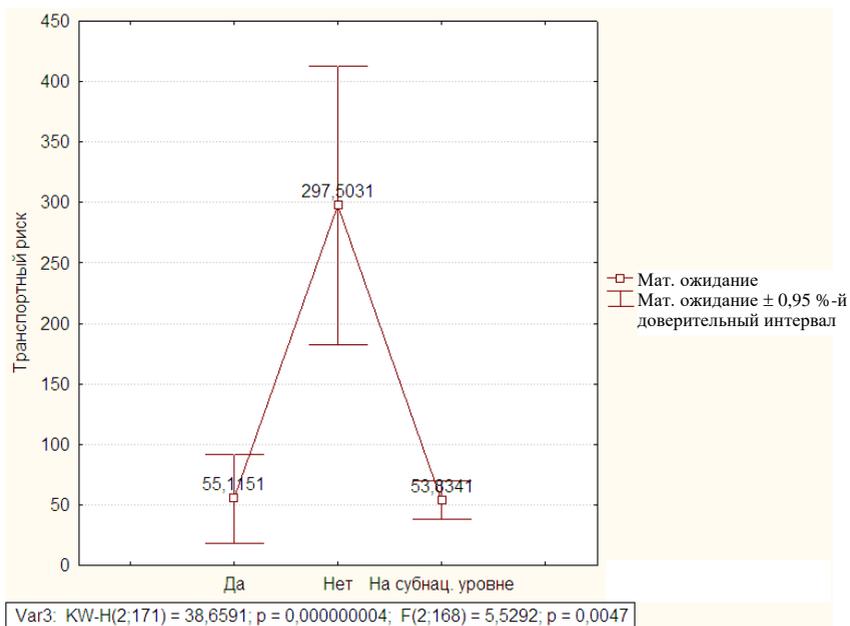


Рисунок 4.18 – Оценка влияния наличия политики пропагандирования передвижений пешком на транспортный риск

Из рисунка 4.18 видно, что как по критерию Крускала-Уоллеса, так и по критерию Фишера наличие политики пропогандирования пеших передвижений статистически значимо влияет на уровень транспортного риска. Также видно, что наличие политики пропагандирования передвижений пешком на субнациональном уровне позволит снизить уровень транспортного риска примерно на 82 % по сравнению с уровнем транспортного риска стран, в которых отсутствует такая политика (как в Республике Беларусь).

Аналогичный анализ был выполнен и для остальных категоризированных данных анкет [29]. В результате получено статистически значимое наличие связи между:

1) государственным финансированием внедрений в сфере безопасности дорожного движения и транспортным риском (рисунок 4.19);

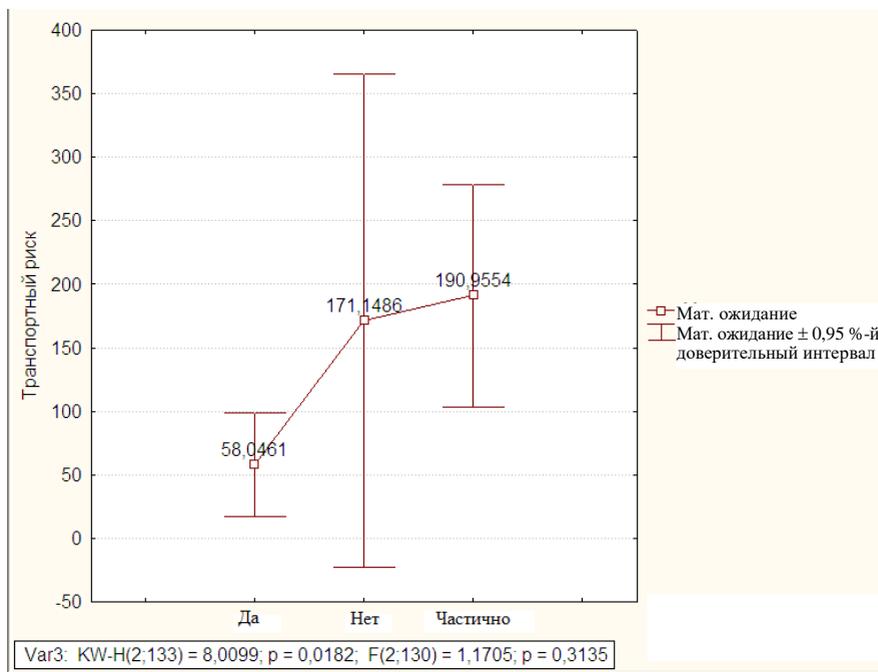


Рисунок 4.19 – Оценка влияния наличия финансирования внедрения разработок на транспортный риск

2) системой штрафных баллов и величиной транспортного риска (рисунок 4.20);

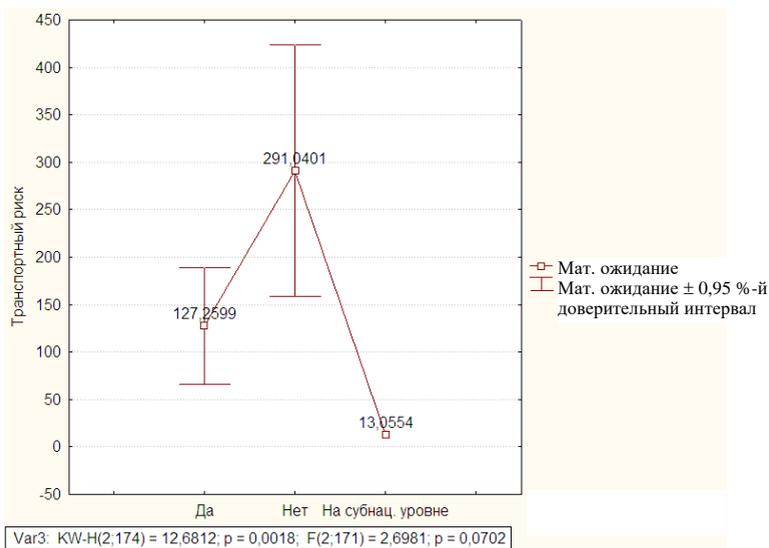


Рисунок 4.20 – Оценка влияния системы штрафных баллов на транспортный риск

3) возможностью местных властей самостоятельно устанавливать максимальные значения скоростей движения и социальным риском (рисунок 4.21);

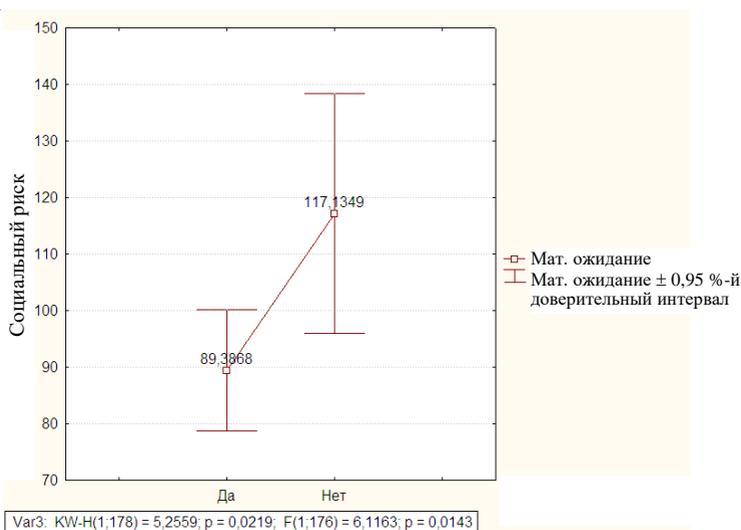


Рисунок 4.21 – Оценка влияния возможности местных органов власти самостоятельно устанавливать максимальные скоростные режимы на социальный риск

4) ограничением максимальной скорости движения в городах и социальным риском (рисунок 4.22).

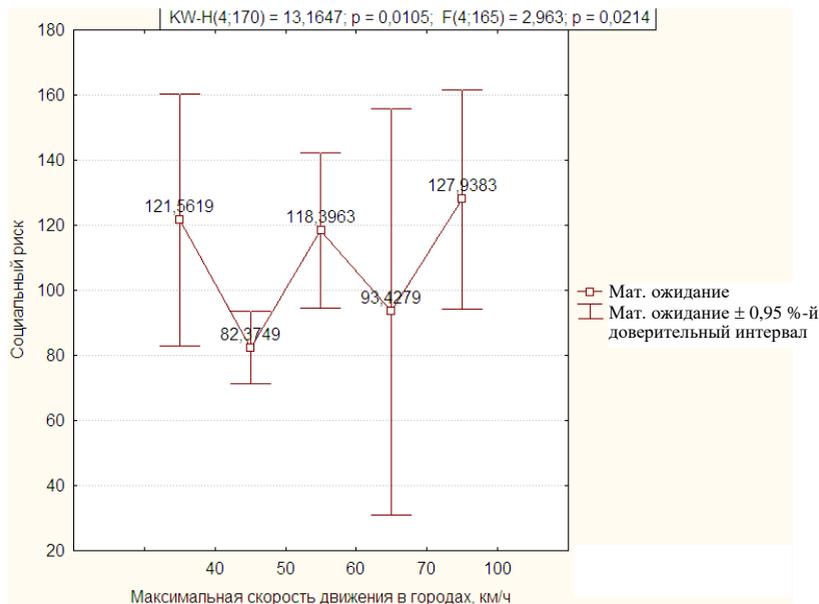


Рисунок 4.22 – Оценка влияния максимальных скоростных режимов в населенных пунктах на социальный риск

Из рисунков 4.19–4.22 можно сделать следующие выводы:

1 По критерию Крускала-Уоллеса имеется статистически значимая зависимость транспортного риска от наличия финансирования внедрения (см. рисунок 4.20). Так, реализация на государственном уровне финансирования внедрений разработок в сфере безопасности дорожного движения позволит снизить уровень транспортного риска примерно на 70 % по сравнению с уровнем транспортного риска стран, в которых производится частичное финансирование внедрений (как в Республике Беларусь).

2 По критерию Крускала-Уоллеса имеется статистически значимая зависимость транспортного риска от наличия системы штрафных баллов (см. рисунок 4.21). При этом внедрение системы штрафных баллов позволяет снизить уровень транспортного риска примерно на 56 % по сравнению с уровнем транспортного риска стран, в которых отсутствует такая система (как в Республике Беларусь).

3 По критериям Крускала-Уоллеса и Фишера имеется статистически значимая зависимость социального риска от наличия возможности у мест-

ных органов власти самостоятельно устанавливать максимальные скоростные режимы (см. рисунок 4.22). При этом уровень социального риска в странах, в которых местные органы власти имеют такие полномочия, примерно на 24 % ниже по сравнению с уровнем социального риска стран, в которых отсутствует такая возможность (как в Республике Беларусь).

4 По критериям Крускала-Уоллеса и Фишера имеется статистически значимая зависимость социального риска от максимальной скорости движения в населенных пунктах (см. рисунок 4.22). Из этого рисунка видно, что минимальное значение социального риска наблюдается у стран с ограничением максимальных скоростей движения в населенных пунктах в пределах от 40 (не включая) до 50 (включительно) км/ч. Уровень социального риска в таких странах на 30 % ниже, чем в странах, где максимальная скорость движения в населенных пунктах расположена в пределах от 50 (не включая) до 60 (включительно) км/ч (как в Республике Беларусь).

4.4 Оценка экономического эффекта реализации мероприятий по повышению безопасности дорожного движения

Для оценки масштабов аварийных потерь в дорожном движении на основании данных [29] было определено влияние относительных показателей аварийности на валовый внутренний продукт страны. Так, в анкетах [29] есть информация о величине ВВП (в %), недополученного из-за ДТП. Таким образом, указанные потери ВВП являются зависимой переменной, а социальный и транспортный риски – независимой. Объем выборки составил 66 стран, для которых известны величины социального и транспортного риска, а также потери ВВП. Результаты множественного регрессионного анализа представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Результаты статистического анализа изменения величины недополученного из-за ДТП ВВП (P , %) от уровня социального (R_c) и транспортного рисков (R_T)

Оценка	Значение	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	p -уровень	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	p -уровень
R_c	0,00916	0,001662	5,511	< 0,05	0,74	0,54	38,108	< 0,05
R_T	0,0036	0,000818	4,401	< 0,05				

Из таблицы 4.6 видно:

1 Зависимость величины недополученного из-за ДТП ВВП (P , %) от социального (R_c) и транспортного (R_T) рисков имеет вид

$$P = 0,00916R_c + 0,0036R_T. \quad (4.6)$$

2 Коэффициент детерминации равен 0,54, что говорит о том, что полученное уравнение регрессии объясняет 54 % изменения наблюдений.

3 Критерии Фишера и Стьюдента, а также уровень значимости позволяют утверждать, что полученная модель является статистически значимой.

Анализ остатков (рисунок 4.23) показывает нормальность их распределения.

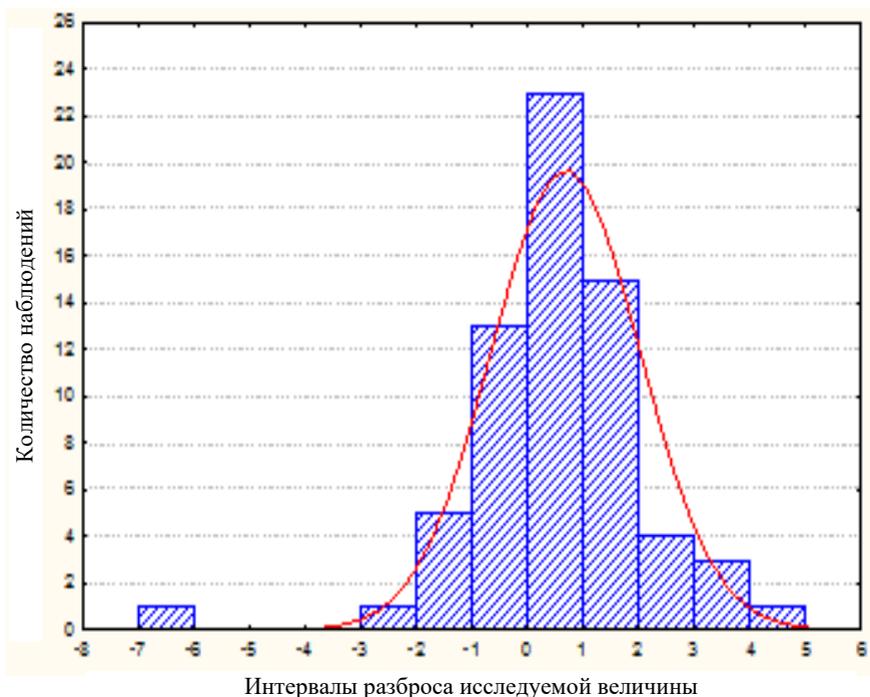


Рисунок 4.23 – Гистограмма распределения остатков

Из выражения (4.6) видно, что значение недополученного из-за ДТП ВВП увеличивается с ростом социального и транспортного рисков. При этом изменение социального риска на единицу в три раза больше влияет на изменение зависимой переменной, по сравнению с изменением транспортного риска. Зная, что [29, с. 68] в Беларуси социальный риск составлял 124 погибших в ДТП на 1 млн жителей, а транспортный – 31,1 погибших на 100 тыс. зарегистрированных транспортных средств, из выражения (4.6) можно установить, что величина недополученного ВВП в нашей стране составляет около 1,25 %. Учитывая, что ВВП нашей страны на 2010 г. был равен 55,22 млрд \$ [5], то потери от ДТП составят $55,22 \cdot 0,0125 = 690,3$ млн \$.

Для оценки эффективности совокупной реализации рассмотренных выше мероприятий по безопасности дорожного движения можно использовать выражение

$$P_{a2} = n_a(1 - \Delta a), \quad (4.7)$$

где P_{a2} – ожидаемый уровень аварийности после внедрения мероприятий; n_a – значение показателя аварийности до внедрения мероприятий; Δa – коэффициент снижения аварийности от внедряемого мероприятия.

Ожидаемый уровень аварийности после внедрения мероприятий по каждому мероприятию составит:

1 Для социального риска:

– увеличение доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на передних сиденьях, до 90 % – 0,17;

– увеличение доли лиц, пользующихся ремнями безопасности на задних сиденьях, до 90 % – 0,48;

– наличие полномочий местным органам власти самостоятельно устанавливать скоростные режимы – 0,24;

– ограничение максимальной скорости движения в населенных пунктах до 50 км/ч – 0,3.

2 Для транспортного риска:

– реализация политики пропагандирования передвижений пешком – 0,82.

При одновременном внедрении нескольких мероприятий коэффициент снижения аварийности рассчитывается по формуле

$$\Delta a^* = 1 - (1 - \Delta a_1)(1 - \Delta a_2) \dots, \quad (4.8)$$

где Δa_1 , Δa_2 – коэффициенты снижения аварийности для данного мероприятия.

Для мероприятий, снижающих социальный риск,

$$\Delta a_1 = 1 - (1 - 0,17)(1 - 0,48)(1 - 0,24)(1 - 0,3) = 0,77.$$

Для мероприятий, снижающих транспортный риск,

$$\Delta a_2 = 1 - (1 - 0,82) = 0,82.$$

Тогда из выражения (4.7) ожидаемые показатели аварийности будут равны:

– социальный риск: $R_c = 124 (1 - 0,77) = 28,5$ погибших в ДТП на 1 млн населения;

– транспортный риск: $R_t = 31,1 (1 - 0,82) = 5,6$ погибших в ДТП на 100 тыс. зарегистрированных транспортных средств.

Зная прогнозные значения социального и транспортного рисков из выражения (4.6), можно определить размер потерь ВВП от ДТП:

$$P = 0,00916 \cdot 28,5 + 0,0036 \cdot 5,6 = 0,28 \%, \text{ или } 55,22 \cdot 0,0028 = 154,6 \text{ млн } \$.$$

Следовательно, экономический эффект от внедрения предложенных мероприятий составит $690,3 - 154,6 = 535,7$ млн \$ в год.

Выводы. Проведенный анализ автомобилизации в Республике Беларусь (см. разд. 1) мирового опыта реализации мер по повышению БДД и текущей стадии развития политики БДД в нашей стране (см. разд. 2), динамики изменения показателей аварийности по видам ДТП, видам нарушений ПДД, категориям участников дорожного движения (см. разд. 3) и статистический анализ данных о БДД на макроуровне (см. подразд. 4.1–4.4) показывают необходимость **первоочередной реализации следующих мер:**

1) общесистемных:

– усиление роли науки в разработке мероприятий по повышению безопасности дорожного движения, в том числе первоочередное проведение углубленных статистических исследований причин и факторов риска, способствующих возникновению ДТП и повышающих тяжесть их последствий;

– разработка системы хранения и анализа данных о ДТП, в том числе с материальным ущербом, а также хранения данных о реализованных мероприятиях по повышению БДД;

– создание и поддержка в актуальном состоянии тематического сайта и страницы в социальных сетях;

– проработка возможности создания благотворительного фонда по сбору средств на реализацию мероприятий по повышению БДД;

– создание методики разработки, реализации и оценки эффективности проведения информационных кампаний по БДД;

– проведение политики пропагандирования пользования общественным транспортом, пеших передвижений и поездок на велосипедах;

2) направленных на фактор риска «Человек»:

– разработка актуальных информационных материалов для проведения общей информационной кампании о масштабах проблемы БДД и кампаний, направленных на участников дорожного движения повышенной группы риска (пешеходы, молодые водители, пользование ремнями безопасности и т.д.);

– пропагандирование БДД в школах, детских садах и трудовых коллективах;

– исследование причин несоблюдения ПДД участниками ДТП и разработка материалов для дополнительного их информирования о действующем законодательстве и последствиях его несоблюдения;

– ежегодное проведение конкурса «Лучшая автошкола Гомеля»;

3) направленных на фактор риска «Дорога»;

– постоянное выявление мест концентрации ДТП и реализация мероприятий по снижению числа и тяжести аварий;

- выявление «узких» мест, снижающих плавность движения транспортного потока, и разработка мероприятий по повышению их пропускной способности;
- качественное содержание дорог в зимний период;
- переоборудование стандартных перекрестков в кольцевые;
- оборудование наземных пешеходных переходов островками безопасности;
- широкое применение конструктивно выделенных направляющих островков для канализирования транспортных потоков;
- применение мер сдерживания скорости на опасных участках;
- оптимизация циклов светофорного регулирования на регулируемых перекрестках.

5 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

5.1 Методика исследования

При прогнозировании количества погибших в ДТП на 2020 г. использовался регрессионный анализ (методика описана в приложении Б). Целевое значение количества погибших в ДТП в Гомельской области на 2020 г. установлено из общемировой практики снижения количества погибших в ДТП за 10 лет на 50 %. Методика установления целевых заданий по количеству погибших в ДТП приведена в подразд. 5.3. Факторы, влияющие на количество погибших в ДТП, установлены при помощи таблиц корреляции. Методика проведения корреляционного анализа в программе «Statistica» приведена в приложении Е, а методика установления индивидуальных целевых заданий для регионов Гомельской области на каждый год до 2020 г. – в подразд. 5.4.

5.2 Прогнозирование числа погибших в ДТП в Гомельской области

Для прогнозирования количества погибших в ДТП в Гомельской области можно применить анализ временных рядов. В общем случае **аддитивная модель временного ряда** может быть представлена в виде

$$y_i = f(t) + s(t) + c(t) + e_i,$$

где $f(t)$ – детерминированная функция времени t , называемая трендом; $s(t)$ – сезонная составляющая; $c(t)$ – циклическая составляющая; e_i – последовательность некоррелированных случайных величин с нулевым математическим ожиданием и постоянной дисперсией.

Для получения прогнозных значений числа погибших в ДТП в Гомельской области реализован следующий **алгоритм действий**:

1 Построено графическое представление числа погибших в ДТП. Из графика видно, что число погибших в ДТП уменьшается с течением времени. Таким образом, есть основания считать, что число погибших в ДТП в Гомельской области имеет тренд.

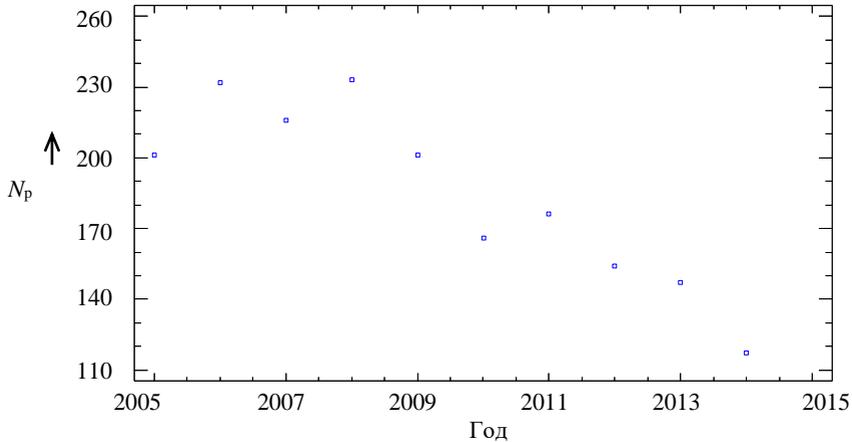


Рисунок 5.1 – Динамика изменения числа погибших в ДТП в Гомельской области

2 Проверяем гипотезу о наличии тренда. Осуществим эту проверку с помощью критериев: серий; восходящих и нисходящих; автокорреляций. По критерию восходящих и нисходящих серий, критерию автокорреляций наличие тренда отсутствует. Для критерия же серий достигаемый уровень значимости ($P\text{-Value} = 0,019$) меньше, чем выбранный уровень значимости $0,05$, и рассматриваемые данные не являются “случайными”. Поэтому можно говорить о наличии тренда.

3 Осуществляем оценку тренда. Поскольку имеющихся данных сравнительно немного, то будем использовать параметрические методы выделения тренда. В этом случае модель временного ряда может быть представлена в виде $y_t = f(t) + e_t$.

Рассмотрим линейную модель тренда $f(t) = \beta_0 + \beta_1 t$. С помощью метода наименьших квадратов оценим параметры β_0, β_1 . В результате получим следующую модель временного ряда:

$$N_{\text{пт}} = 22922,1 - 11,32t,$$

где t – год.

4 Оцениваем качество полученной модели. Статистическая проверка значимости параметров тренда показала, что они значимо отличаются от нуля. Проведем анализ остатков. Для этого проверим остатки на случайность с помощью критериев серий; восходящих и нисходящих серий; автокорреляций. Так как достигаемый уровень значимости для этих трех критериев ($0,737; 0,334; 0,774$) больше, чем выбранный уровень значимости $0,05$,

то гипотеза о том, что остатки являются независимыми случайными величинами, не отклоняется на уровне значимости 0,05. Гистограмма распределения остатков приведена на рисунке 5.2.

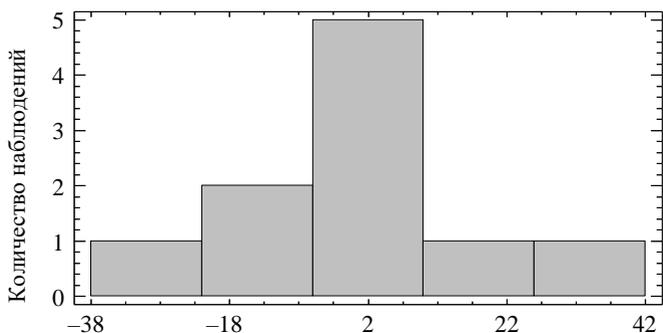


Рисунок 5.2 – Гистограмма распределения остатков

Таким образом, можно сделать заключение о том, что линейная модель тренда является адекватной.

5 Строим прогноз. Результаты прогноза по полученной модели приведены в таблице 5.1 и на рисунке 5.3. Из рисунка 5.3 видно, что прогнозное значение количества погибших в ДТП на 2020 г. составляет 66 человек с интервалом разброса от 13 до 118 погибших. Проведение политики в области обеспечения безопасности дорожного движения подразумевает наличие целевых ориентиров, отличающихся в меньшую сторону от инерционного сценария.

Таблица 5.1 – Прогноз числа погибших в ДТП

Год	Прогнозное значение	95%-й интервальный прогноз	
		нижняя граница	верхняя граница
2015	122	92	152
2016	111	77	145
2017	99	61	138
2018	88	45	131
2019	77	29	125
2020	66	13	118

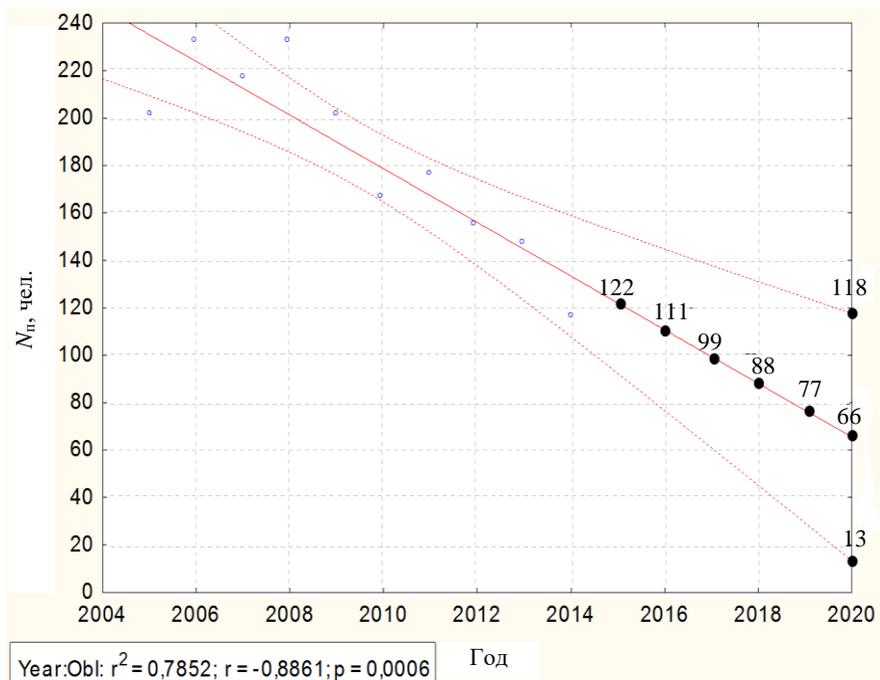


Рисунок 5.3 – Графическое изображение прогнозных значений числа погибших в ДТП

5.3 Установление целевых ориентиров программы безопасности дорожного движения и их разбивка по годам реализации

Из рисунка 5.3 видно, что при сохранении положения дел в исходном (таком же) состоянии прогнозное значение числа погибших в ДТП в Гомельской области в 2020 г. составит 66 человек. Предложенный к реализации **программно-целевой подход** к управлению безопасностью дорожного движения подразумевает наличие целевого ориентира. Общепринятой мировой практикой считается снижение на 50 % числа погибших в ДТП за 10 лет. Если подходить в таком контексте к постановке цели, то на 6 лет (с 2015 по 2020) необходимо установить значение снижения числа погибших в ДТП не менее чем на 25 % в 2020 г. по отношению к 2014 г., т.е. не более 87 погибших в ДТП в 2020 г. Из рисунка 5.3 видно, что указанная цель (87 человек погибшими) превышает ожидаемое число погибших в 2020 г. (66 че-

людей). Таким образом, установка целевого ориентира в 87 погибших не совсем корректна.

Вообще целевые ориентиры программ повышения БДД показывают амбиции государства в сфере безопасности дорожного движения, а их математический расчет практически не осуществим. В таких условиях предлагается в качестве цели установить сохранение динамики снижения числа погибших и обеспечение к 2020 г. не более 65 человек погибших в ДТП.

Для определения промежуточных целевых значений показателя аварийности по годам реализации программы необходимо через две точки провести кривую, описывающую динамику изменения показателя аварийности:

1 В случае, если прогнозное значение показателя в i -м году (2014 г.) меньше, чем фактическое, или равно ему, то:

– первая точка: 2014 г. и количество фактически погибших $N_{\text{пф}}$ в 2014 г. [т.е. 2014; $N_{\text{пф}}(2014)$];

– вторая точка: 2020 г. и целевое количество погибших $N_{\text{ц}}$ в 2020 г. (65 человек) (т.е. 2020; $N_{\text{ц}}$).

2 В случае, если прогнозное значение показателя в i -м году (2014 г.) больше, чем фактическое, то:

– первая точка: 2014 г. и количество погибших в 2014 г. по прогнозной кривой $N_{\text{пн}}$ [т.е. 2014; $N_{\text{пн}}(2014)$];

– вторая точка: 2020 г. и целевое количество погибших $N_{\text{ц}}$ в 2020 г. (65 человек) (т.е. 2020; $N_{\text{ц}}$).

После этого необходимо найти для этой кривой значения функции для каждого года реализации программы.

В подразд. 5.2 было установлено, что изменение числа погибших в ДТП в Гомельской области описывается моделью

$$N_{\text{пн}} = 22922,097 - 11,3152t, \quad (5.1)$$

где t – календарный год.

Последующие целевые значения количества погибших в ДТП по годам реализации программы $N_{\text{пн}}(t)$ определяются в соответствии с полученным выражением (5.1), т.е. с сохранением линейности зависимости

$$N_{\text{пн}}(a_0, a_1, t) = a_0 + a_1t, \quad (5.2)$$

но проходящей через точки (2014; $N_{\text{пф}}(2014)$) и (2020; $N_{\text{ц}}$).

Следовательно, задача определения коэффициентов a_0 и a_1 выражения (5.2) сводится к решению следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} N_{\text{нп}}(a_0, a_1, 2014) = N_{\text{нп}}(2014); \\ N_{\text{нп}}(a_0, a_1, 2020) = N_{\text{нп}}. \end{cases} \quad (5.3)$$

Решение данной системы уравнений позволяет определить вид целевого тренда, который будет иметь порядок убывания такой же, как и выявленный моделью (5.1). Тогда целевые задания по числу погибших в ДТП на i -й год реализации программы будут равными $N_{\text{нп}}(a_0, a_1, i)$.

В данном конкретном случае уравнение имеет линейный вид. Уравнение прямой, проходящей через две точки, выглядит следующим образом:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}. \quad (5.4)$$

Подставив координаты точек (2014; 117) и (2020; 65) в выражение (5.4), получим

$$\frac{x - 2014}{2020 - 2014} = \frac{y - 117}{65 - 117},$$

откуда $y = 52715 / 3 - 26x / 3$. Подставив в это выражение значения промежуточных лет (2015–2019), можно получить промежуточные целевые значения. Прогнозные и целевые значения по годам реализации программы ПБДД приведены на рисунке 5.4.

Эффект от достижения цели программы повышения безопасности дорожного движения можно рассчитать как разницу между прогнозным и целевым числами погибших. Из рисунка 5.5 видно, что эффект от успешной реализации программы составит 43 сохраненных человеческих жизни за 6 лет.

5.4 Установление индивидуальных целевых заданий по повышению безопасности дорожного движения субъектам Гомельской области

В предыдущем подразделе было спрогнозировано изменение числа погибших в ДТП человек в Гомельской области на период до 2020 г. На основании такого прогноза и сформулированной цели политики БДД в Гомельской области был установлен целевой ориентир – не более 65 погибших в ДТП в 2020 г. Также были установлены целевые значения по каждому году реализации программы с учетом сложившейся динамики изменения показателя аварийности (см рисунок 5.4).

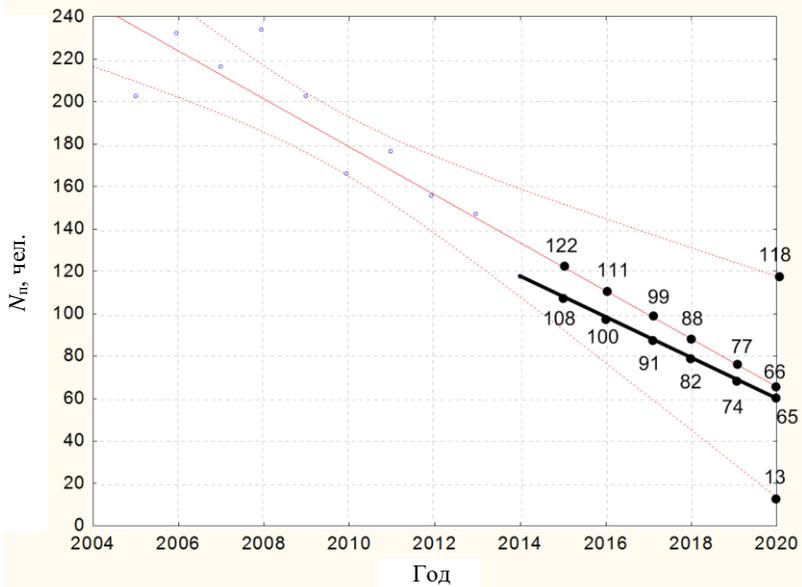


Рисунок 5.4 – Прогнозные (красная линия) и целевые (черная линия) значения числа погибших в ДТП

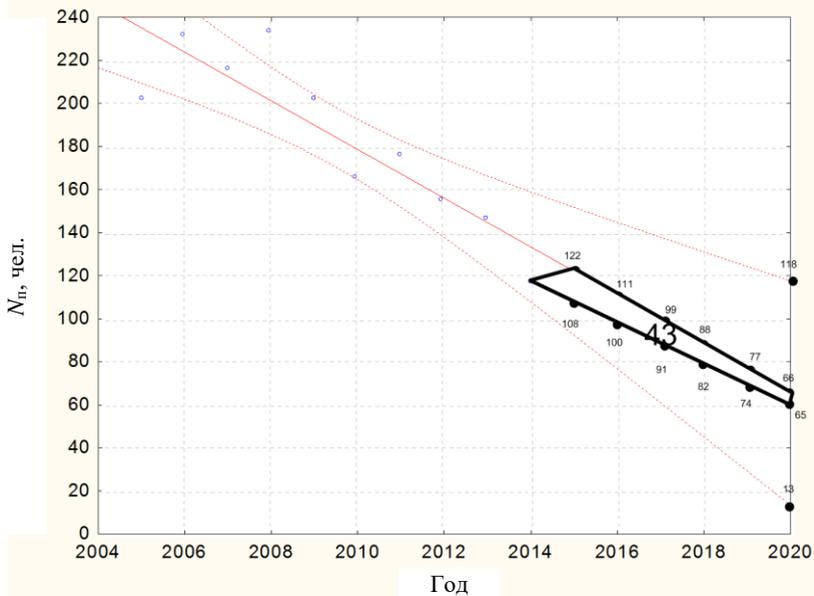


Рисунок 5.5 – Расчет эффекта от реализации программы

В то же время статистика аварийности по Гомельской области выделяет 23 субъекта (см. таблицу 2.2), каждый из которых вносит свой «вклад» в общее количество погибших в ДТП. Количество погибших в Гомельской области состоит из суммы погибших в каждом субъекте региона. Поэтому целевые задания по числу погибших в ДТП должны быть рассчитаны для каждого субъекта. При этом:

1) сумма индивидуальных заданий всех субъектов региона не должна превышать суммарного целевого значения (см. рисунок 5.4) в каждый год реализации;

2) при установлении целевых заданий каждому субъекту региона должны учитываться факторы и особенности, объективно влияющие на принятый показатель аварийности (число погибших в ДТП).

Первое из сформулированных выше условий формализуется в виде неравенства

$$\sum_{j=1}^k N_{\text{пн}j}(i) \leq N_{\text{пн}}(i), \quad (5.5)$$

где i – год реализации программы, $i = \overline{2015; 2020}$; k – количество субъектов региона, $k = 23$; $N_{\text{пн}j}(i)$ – целевое количество погибших в ДТП для j -го субъекта в i -м году реализации программы, чел.; $N_{\text{пн}}(i)$ – целевое количество погибших в ДТП во всем регионе в i -м году реализации программы, чел. (см. рисунок 5.4).

Учитывать условия каждого субъекта региона (см. выше условие 2) можно за счет установления факторов, значимо влияющих на выбранный показатель аварийности. В открытом доступе имеются данные о количестве жителей каждого субъекта и площади его территории (таблица Г.27). Для оценки наличия зависимости между указанными параметрами была рассчитана матрица корреляций (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Матрица корреляций между числом погибших в ДТП, населением региона и его площадью

Наименование переменной	Число погибших в ДТП, чел.	Население региона, тыс. чел.	Площадь региона, км ²
Число погибших в ДТП, чел.	1	0,46	0,25
Население региона, тыс. чел.	0,46	1	-0,41
Площадь региона, км ²	0,25	-0,41	1

Из таблицы 5.2 видно, что на количество погибших в ДТП наиболее значимо оказывает влияние численность населения региона. Дальнейший мно-

жественный регрессионный анализ позволил установить вид зависимости числа погибших от населения субъекта региона. В результате была получена следующая модель:

$$N_{\Pi} = N_{\text{ж}}^{0,3699617}, \quad (5.6)$$

где N_{Π} – число погибших в ДТП, чел.; $N_{\text{ж}}$ – количество жителей субъекта региона, чел.

Полученная модель статистически значима (коэффициент детерминации равен 77,3989 %, $F = 68,49$, $P\text{-Value} = 0,0000$). Это означает, что при установлении целевых заданий для каждого субъекта Гомельской области необходимо учитывать число жителей, проживающих в нем. Тогда индивидуальное целевое задание по количеству погибших в ДТП по j -му субъекту Гомельской области на i -й год определяется по формуле

$$N_{\text{пц}j}(i) = N_{\text{пц}j}(i-1) - [k_{\text{п}j}(i)], \quad i = \overline{2015; 2020}, \quad (5.7)$$

где $[k_{\text{п}j}(i)]$ – округление величины $k_{\text{п}j}(i)$; $N_{\text{пц}j}(2014) = N_{\text{пф}j}(2014)$, т.е. фактическое значение числа погибших в ДТП в 2014 году в j -м субъекте Гомельской области; $k_{\text{п}j}(i)$ – численное значение, на которое в j -м субъекте Гомельской области нужно уменьшить число погибших в ДТП в i -м году по сравнению с предыдущим $(i-1)$ -м годом,

$$k_{\text{п}j}(i) = \frac{\Delta_{\text{пм}j}(i)}{\Delta_{\text{пм}}(i)} (N_{\text{пц}}(i-1) - N_{\text{пц}}(i)), \quad i = \overline{2015; 2020}, \quad (5.8)$$

$$\Delta_{\text{пм}j}(i) = \begin{cases} 0, & \text{если } N_{\text{пц}j}(i-1) \leq N_{\text{пм}j}, \\ N_{\text{пц}j}(i-1) - N_{\text{пм}j}, & \text{если } N_{\text{пц}j}(i-1) > N_{\text{пм}j}, \end{cases} \quad i = \overline{2015; 2020},$$

$N_{\text{пм}j}$ – количество погибших в ДТП в j -м субъекте Гомельской области, рассчитанное по модели (5.6); $N_{\text{пц}j}(2014) = N_{\text{пф}j}(2014)$, т.е. фактическое значение числа погибших в ДТП в 2014 году в j -м субъекте Гомельской области; $\Delta_{\text{пм}}(i) = \sum_{j=1}^{23} \Delta_{\text{пм}j}(i)$; $N_{\text{пц}}(2014) = N_{\text{п}j}(2014)$, т.е. фактическое значение числа погибших в ДТП в 2014 г. в Гомельской области.

В случае, если разница в выражении (5.8) окажется отрицательной (что фактически означает досрочное выполнение целевых показателей), то в качестве прогнозных целевых остаются предыдущие значения.

Результаты расчета индивидуальных целевых заданий по субъектам Гомельской области сведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Расчет индивидуальных целевых заданий

Район	Погибло факт., 2014 г.	Население 2014 г., тыс. чел.	Погибло прогноз, 2014	Целевые значения по годам					
				2015	2016	2017	2018	2019	2020
Брагинский	0	12,597	2,553	0	0	0	0	0	0
Буда-Кошелевский	4	31,367	3,578	4	4	4	4	4	3
Ветковский	2	17,853	2,905	2	2	2	2	2	2
Гомельский	17	67,575	4,753	15	13	10	8	6	3
Добрушский	4	37,214	3,812	4	4	4	4	4	3
Ельский	2	16,022	2,791	2	2	2	2	2	2
Житковичский	11	37,399	3,819	9	8	7	5	4	4
Жлобинский	7	102,158	5,538	7	7	6	6	6	5
Калинковичский	11	60,923	4,574	10	9	8	7	5	4
Кормянский	1	13,928	2,650	1	1	1	1	1	1
Лельчицкий	6	25,135	3,296	5	5	4	3	3	3
Лоевский	1	12,662	2,558	1	1	1	1	1	1
Мозырский	2	131,319	6,077	2	2	2	2	2	2
Наровлянский	0	10,755	2,408	0	0	0	0	0	0
Октябрьский	2	14,492	2,689	2	2	2	2	2	2
Петриковский	1	29,54	3,499	1	1	1	1	1	1
Речицкий	11	100,216	5,499	10	9	8	7	6	5
Рогачевский	9	58,575	4,508	8	7	6	5	4	4
Светлогорский	8	85,827	5,192	7	6	6	5	5	5
Хойникский	1	20,076	3,033	1	1	1	1	1	1
Чечерский	3	14,7	2,703	3	3	3	3	3	2
Гомель	12	512	10,054	12	11	11	11	10	10
Мозырь	2	112	5,730	2	2	2	2	2	2
Итого область	117	1524,333	94,218	108	100	91	82	74	65

Проведенные исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1 Инерционный характер развития ситуации в сфере БДД в Гомельской области показывает, что количество погибших в ДТП к 2020 г. составит от 13 до 118 человек, со средним значением 66 погибших при среднегодовой тенденции снижения числа погибших на 11,3 человека (см. рисунок 5.3).

2 На основе анализа мирового опыта прогаммного-целевого планирования повышения БДД, а также с учетом сложившейся динамики изменения числа погибших в ДТП в Гомельской области сформулирован целевой ориентир – не более 65 погибших в ДТП в Гомельской области в 2020 г.

3 На основе сформулированного целевого ориентира на 2020 г. и с учетом сложившихся закономерностей изменения числа погибших в ДТП в Гомельской области определены промежуточные целевые ориентиры на 2015–2019 гг., которые составляют соответственно не более 108, 100, 91, 82 и 74 погибших в ДТП в Гомельской области (см. рисунок 5.4). Установлено, что достижение таких целей позволит сохранить в Гомельской области 43 человеческие жизни (см. рисунок 5.5).

4 Регрессионный анализ факторов, влияющих на количество погибших в ДТП в регионах Гомельской области, показал наличие статистически значимого влияния на данный показатель аварийности количества жителей региона. С учетом такой зависимости разработан и реализован механизм установления индивидуальных целевых заданий для каждого субъекта (см. таблицу 5.3).

6 РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

6.1 Содержание программы повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области

В предыдущих разделах данной работы сформулированы основные мероприятия, направленные на повышение безопасности дорожного движения. Такие мероприятия, а также целевые ориентиры и ответственные стороны реализованы в виде проекта программы повышения безопасности дорожного движения (приложение Ж). Для решения задач повышения безопасности дорожного движения выделяются три основных направления действий: 1) общесистемные меры; 2) меры, направленные на фактор риска «Человек»; 3) меры, направленные на фактор риска «Дорога».

Общесистемные меры направлены на обеспечение применения научных методов при решении задач повышения безопасности дорожного движения, а также на создание системы менеджмента безопасности дорожного движения. Перечень общесистемных мер приведен в таблице 2.

Меры, направленные на фактор риска «Человек», призваны информировать участников дорожного движения о проблемах аварийности и формировать необходимую модель поведения каждой категории участников дорожного движения. Перечень таких мер приведен в таблице 3.

Меры, направленные на фактор риска «Дорога», призваны реализовать мероприятия по повышению безопасности дорожного движения за счет совершенствования технического оснащения дорог. Перечень таких мер приведен в таблице 4.

В данном разделе приведено описание мероприятий, реализованных (реализуемых) в рамках указанных трех направлений действия по повышению безопасности дорожного движения в Гомельской области.

6.2 Реализация общесистемных мер повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области

Общесистемные меры повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области перечислены в таблице 2 и включают:

1 Усиление роли науки в разработке мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.

2 Разработка геоинформационной системы хранения и анализа данных о ДТП, в том числе с материальным ущербом, а также хранения данных о реализованных мероприятиях по повышению БДД.

3 Создание сайта и страниц в социальных сетях по безопасности дорожного движения в Гомельской области.

4 Создание благотворительного фонда по сбору средств на реализацию мероприятий по повышению БДД.

5 Создание условий по стимулированию альтернативных легковому автомобилю способов перемещения.

По мерам 1, 2 и 5 в настоящий момент проведена определенная работа, суть которой описывается ниже.

6.2.1 Усиление роли науки в разработке мероприятий по повышению безопасности дорожного движения

Работа по реализации проекта «Белорусская сеть безопасности дорожного движения» («be-safe») показала, что в нашей стране целесообразно использовать опыт стран с низким уровнем аварийности, в которых для решения актуальных задач повышения безопасности дорожного движения широко применяются научные подходы.

Применение научных подходов позволило:

1) обосновать объем измерений для оценки интенсивности движения транспортных средств на регулируемых перекрестках;

2) оценить влияние островков безопасности на показатели аварийности.

Не вызывает сомнений тот факт, что качественное управленческое воздействие невозможно без адекватных исходных данных. В качестве последних выступают такие детерминированные величины, как характеристики транспортных и пешеходных потоков. Основной характеристикой транспортного потока является его **интенсивность**. Данная величина непостоянна во времени, и качественный ее расчет является необходимым атрибутом адекватного управленческого воздействия. Основной вопрос, на который был получен ответ в рамках проведенных исследований [39]: какой объем измерений интенсивности необходимо выполнить для того, чтобы оценить ее среднее значение? Проведенные исследова-

ния изменения интенсивности движения автомобилей позволили дать научно обоснованные рекомендации по расчету данной характеристики транспортного потока, которые сформулированы в проекте методических рекомендаций по измерению интенсивности движения на перекрестке (приложение И).

Низкие показатели аварийности с участием пешеходов в развитых странах, а также высокая доля учетных ДТП такого вида в Республике Беларусь предопределили поиски причин такого различия. В рамках изучения оснащения дорог в странах с низким уровнем аварийности было установлено, что значительная часть пешеходных переходов в них обустроена островками безопасности. Это предопределило необходимость проведения работ по оценке влияния доли пешеходных переходов, оборудованных островками безопасности, на показатели аварийности.

Исходные данные для проведения такого исследования [40] были предоставлены территориальными подразделениями ГАИ. Они включают в себя следующие сведения, необходимые для проведения анализа аварийности на пешеходных переходах:

- 1) общие статистические данные о районных центрах Гомельской области;
- 2) статистические данные о ДТП, причинах и условиях их возникновения;
- 3) данные по количеству пешеходных переходов различного типа в районных центрах Гомельской области.

Для анализа использовалась информация о следующих населённых пунктах: Брагин, Буда-Кошелёво, Лельчицы, Лоев, Житковичи, Добруш, Ельск, Жлобин, Калинковичи, Корма, Мозырь, Наровля, Октябрьский, Петриков, Рогачёв, Хойники, Чечерск и город Гомель.

В связи с тем, что для анализа взяты данные для различных населённых пунктов, то в расчёте использовались не абсолютные показатели аварийности и количество пешеходных переходов, а относительные. Показателями, позволяющими привести информацию для разных населённых пунктов к относительным, являются:

- 1) численность населения $Ч_{\text{нас}}$, чел.;
- 2) количество зарегистрированных транспортных средств $N_{\text{ТС}}$, шт.;
- 3) площадь застроенной территории $S_{\text{тер}}$, км²;
- 4) протяжённость дорог (улиц), за исключением дворовых $L_{\text{удс}}$, км.

При выполнении анализа использовались следующие **относительные показатели**:

Аварийности:

- 1) $N_{\text{пог}}/\text{нас}$ – число погибших на единицу населения, чел./чел.;
- 2) $N_{\text{пог}}/N_{\text{ТС}}$ – число погибших на единицу транспорта, чел./авт.;

3) $N_{\text{пог(пеш)}}/\text{нас}$ – число погибших пешеходов на единицу населения, чел./чел.;

4) $N_{\text{пог(пеш)}}/N_{\text{ТС}}$ – число погибших пешеходов на единицу транспорта, чел./авт.;

5) $N_{\text{пог(ТС+пеш)}}/\text{нас}$ – число погибших в ДТП «транспорт – пешеход» на единицу населения, чел./чел.;

6) $N_{\text{пог(ТС+пеш)}}/N_{\text{ТС}}$ – число погибших в ДТП «транспорт – пешеход» на единицу транспорта, чел./авт.;

Пешеходных переходов:

1) $N_{\text{об}}/N_{\text{пер}}$ – доля пешеходных переходов с островком безопасности;

2) $N_{\text{об}}/\text{нас}$ – число пешеходных переходов с островком безопасности на единицу населения, шт./чел.;

3) $N_{\text{об}}/N_{\text{ТС}}$ – число пешеходных переходов с островком безопасности на единицу транспорта, шт./авт.

Результаты исследований [40, гл. 3] позволили установить следующие статистически значимые **зависимости между показателями аварийности и обустройства пешеходных переходов островками безопасности:**

– между количеством погибших на единицу населения и долей пешеходных переходов с островком безопасности:

$$N_{\text{пог}}/\text{нас} = (-1,075 \ln(N_{\text{об}}/N_{\text{пер}} - 1) + 13,962) / 100000;$$

– количеством погибших на единицу зарегистрированных транспортных средств и количеством пешеходных переходов с островком безопасности на единицу транспорта:

$$N_{\text{пог}}/N_{\text{ТС}} = (-0,3977(N_{\text{об}}/N_{\text{ТС}}) + 26,077) / 100000;$$

– количеством погибших в ДТП «транспорт – пешеход» на единицу населения и количеством пешеходных переходов с островком безопасности на единицу населения:

$$N_{\text{пог(ТС+пеш)}}/\text{нас} = (-2,179 \ln(N_{\text{об}}/\text{нас} - 1) + 7,0906) / 100000.$$

Приведенные зависимости показывают, что увеличение доли пешеходных переходов, оборудованных островками безопасности, ведет к снижению показателей аварийности. Этот научно доказанный факт предопределяет необходимость проведения работ по обустройству пешеходных переходов таким видом технического средства организации дорожного движения.

В то же время повсеместное оборудование пешеходных переходов островками безопасности может оказаться экономически нецелесообразным, поскольку такое мероприятие требует значительных капитальных вложений. Кроме того, анализ зарубежного опыта показывает наличие различных условий применения островков безопасности, их конструкции и способов обозначения. Этот факт обуславливает необходимость разработки методических рекомендаций по применению островков безопасности. Соответ-

ствующие научные изыскания приведены в [41] и описаны в подразд. 6.3 данной монографии.

6.2.2 Разработка геоинформационной системы учета данных о дорожно-транспортных происшествиях

Данные о причинах, условиях и обстоятельствах ДТП являются основой выработки правильных управленческих решений, направленных на повышение безопасности дорожного движения. Порядок учета ДТП в Республике Беларусь установлен приказом МВД [42]. Учету подлежат только ДТП, в которых были погибшие или пострадавшие. На каждое из таких ДТП заполняется **карточка учета**. ДТП с материальным ущербом не являются учетными. На них лишь заполняется протокол об административном правонарушении.

Проблема учета ДТП заключается в том, что существующая система не учитывает ДТП с материальным ущербом, а также, что информации об учетных ДТП не всегда достаточно для полного понимания того, что произошло. Для повышения качества и полноты информации о ДТП в Белорусском государственном университете транспорта разработана и внедряется в эксплуатацию на территории г. Гомеля **геоинформационная система учета ДТП** (рисунок 6.1).

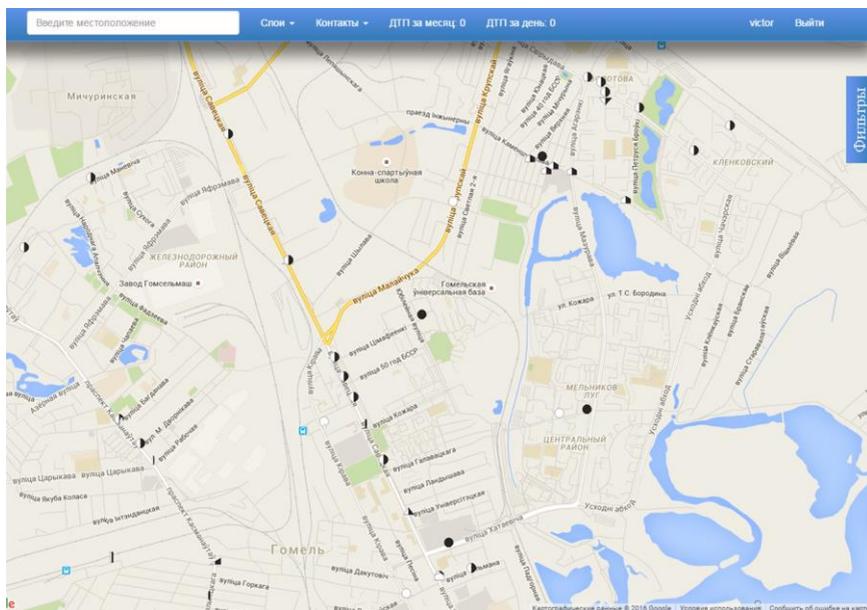


Рисунок 6.1 – Вид окна геоинформационной системы учета ДТП

Разработанная геоинформационная система позволяет отображать места, где произошли ДТП. На карте такие места показаны в виде условных обозначений, описывающих степень тяжести последствий и вид ДТП. Информация, хранящаяся в данной геоинформационной системе, соответствует информации, отображаемой в учетной карточке ДТП. Кроме такой информации в геоинформационную систему можно добавлять фотографии с места ДТП, схему ДТП или видео (рисунок 6.2).

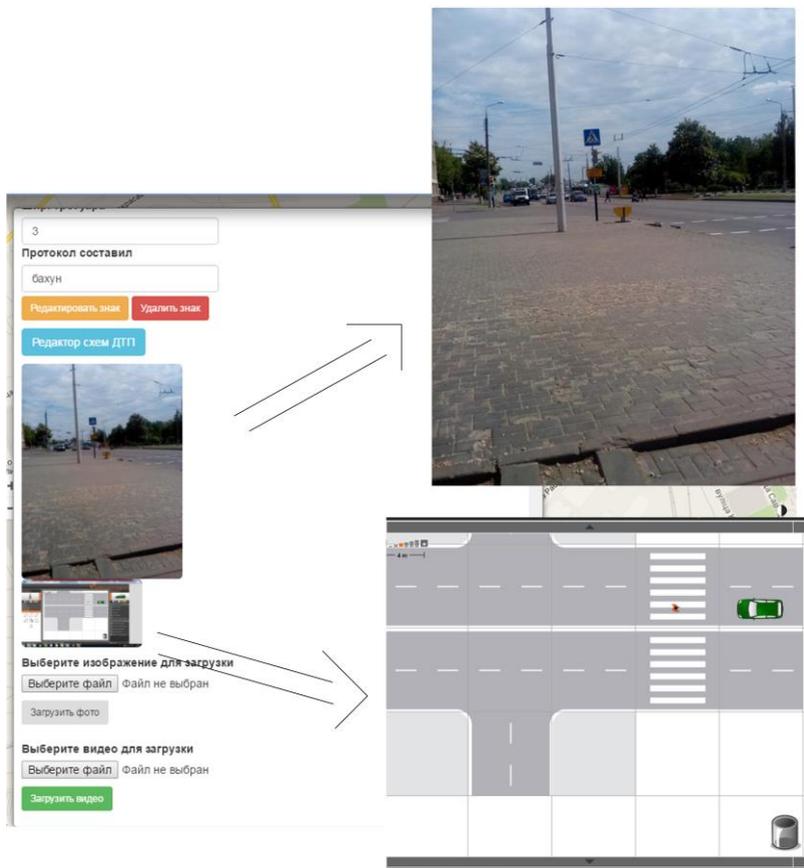


Рисунок 6.2 – Добавление фотографии с места ДТП и схемы ДТП

Разработанная геоинформационная система позволяет также фильтровать информацию по различным признакам: виду ДТП, месту совершения, времени совершения и т.д. (рисунок 6.3).

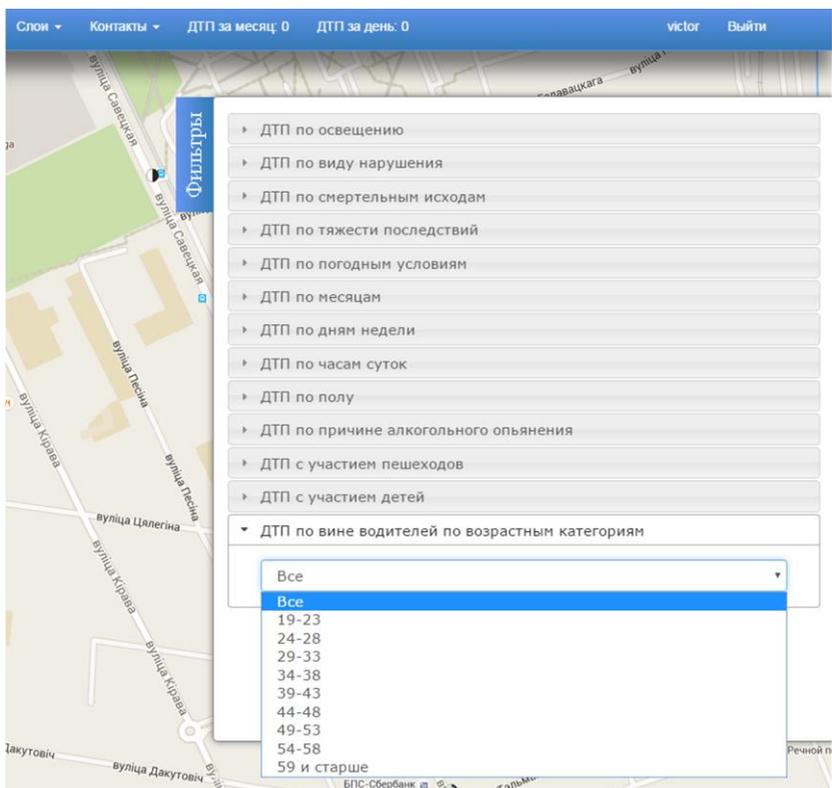


Рисунок 6.3 – Фильтры для ДТП

Предполагается, что эксплуатация такой геоинформационной системы позволит повысить качество учета информации о ДТП, а следовательно, и эффективность управления безопасностью дорожного движения.

6.2.3 Создание условий по стимулированию альтернативных легковому автомобилю способов перемещения

Как показано в разд. 1 данной монографии, рост автомобилизации имеет ряд существенных негативных аспектов. Для их нивелирования и сохранения уровня транспортной подвижности населения необходимо реализовывать комплекс мероприятий по стимулированию альтернативных легковому автомобилю способов перемещения. К таким способам относятся поездки в общественном транспорте и на велосипедах. Для смещения транспортного спроса населения с личных автомобилей в сторону таких альтернативных

способов передвижения в Белорусском государственном университете транспорта проведен комплекс научных изысканий, суть которых сводится к следующему.

В работе [43] показано, что скорость движения общественного транспорта по выделенным полосам статистически значимо отличается от скорости движения в общем потоке (рисунок 6.4).

Comparison of Means

95,0% confidence interval for mean of with priority: 0,164625 +/- 0,05000
 95,0% confidence interval for mean of without priority: 0,211095 +/- 0,00
 95,0% confidence interval for the difference between the means
 assuming equal variances: -0,0464702 +/- 0,0460878 [-0,0925591; -0,0003805]

t test to compare means

Null hypothesis: mean1 = mean2
 Alt. hypothesis: mean1 NE mean2
 assuming equal variances: t = -1,98093 P-value = 0,0481358
 Reject the null hypothesis for alpha = 0,05.

Comparison of Standard Deviations

	with priority	without priority
Standard deviation	0,0598473	0,0659105
Variance	0,0035817	0,00434419
Df	7	503

Ratio of Variances = 0,824479

95,0% Confidence Intervals

Standard deviation of with priority: [0,0395695; 0,121805]
 Standard deviation of without priority: [0,0620772; 0,0702523]
 Ratio of Variances: [0,336499; 3,42648]

F-test to Compare Standard Deviations

Null hypothesis: sigma1 = sigma2
 Alt. hypothesis: sigma1 NE sigma2
 F = 0,824479 P-value = 0,86558
 Do not reject the null hypothesis for alpha = 0,05.

Comparison of Medians

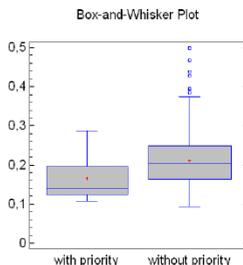
Median of sample 1: 0,141
 Median of sample 2: 0,2025

Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2
 Alt. hypothesis: median1 NE median2

Average rank of sample 1: 147,375
 Average rank of sample 2: 238,232

W = 2889,0 P-value = 0,0355887
 Reject the null hypothesis for alpha = 0,05.



with priority – движение МПТОП по выделенной полосе, without priority – движение МПТОП в общем транспортном потоке

Рисунок 6.4 – Сравнение среднего времени на проезд единицы пути на дороге с полосой для маршрутных транспортных средств и без такой полосы [43, с. 32]

Из рисунка 6.4 видно, что время проезда единицы пути на дорогах с полосой для маршрутных транспортных средств на 22 % меньше, чем при движении в общем потоке.

Также в работе [43] была предложена схема и этапность обустройства улично-дорожной сети г. Гомеля полосами для общественного транспорта.

В работе [44] на основании мирового опыта проектирования велосипедного движения в городах, а также путем анкетирования жителей произведен анализ интересов велюлюбителей. Конечным результатом данной работы стали пилотные веломаршруты транспортного и туристического назначения (рисунки 6.5 и 6.6 соответственно).

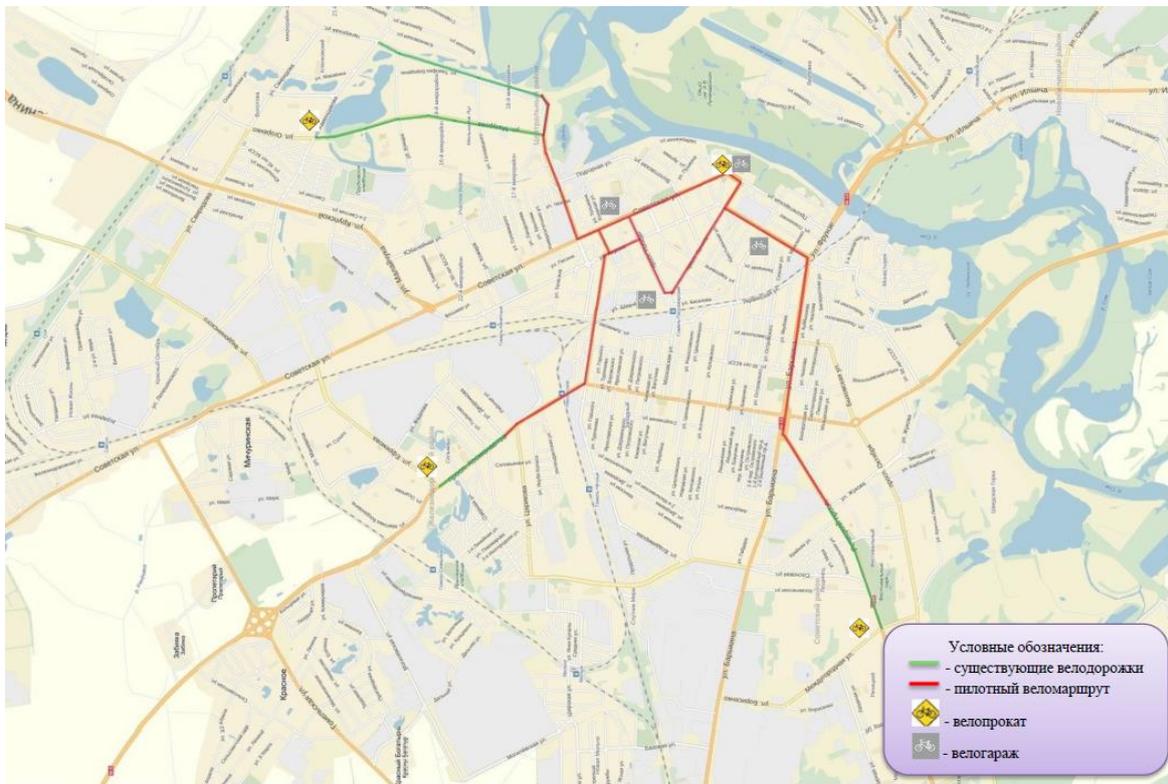


Рисунок 6.5 – Пилотный проект веломаршрутов транспортного назначения

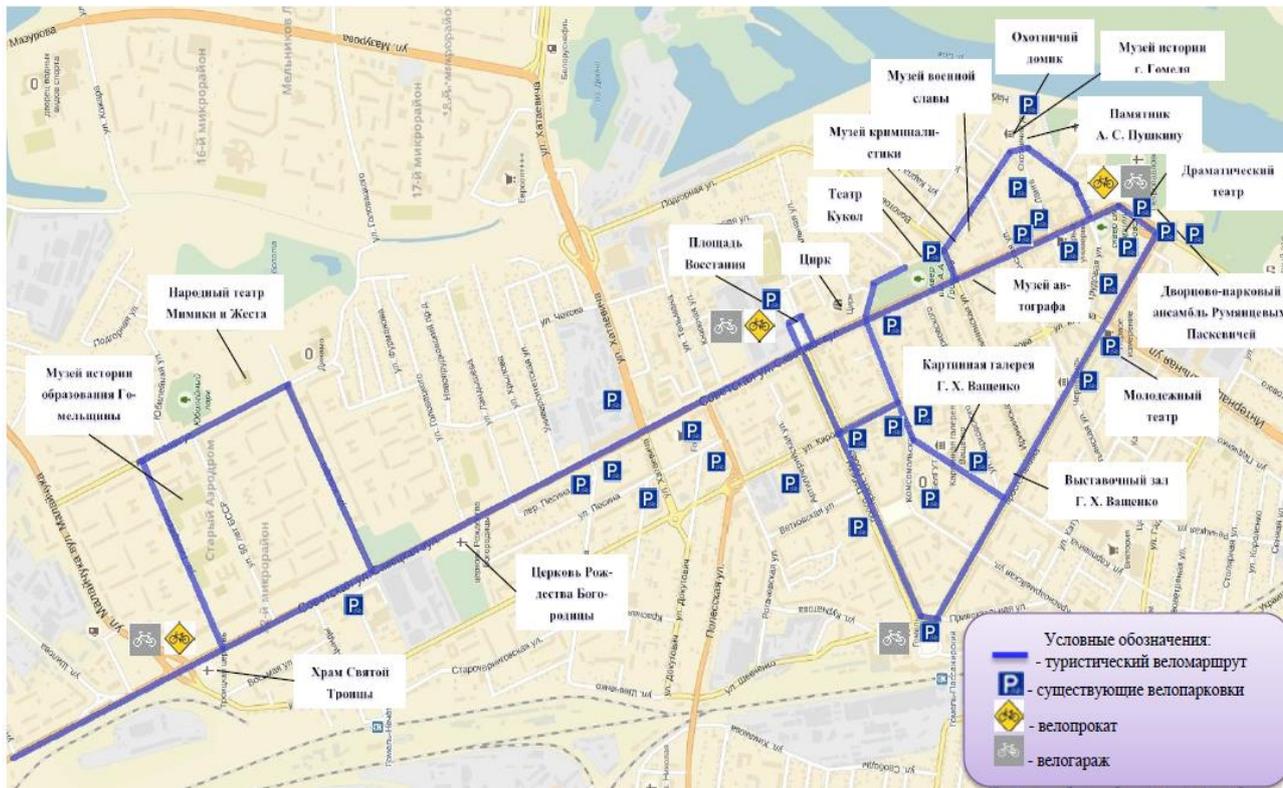


Рисунок 6.6 – Пилотный проект веломаршрутов туристического назначения

6.3 Реализация мер повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области, направленных на фактор риска «Дорога»

Меры повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области, направленные на фактор риска «Дорога», перечислены в таблице 4:

1 Постоянное выявление мест концентрации ДТП и реализация мероприятий по снижению числа и тяжести аварий.

2 Выявление «узких» мест, снижающих плавность движения транспортного потока, и разработка мероприятий по повышению их пропускной способности.

3 Качественное содержание дорог в зимний период.

4 Обоснование реконструкции перекрестков в кольцевые пересечения.

5 Оборудование наземных пешеходных переходов островками безопасности.

6 Применение мер сдерживания скорости на опасных участках.

7 Оптимизация циклов светофорного регулирования на регулируемых перекрестках.

8 Реализация проекта «Безопасная дорога в школу».

По мерам 1, 4 и 5 в настоящий момент проведена определенная работа, суть которой описывается ниже.

6.3.1 Постоянное выявление мест концентрации ДТП и реализация мероприятий по снижению числа и тяжести аварий

Очаговый анализ аварийности представляет собой удобный инструмент для выявления очагов концентрации ДТП, выявления причин аварийности и разработки мероприятий по снижению числа и тяжести ДТП.

Ежегодно по заказу УГАИ УВД Гомельского облисполкома в рамках дипломного проектирования студенты специальности «Организация дорожного движения» выполняют очаговый анализ ДТП и разрабатывают соответствующие мероприятия. Для выбора исследуемого объекта (очага) используется разработанная геоинформационная система учета ДТП (см. подразд. 6.2.2).

6.3.2 Обоснование реконструкции перекрестков в кольцевые пересечения

Мировой опыт применения кольцевых пересечений показывает их эффективность в борьбе с аварийностью. Применение таких перекрестков позволяет значительно снизить количество и тяжесть ДТП. В рамках работы такого направления принято решение о реконструкции всех перекрестков, расположенных на въездных в г. Гомель магистральных. В работе [45] при помощи специализированных программных продуктов спроектировано кольцевое пересечение на одном из входов в г. Гомель (рисунок 6.7).

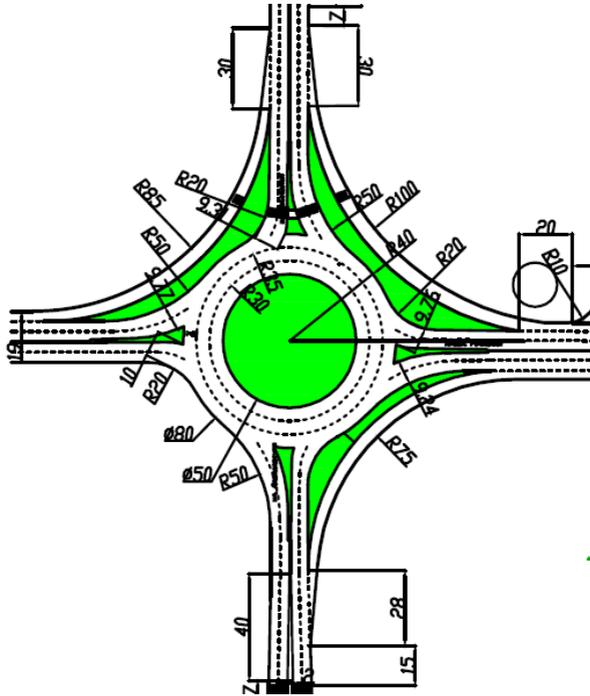


Рисунок 6.7 – Проект кольцевого перекрестка на въезде в г. Гомель с магистральной М-10

Конечно же, применение кольцевых перекрестков имеет и ряд недостатков. Кроме того, анализ зарубежного опыта проектирования кольцевых перекрестков показывает наличие значительного числа нормируемых характеристик таких перекрестков. Отечественная нормативная документация отличается минимализмом информации по условиям целесообразности реконструкции перекрестков в кольцевые, а также нет норм, предъявляемых к основным параметрам колец. Поэтому представляется необходимым разработать проекты нормативных актов, которые бы позволяли устанавливать сферу целесообразности применения кольцевых перекрестков, а также нормировали бы значения их основных параметров.

6.3.3 Оборудование наземных пешеходных переходов островками безопасности

Как было отмечено в п. 6.2.1, увеличение доли пешеходных переходов, оборудованных островками безопасности, ведет к улучшению показателей

аварийности. В то же время анализ зарубежного опыта применения данного вида технического средства организации дорожного движения показывает различные условия его применения в разных странах, а также различные варианты конструкции островков безопасности и наталкивает на необходимость проведения работ по разработке нормативных актов, регламентирующих вышеотмеченные аспекты. Для этих целей в работе [41] был дан обширный обзор зарубежного опыта применения островков безопасности и, с учетом белорусских реалий, предложен проект технического нормативного акта по применению данного вида технического средства организации дорожного движения (приложение К).

Выводы. В данном разделе монографии описан ряд мероприятий, реализованных (реализуемых) в рамках программы повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области:

- разработан проект методических рекомендаций по обоснованию объема измерений для оценки интенсивности движения транспортных средств на регулируемых перекрестках (приложение И);

- оценено влияние островков безопасности на пешеходных переходах на показатели аварийности. Разработан проект методических рекомендаций по применению островков безопасности (приложение К);

- разработана геоинформационная система хранения и анализа данных о ДТП, в том числе с материальным ущербом, которая позволяет повысить качество необходимых для принятия управленческих решений исходных данных;

- разработаны проекты сети велосипедных дорожек и участков введения полос для общественного транспорта в г. Гомеле.

- ежегодно проводятся работы по выявлению мест концентрации ДТП и реализации мероприятий по снижению числа и тяжести аварий;

- предусмотрена реконструкция ряда перекрестков г. Гомеля в кольцевые пересечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в данной работе результаты научных исследований показывают, что автомобилизация является признаком роста благосостояния общества (см. рисунок 1.4), делает жизнь более комфортной. В то же время автомобилизация имеет и ряд негативных влияний, нашедших отражение в нормативных документах Республики Беларусь: рост аварийности, загрязнение воздуха, экономические и социальные потери. Проведенный статистический анализ показал, что в Республике Беларусь наблюдается рост автомобилизации, в том числе числа легковых автомобилей, зарегистрированных в частной собственности (см. рисунки 1.1, 1.3, 1.4). При этом число зарегистрированных в частной собственности легковых автомобилей линейно зависит от среднемесячной зарплаты (см. рисунки 1.5–1.7). Также установлено, что рост среднемесячной зарплаты на 100 евро приводит к увеличению автомобилизации на 47 легковых автомобилей на 1000 человек населения [см. выражение (1.2)].

Анализ аварийности показал, что с момента принятия Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь наблюдается общая тенденция снижения числа погибших в ДТП, социального и транспортного рисков (см. рисунки 1.8, 1.10). В то же время уровень социального и транспортного рисков в нашей стране достаточно велик по сравнению со странами Европы (см. рисунок 1.9). Также можно отметить, что за период действия Концепции [5] в Гомельской области наблюдаются наименьшие темпы улучшения показателей аварийности (см. рисунок 1.12), что подтверждает актуальность работы по повышению безопасности дорожного движения в этом регионе.

Было доказано, что количество легковых автомобилей в частной собственности значительно влияет на объем выброса загрязняющих веществ в атмосферу (см. рисунок 1.14). При этом установлено, что увеличение стоимости автомобильного топлива ведет к снижению объема вредных выбросов [см. выражение (1.4)], что, видимо, связано со снижением частоты и дальности поездок на личном автомобиле, а также показывает одно из направлений по снижению негативного воздействия автомобилизации.

Расчеты показывают, что рост автомобилизации в условиях отсутствия крупномасштабного производства легковых автомобилей на территории Республики Беларусь представляет собой определенную угрозу экономической безопасности нашей страны. Это обусловлено наличием тенденции

снижения сальдо внешней торговли Республики Беларусь (см. рисунки 1.16, 1.17), на фоне которой наблюдается рост импорта автомобилей и отдельных групп товаров, связанных с транспортными средствами (шины, запчасти и т.д.) (см. рисунки 1.18–1.20). Причем уровень автомобилизации статистически значимо влияет на объем импорта в Республику Беларусь [см. выражение (1.5), рисунок 1.21]. Кроме того, было установлено, что количество потребляемого населением автомобильного топлива статистически значимо зависит от числа легковых автомобилей в частной собственности (см. рисунки 1.22 и 1.23). В таких условиях автомобилизацию можно рассматривать как определенную угрозу национальной энергетической безопасности.

Наиболее тяжкими, непоправимыми последствиями автомобилизации являются дорожно-транспортные происшествия с гибелью людей. Уровень аварийности на дорогах нашей страны остается непозволительно высоким по сравнению со странами Европы, что в совокупности с наименьшей динамикой улучшения показателей аварийности в Гомельской области за период с 2005 г. и обуславливает актуальность исследования данной проблемы.

Анализ динамики изменения показателей аварийности по некоторым признакам (вид ДТП, вид нарушения ПДД, территориальный признак) позволяет сделать следующие выводы:

1 Несмотря на наличие тенденции к снижению числа погибших и раненых в Гомельской области в ДТП в 2005–2014 годах не удалось добиться устойчивости динамики снижения этих показателей.

2 Несмотря на наличие устойчивой динамики снижения наезда транспортных средств на пешеходов и, как следствие, количества погибших в ДТП пешеходов, эта категория участников дорожного движения составляет наибольшую долю погибших в ДТП. Также необходимо отметить и небольшие темпы снижения погибших в ДТП водителей.

3 Просматривается тенденция роста доли погибших в ДТП по ряду категорий ДТП: на пересечении дорог или повороте (8 % погибших в 2014 г.), наезд на гужевой транспорт (2 % погибших в 2014 г.), попутное столкновение (3 % погибших в 2014 г.), столкновения с железнодорожным транспортным средством и с ударом сзади (по 1 % погибших в 2014 г.), опрокидывание транспортного средства (12 % погибших в 2014 г.).

4 Необходимо обратить внимание на сложившиеся тенденции роста как абсолютного числа погибших, так и доли погибших по следующим видам нарушений: нарушение правил проезда пешеходных переходов (6 % погибших в 2014 г.), нарушение правил проезда железнодорожных переездов (0,9 % погибших в 2014 г.), несоблюдение дистанции (0,9 % погибших в 2014 г.). Также просматривается рост тенденции доли погибших в ДТП по следующим видам нарушений: управление без права управления транспортным средством (16,2 % погибших в 2014 г.), иные

нарушения пешеходами (8,5 % погибших в 2014 г.); несоблюдение очередности проезда; нарушение правил проезда перекрестков (7,7 % погибших в 2014 г.); нетрезвое состояние пешехода (6,8 % погибших в 2014 г.); превышение установленной скорости и управление транспортным средством в состоянии опьянения (по 18,8 % погибших в 2014 г.).

Анализ зарубежного опыта решения проблем БДД показал, что многие страны столкнулись с такими задачами еще в 60–70-е годы прошлого века. В таких странах на протяжении последующих лет велась работа по повышению БДД, что позволило накопить определенный опыт (см. подразд. 2.2). Очевидно, что использование этого опыта в отечественной практике позволит повысить эффективность работ по повышению БДД, уменьшить затраты на снижение аварийности.

Опыт реализации мероприятий по повышению БДД позволяет сделать вывод о целесообразности целевого планирования деятельности в этой сфере, а также наметить основные этапы разработки программ по повышению безопасности дорожного движения (см. подразд. 2.3). Анализ теоретических основ разработки мероприятий по повышению БДД показал разнообразие мер, реализация которых позволит снизить аварийность (см. подразд. 2.4). Работа, проделанная в разделах 2–4, позволила выделить для реализации ряд первоочередных мер по увеличению безопасности дорожного движения.

1 Общесистемных:

– усиление роли науки в разработке мероприятий по повышению безопасности дорожного движения, в том числе первоочередное проведение углубленных статистических исследований причин и факторов риска, способствующих возникновению ДТП и повышающих тяжесть их последствий;

– разработка геоинформационной системы хранения и анализа данных о ДТП, в том числе с материальным ущербом, а также хранения данных о реализованных мероприятиях по повышению БДД;

– создание и поддержка в актуальном состоянии тематического сайта и страницы в социальных сетях;

– проработка возможности создания благотворительного фонда по сбору средств на реализацию мероприятий по повышению БДД;

– проведение политики пропагандирования пользования общественным транспортом, пеших передвижений и поездок на велосипедах.

2 Направленных на фактор риска «Человек»:

– разработка актуальных информационных материалов для проведения общей информационной кампании о масштабах проблемы БДД;

– разработка актуальных информационных материалов для проведения информационных кампаний, направленных на участников дорожного дви-

жения повышенной группы риска (пешеходы, молодые водители, пользование ремнями безопасности и т.д.);

- пропагандирование БДД в школах, детских садах и трудовых коллективах;

- исследование причин несоблюдения ПДД участниками ДТП и разработка материалов для дополнительного их информирования о действующем законодательстве и последствиях его несоблюдения;

- ежегодное проведение конкурса «Лучшая автошкола Гомеля».

3 Направленных на фактор риска «Дорога»:

- постоянное выявление мест концентрации ДТП и реализация мероприятий по снижению числа и тяжести аварий;

- выявление «узких» мест, снижающих плавность движения транспортного потока и разработка мероприятий по повышению их пропускной способности;

- качественное содержание дорог в зимний период;

- обоснованное переоборудование стандартных перекрестков в кольцевые;

- оборудование наземных пешеходных переходов островками безопасности;

- широкое применение конструктивно выделенных направляющих островков для канализирования транспортных потоков;

- применение мер сдерживания скорости на опасных участках;

- оптимизация циклов светофорного регулирования на регулируемых перекрестках;

- реализация пилотного проекта «Безопасная дорога в школу», направленного на повышение безопасности дорожного движения детей.

Прогнозирование аварийности на период до 2020 г. показало, что инерционный характер развития ситуации в сфере БДД в Гомельской области приведет к тому, что количество погибших в ДТП к 2020 г. составит от 13 до 118 человек, со средним значением 66 погибших при среднегодовой тенденции снижения числа погибших на 11,3 человека (см. рисунок 5.6). С учетом мирового опыта программно-целевого планирования повышения БДД, а также сложившейся динамики изменения числа погибших в ДТП в Гомельской области был сформулирован целевой ориентир – не более 65 погибших в ДТП в Гомельской области в 2020 г. С учетом сложившихся закономерностей изменения числа погибших в ДТП в Гомельской области определены промежуточные целевые ориентиры на 2015–2019 годы, которые составляют соответственно не более 108, 100, 91, 82 и 74 погибших в ДТП в Гомельской области (см. рисунок 5.4). Указанные целевые значения были распределены индивидуально для каждого субъекта Гомельской области с учетом факторов, значимо

влияющих на количество погибших в ДТП (см. таблицу 5.4). Установлено, что достижение таких целей позволит сохранить в Гомельской области 43 человеческие жизни (см. рисунок 5.5).

Разработанный план действий по повышению БДД в Гомельской области реализован в виде проекта программы повышения БДД (см. приложение Ж).

В последнем разделе монографии описан ряд мероприятий, уже реализованных (реализуемых) в рамках программы повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области:

- разработан проект методических рекомендаций по обоснованию объема измерений для оценки интенсивности движения транспортных средств на регулируемых перекрестках (приложение И);

- оценено влияние островков безопасности на пешеходных переходах на показатели аварийности. Разработан проект методических рекомендаций по применению островков безопасности (приложение К);

- разработана геоинформационная система хранения и анализа данных о ДТП, в том числе с материальным ущербом, которая позволяет повысить качество необходимых для принятия управленческих решений исходных данных;

- разработаны проекты сети велосипедных дорожек и участков введения полос для общественного транспорта в г. Гомеле.

- выявлены места концентрации ДТП и реализованы мероприятия по снижению числа и тяжести аварий;

- реконструированы некоторые перекрестки г. Гомеля в кольцевые пересечения.

CONCLUSION

Presented in this paper, research results show that motorization is a sign of the growth of social welfare (see figure 1.4), making life more comfortable. At the same time, motorization has a number of negative effects, as reflected in the regulations of the Republic of Belarus: the growth of the accident rate, air pollution, economic and social losses. Performed statistical analysis showed that in Belarus there is the growth of motorization, including the number of cars registered as private property (see figures 1.1, 1.3, 1.4). At the same time, the number of cars registered as private property linearly depends on the average monthly salary (see figures 1.5–1.7). It is also found that the increase in the average monthly salary by 100 euro leads to increased motorization by 47 passenger cars per 1000 population [see expression (1.2)].

The analysis of the accident rate has shown that since the adoption of the Concept of Road Safety in the Republic of Belarus, there is a general tendency to reduce the number of killed in road accidents, social and transport risks (see figures 1.8, 1.10). At the same time, the level of social and transport risks in our country is large enough in comparison with the countries of Europe (see figure 1.9). You can also note that for the validity period [5] in the Gomel region it is observed the lowest rate of improvement in the accident rate (see figure 1.12), which confirms the relevance of the work to improve road safety in the region.

It has been proven that the number of cars in private ownership significantly affects the amount of emissions of pollutants into the atmosphere (see figure 1.14). It has been found that the increase in the cost of motor fuel leads to reduction of harmful emissions [see expression (1.4)], which is apparently associated with the reduction in frequency of trips and distance of travel by private car, and also shows one of the ways to reduce the negative impact of motorization.

Calculations show that the growth of motorization in the absence of large-scale production of passenger cars in the territory of the Republic of Belarus is a definite threat to the economic safety of our country. This is due to the declining trend in the foreign trade balance of the Republic of Belarus (see figures 1.16, 1.17) against which there is the growth of car imports and individual groups of products related to vehicles (tires, spare parts, etc.) (see figures 1.18–1.20). Beside this, the motorization level significantly influences the volume of imports in the Republic of Belarus [see expression (1.5), figure 1.21]. Furthermore, it was

found that the amount of automobile fuel consumed by the population significantly depends on the number of cars in the private property (see figures 1.22 and 1.23). In such conditions, motorization can be considered as a definite threat to the national energy security.

At the same time, the most serious, irreparable consequences of motorization are traffic accidents with fatal outcome. The level of accident rate on the roads of our country remains unacceptably high in comparison with European countries, which together with the lower dynamics of improvement in the accident rate in the Gomel region for the period from 2005 determines the relevance of the research subject matter.

An analysis of the dynamics of change in the accident rate in some aspects (type of road accidents, type of traffic violations, territorial basis) leads to the following conclusions:

1 Although there is a tendency to reduce the number of people killed and injured in road accidents in the Gomel region, in 2005–2014 we failed to achieve sustainability of the dynamics to reduce these figures.

2 Despite the stable dynamics of decrease in a collision of vehicles and pedestrians, as a consequence of the number of pedestrians killed in road accidents, this category of road users is the largest share of fatalities in road accidents. Also it should be noted that there is a small rate of decline in fatalities of drivers in road accidents.

3 There is the tendency of an increase in the share of those killed in road accidents in a number of categories of road accidents: at the intersection of roads or at the turn (8% killed in 2014), hit a horse-drawn transport (2% killed in 2014), hit of cars moving in the same direction (3% killed in 2014), clashes with the rail vehicle and a rear impact (1% died in 2014), the rollover of the vehicle (12% killed in 2014).

4 One should pay attention to the prevailing growth trends of both the absolute number of killed and the share of killed for the following types of violations: violation of rules of passing pedestrian crossings (6% killed in 2014), violation of rules of passing railway crossings (0.9% killed in 2014), distance of non-compliance (0.9% killed in 2014). There is the growth trend in the share of killed in road accidents in the following types of violations (driving without the right to drive vehicles (16.2% killed in 2014), other violations by pedestrians (8.5% killed in 2014), failure to comply with priority of passage, violation of passing the crossroads (7.7% killed in 2014), intoxicated pedestrians (6.8% killed in 2014), exceeding the set speed limits and driving a vehicle while intoxicated (18.8% killed in both cases in 2014).

The analysis of foreign experience in solving problems of traffic safety has shown that many countries have faced such problems as early as 60–70s of the previous century. In these countries, over the next years, there were carried out activities to improve road safety what made it possible to accumulate some experience (see section 2.2). Obviously, using this experience in domestic practice will improve the efficiency of the activities to improve road safety, reduce the cost of accidents.

Experience in the implementation of measures to improve road safety allow to make a conclusion about the appropriateness of targeted planning of activities in this field, and also has made it possible to formulate the basic stages of development the programs to improve road safety (see section 2.3). An analysis of the theoretical foundations of the development of measures to improve road safety showed a variety of measures which implementation would reduce the accident rate (see section 2.4). The work done in sections 2–4 allowed to allocate for the implementation of a number of priority measures aimed at increasing road safety:

1 System-wide:

- strengthening the role of science in the development of measures to improve road safety, including priority in-depth statistical studies of the causes and risk factors contributing to road accidents and increasing the severity of their consequences;
- development of geographic information system of storage and analysis of accident data, including material damage, as well as storage of data about the activities undertaken to improve road safety;
- create and maintain up to date the themed website and pages in social networks;
- explore the possibility to create a charitable foundation to collect funds for the implementation of measures to improve road safety;
- pursue a policy of promoting public transport, pedestrian movement and cycling trips.

2 Aimed at “human” risk factor:

- develop and continuously update information materials for the general information campaign about the scale of the problem of road safety;
- develop and continuously update information materials for information campaigns aimed at road users of higher risk (pedestrians, young drivers, use of seat belts, etc.);
- carry out promotion of road safety in schools, kindergartens and workplaces;
- investigate the causes of non-compliance with traffic rules by road accident participants, and develop materials for their further information about current legislation and the consequences of non-compliance with it;

- annually conduct a contest “Best Driving School” of Gomel.

3 Aimed at the risk factor “road”:

- continuous identification of concentration places of accidents and implementation of measures to reduce the number and severity of accidents;
- identification of “narrow” places reducing the smoothness of traffic flow and the development of measures to improve their capacity;
- quality of roads in the winter period;
- reasonable conversion of standard intersections in the ring roads;
- equipment of ground pedestrian crossings with safety islands;
- widespread use of structurally dedicated guiding isles for channeling traffic flows;
- use of speed deterrent measures in hazardous areas;
- optimization of the traffic light control cycles at the controlled junctions;
- implementation of a pilot project “Safe Way to School” aimed at improving road safety of children.

Prediction of accident rate for the period up to 2020 has shown that international nature of development of the situation in the field of road safety in the Gomel region leads to the fact that the number of people killed in road accidents in 2020 will range from 13 to 118 people, with an average of 66 killed at an average annual trend of reducing the number of killed by 11.3 people (see figure 5.6). Taking into account the world experience of program-oriented planning to improve road safety, as well as the current dynamics of the number of killed in road accidents in the Gomel region, there was formulated the goal – no more than 65 killed in road accidents in the Gomel region in 2020. In view of the prevailing patterns of change in the number of killed in road accidents in the Gomel region there were defined intermediate targets for 2015–2019 which are respectively no more than 108, 100, 91, 82 and 74 killed in road accidents in the Gomel region (see figure 5.4). These targets were distributed individually to each subject of the Gomel region taking into account factors that significantly affect the number of killed in road accidents (see table 5.4). It was found that the achievement of these goals would save 43 lives in the Gomel region (see figure 5.5).

Designed action plan to improve road safety in the Gomel region is implemented in the form of the draft program to increase road safety and it is in appendix G.

The last section of the monograph describes a number of activities already implemented (under implementation) within the program to improve road safety in the Gomel region:

- there was developed a draft of methodological guidelines to justify the scope of measurements for evaluation of traffic density of vehicles at the controlled junctions (appendix I);

- there was estimated the effect of traffic islands at pedestrian crossings on accident rate figures. There was developed a draft of methodological recommendations for the use of traffic islands (appendix K);

- there was developed a system of geographic information storage and analysis of road accident data, including material damage, which improves the quality of the initial data required for management decision-making;

- there were developed projects of a network of cycle paths and sites of lanes for public transport in Gomel.

- identification of concentration of the road accident areas and implementation of measures to reduce the number and severity of accidents;

- reconstruction of a number of intersections in Gomel into ring road crossings.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ЕЭК ООН [Электронный ресурс]. – Гомель, 2016. – Режим доступа: <http://w3.unecsc.org/PXWeb/ru#0>. – Дата доступа: 21.01.2016.

2 Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь в 2014 г. : аналитический сборник / М-во внутренних дел Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 89 с.

3 Внешняя торговля в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 312 с.

4 Энергетическая статистика [Электронный ресурс] Национальный статистический комитет Республики Беларусь: – Гомель, 2016. – Режим доступа: http://belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/otrasli-statistiki/energeticheskaya-statistika/operativnye-dannye_3/potreblenie-toplivno-energeticheskikh-resursov-naseleniem/. – Дата доступа: 01.05.2014.

5 Об утверждении Концепции обеспечения безопасности дорожного движения : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14 июня 2006 г. № 757 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2006. – № 5/22459. – 4 с.

6 Транспорт и связь в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 126 с.

7 Промышленность Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2015. – 268 с.

8 Промышленность Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 273 с.

9 Промышленность Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2013. – 264 с.

10 Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2015. – 335 с.

11 Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: Е.И. Кухаревич [и др.]. – Минск, 2012. – 371 с.

12 Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2013. – 326 с.

13 Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Гомель, 2016. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/>. – Дата доступа: 02.02.2016.

14 Демографический ежегодник Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2015. – 449 с.

15 Демографический ежегодник Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 414 с.

16 Транспорт и связь в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.А. Богуш [и др.]. – Минск, 2012. – 152 с.

17 European commission [Electronic resource] / Road deaths per million inhabitants 2005. – Gomel, 2016. – Mode of access: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/gis/mapcare09_fatal_2005.pdf – Date of access: 11.03.2015.

18 **Аземша, С.А.** Количественный анализ аварийности в Гомельской области в период действия концепции обеспечения безопасности дорожного движения / С.А. Аземша, И.А. Макушенко // Вестник Белорус. гос. ун-та трансп.: Наука и транспорт. – 2016. – № 2 (33). – С. 35–38.

19 Болезни плохой экологии [Электронный ресурс] : медицинский портал. – Гомель, 2016. – Режим доступа: http://medportal.ru/budzdorova/issue_theme/443/. – Дата доступа: 11.02.2016.

20 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2015. – 255 с.

21 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И.С. Кангро [и др.]. – Минск, 2012. – 260 с.

22 Здоровье населения Республики Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 219 с.

23 Цены на потребительском рынке в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 239 с.

24 Цены на потребительском рынке в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: Е.И. Кухаревич [и др.]. – Минск, 2012. – 200 с.

25 Внешняя торговля в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2015. – 321 с.

26 Внешняя торговля в Республике Беларусь : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И.С. Кангро [и др.]. – Минск, 2012. – 402 с.

27 Аудит безопасности дорожного движения : [монография] / Д.В. Капский [и др.]; науч. ред. Д.В. Капский. – Гомель : БелГУТ, 2015 – 428 с.

28 **Врубель, Ю.А.** Опасности в дорожном движении : [монография] / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. – М. : Знание, 2013 – 244 с.

29 Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] / Доклад о состоянии безопасности дорожного движения. – 2013. – Режим доступа: http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/UN_GA_resolution-64-255-en.pdf. – Дата доступа: 12.08.2013.

30 Об утверждении Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в городе Минске «Добрая дорога» на 2012–2015 годы : решение Минского городского Совета депутатов, 10 июня 2011 г. № 128 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО "ЮрСпектр"/ Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 12 с.

31 Статистический ежегодник Гомельской области 2015 : стат. сб. // Главное статистическое управление Гомельской области; редкол.: В.В. Перников [и др.]. – Гомель, 2015. – 470 с.

32 **Макушенко, И.А.** Оценка деятельности Республики Беларусь в рамках глобального плана десятилетия по обеспечению безопасности дорожного движения / И.А. Макушенко, С.А. Аземша // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2014. – № 2 (29). – С. 39–43.

33 Researchgate [Electronic resource] / Improving Road Safety by Attitude Modification. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/251573671_Improving_Road_Safety_by_Attitude_Modification. – Date of access: 12.08.2015.

34 **Лукьянов, В.В.** Безопасность дорожного движения : учеб. пособ. / В.В. Лукьянов. – М. : Транспорт, 1989. – 262 с.

35 European Road Safety Action Programme, European Communities 2003.

36 Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] / Доклад о состоянии безопасности дорожного движения. – 2009. – Режим доступа: http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/UN_GA_resolution-64-255-en.pdf. – Дата доступа: 12.01.2010.

37 **Капитанов, В.Т.** Прикладные математические методы для анализа аварийности : метод. рекомендации / В.Т. Капитанов, О.Ю. Моница, А.Б. Чубуков. – М. : ФКУ НИЦ БДД МВД России, 2014. – 97 с.

38 An Improved Traffic Environment, A Catalogue of Ideas, Report 106, Road Directorate, Denmark, Ministry of Transport, 1993.

39 **Шаповалова, Б.** Исследование закономерностей изменения параметров транспортных потоков в г. Гомеле : [магистерская дис.] / Б. Шаповалова. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 113 с.

40 **Белосов, Е.С.** Оценка эффективности применения островков безопасности : [дипломный проект] / Е.С. Белосов. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 104 с.

41 **Парфенова, В.Б.** Разработка проекта методических рекомендаций по применению островков безопасности : [дипломный проект] / В.Б. Парфенова. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 107 с.

42 Об утверждении Инструкции о порядке учета дорожно-транспортных происшествий : приказ М-ва внутренних дел Респ. Беларусь, 21 марта 2013 г. № 97 // Кон-

сультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО "ЮрСпектр"/ Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 12 с.

43 **Метлушко, А.А.** Разработка мероприятий по обеспечению приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта общего пользования в г. Гомеле : [магистерская дис.] / А.А. Метлушко. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 99 с.

44 **Каминская, Е.А.** Разработка проекта концепции велосипедного движения в г. Гомеле : [магистерская дис.] / Е.А. Каминская. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 130 с.

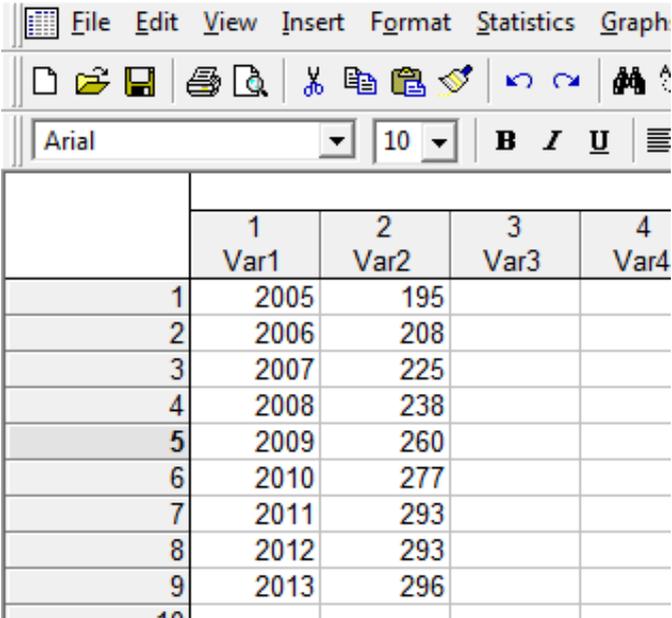
45 **Брель, С.Г.** Техничко-экономическое обоснование строительства кольцевого перекрестка на пересечении улиц Давыдовская, Объездная, проспект Речицкий и дороги М-10 : [дипломный проект] / С.Г. Брель. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 168 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

**Визуальный анализ данных с помощью диаграмм рассеивания
в программе «Statistica»**

Ниже приведен перечень действий для реализации визуального анализа данных при помощи диаграмм рассеивания в программе «Statistica» на примере изменения автомобилизации в Республике Беларусь.

После открытия нового файла в таблицу данных программы Statistica вводятся исходные данные (рисунок А.1).



The screenshot shows the Statistica software interface. At the top is a menu bar with options: File, Edit, View, Insert, Format, Statistics, Graph. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations and editing. Below the toolbar is a formatting bar showing the font 'Arial', size '10', and bold, italic, and underline options. The main area displays a data table with the following content:

	1	2	3	4
	Var1	Var2	Var3	Var4
1	2005	195		
2	2006	208		
3	2007	225		
4	2008	238		
5	2009	260		
6	2010	277		
7	2011	293		
8	2012	293		
9	2013	296		

Рисунок А.1 – Ввод исходных данных для анализа

Затем столбцам с переменными необходимо дать соответствующие названия (в данном примере это календарный год и значение автомобилизации). Для этого два раза нужно нажать левой кнопкой мыши в верхней ячейке соответствующего столбца (ячейка Var1 на рисунке А.1). В результате появится окно редактирования переменной. В поле Name этого окна (рисунок А.2) необходимо ввести имя переменной.

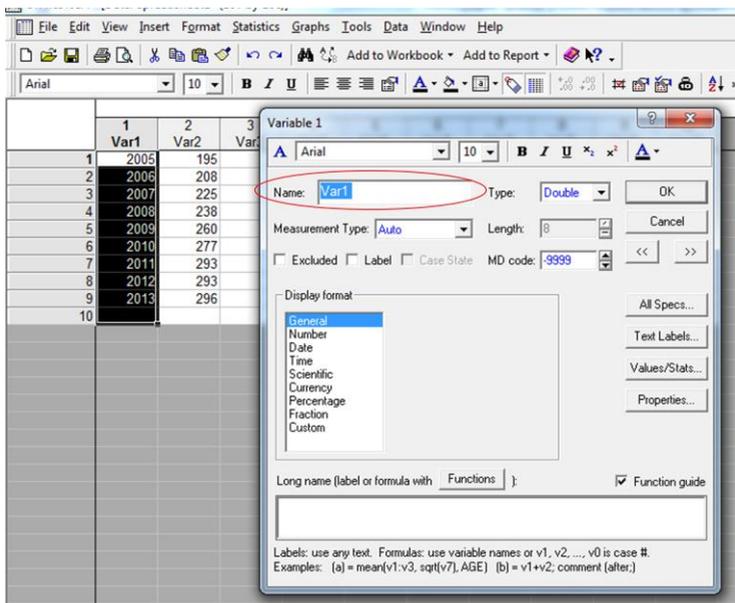


Рисунок А.2 – Ввод имени переменной

После ввода имени переменной необходимо нажать кнопку ОК (см. рисунок А.2). После этого введенное имя появится в верхней ячейке соответствующего столбца (рисунок А.3).

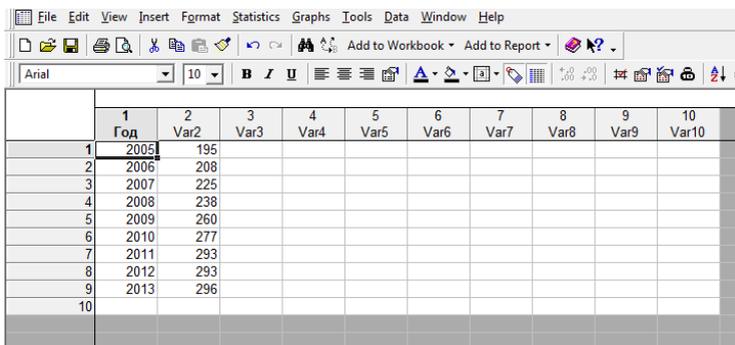


Рисунок А.3 – Введенное имя переменной

После ввода имен всех переменных можно приступить к построению диаграмм рассеивания. Для этого в главном меню выбирается кнопка «Graphs», а в ней – вкладка «Scatterplots» (рисунок А.4).

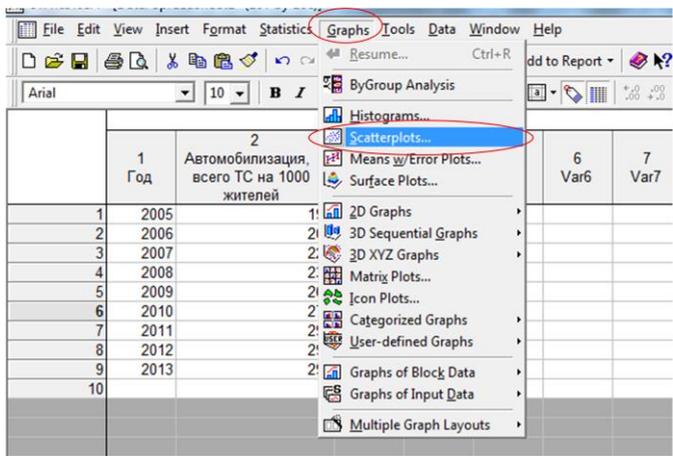


Рисунок А.4 – Выбор диаграммы рассеивания

После этого появится окно ввода исходных данных. На вкладке «Quick» этого окна необходимо указать зависимую и независимую переменные (рисунок А.5).

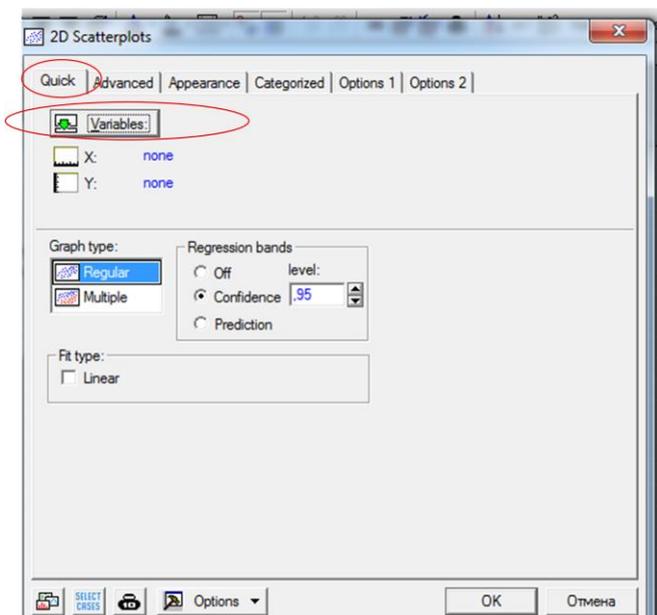


Рисунок А.5 – Окно построения диаграммы рассеивания

Для выбора переменных необходимо нажать кнопку «Variables» (см. рисунок А.5) и в появившемся окне выбрать зависимую и независимую переменные (рисунок А.6). В рассматриваемом примере независимой переменной является год, а зависимой – автомобилизация.

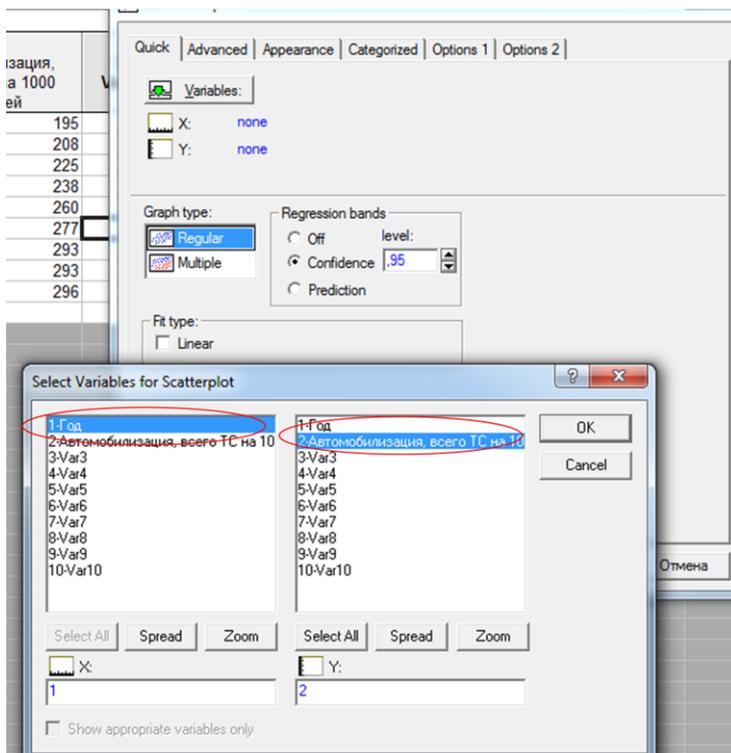


Рисунок А.6 – Выбор переменных для построения диаграммы рассеивания

Следует отметить, что в окне выбора переменных для построения диаграммы рассеивания по оси Y (см. рисунок А.6) можно указать более одной переменной для анализа. Это дает возможность визуализировать изменение нескольких переменных одновременно.

После нажатия кнопки «ОК» программа выдаст диаграмму рассеивания (рисунок А.7).

Внешний вид построенной диаграммы рассеивания может корректироваться. Для этого необходимо нажать правой кнопкой мыши на диаграмме. В результате высветится меню, в котором необходимо выбрать вкладку «Graph properties (All options)» (рисунок А.8).

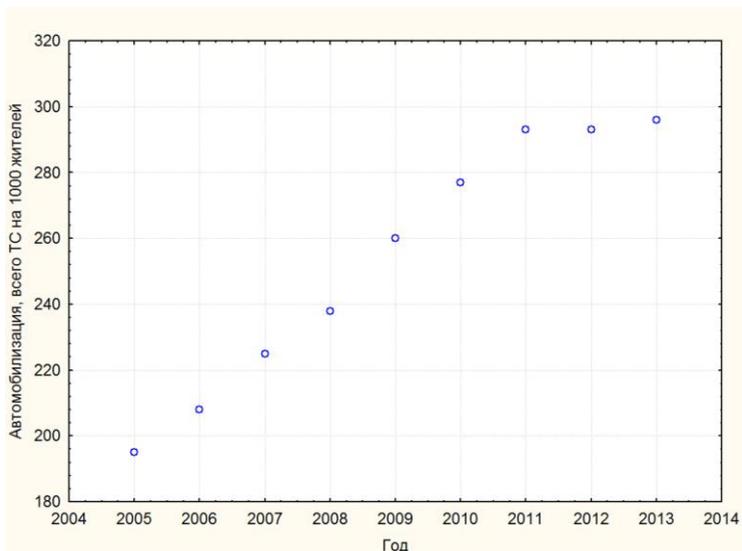


Рисунок А.7 – Диаграмма рассеивания

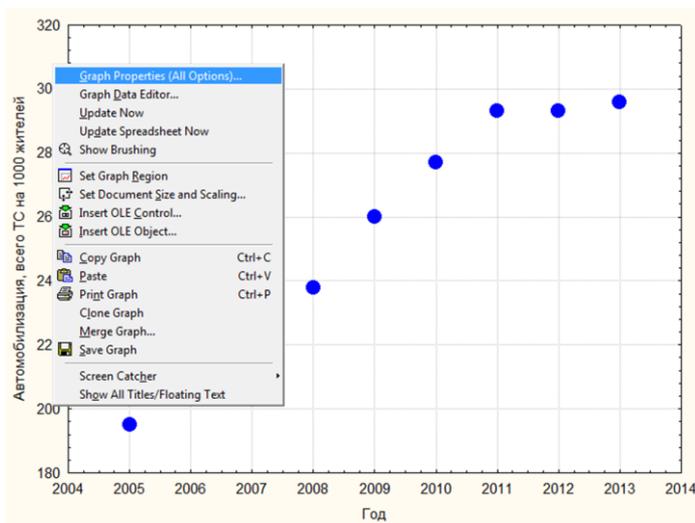


Рисунок А.8 – Выбор меню редактирования свойств диаграммы рассеивания

В результате появится подробное меню редактирования графика (рисунок А.9). В нем можно, например, вывести на построенный график значения переменных по оси Y.

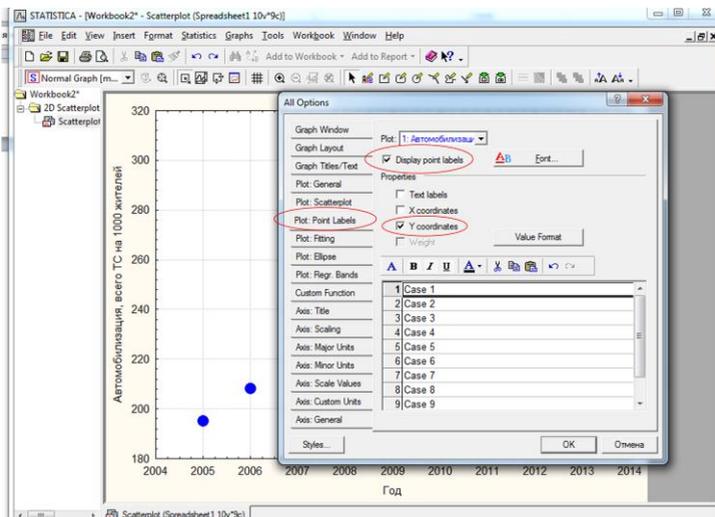


Рисунок А.9 – Меню редактирования диаграммы рассеивания

Для этого нужно выбрать вкладку «Plot: Point labels» и в ней поставить галочки в полях «Display point Labels» и «Y coordinates» (см. рисунок А.9). После нажатия кнопки «ОК» появится диаграмма размаха с нанесенными на нее координатами по оси Y (рисунок А.10).

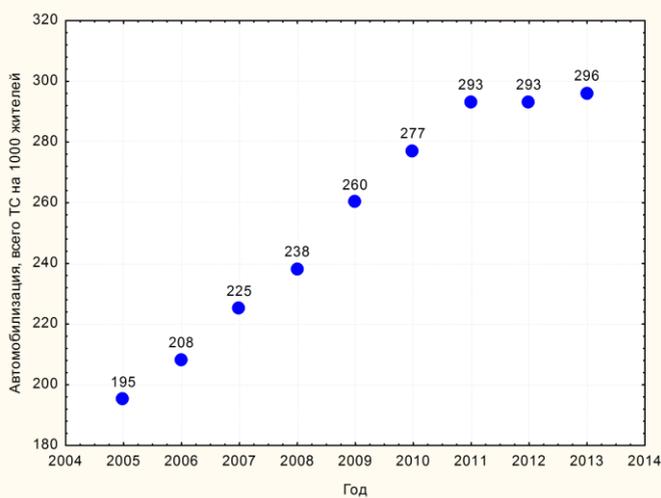


Рисунок А.10 – Диаграмма рассеивания с нанесенными координатами по оси Y

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Множественная регрессия в программе «Statistica»

Ниже приведен перечень действий для реализации регрессионного анализа данных в программе «Statistica» на примере изменения автомобилизации в Республике Беларусь (см. приложение А). После ввода исходных данных и предварительного визуального их анализа при помощи диаграмм рассеивания (см. приложение А) необходимо нажать в главном меню кнопку «Statistics» и в выпадающем меню выбрать команду «Multiple Regression» (рисунок Б.1).

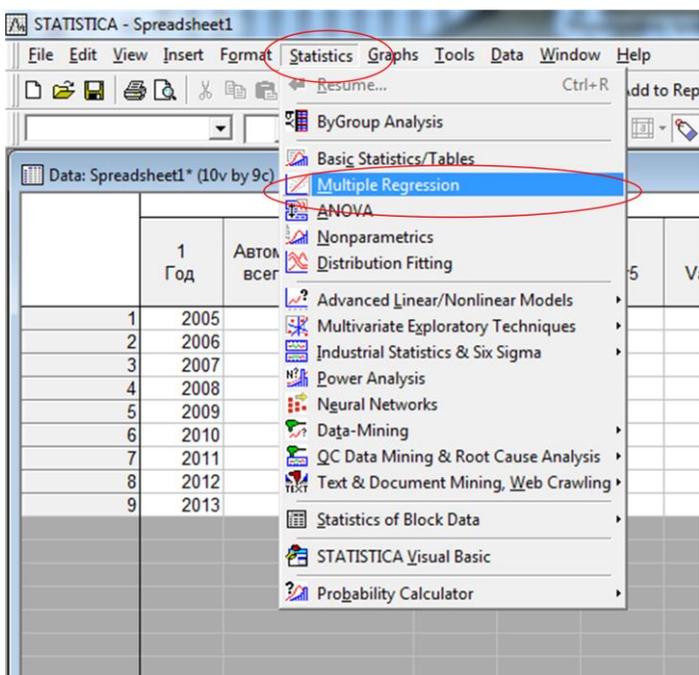


Рисунок Б.1 – Выбор модуля множественная регрессия

В результате выполнения этих действий появится окно выбора исходных данных (рисунок Б.2). В этом окне необходимо поставить галочку рядом с полем «Advanced options», что даст возможность управлять процессом поиска уравнения регрессии (например, методом поиска, свободным членом уравнения и т.д.). После нажатия кнопки «Variables» откроется форма, в которой нужно указать зависимую и независимую переменные (рисунок Б.3).

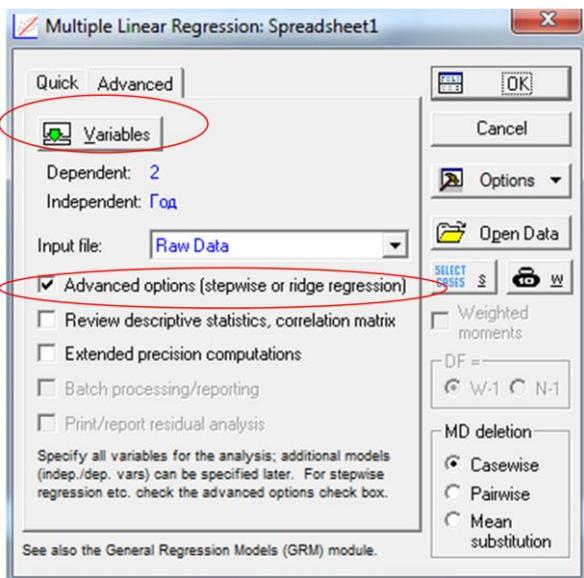


Рисунок Б.2 – Окно выбора исходных данных

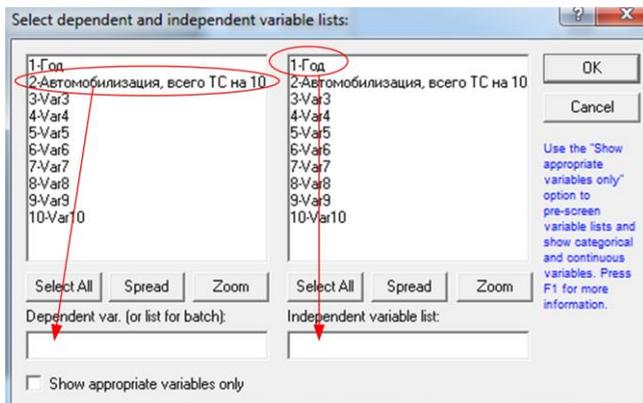


Рисунок Б.3 – Окно указания зависимой и независимой переменных

В рассматриваемом примере в качестве зависимой переменной необходимо указать автомобилизацию, а в качестве независимой – год (см. рисунок Б.3). При наличии более одной независимой переменной их все указывают в окне «Independent variable list». После нажатия кнопки «ОК» программа выдаст окно описания модели (рисунок Б.4).

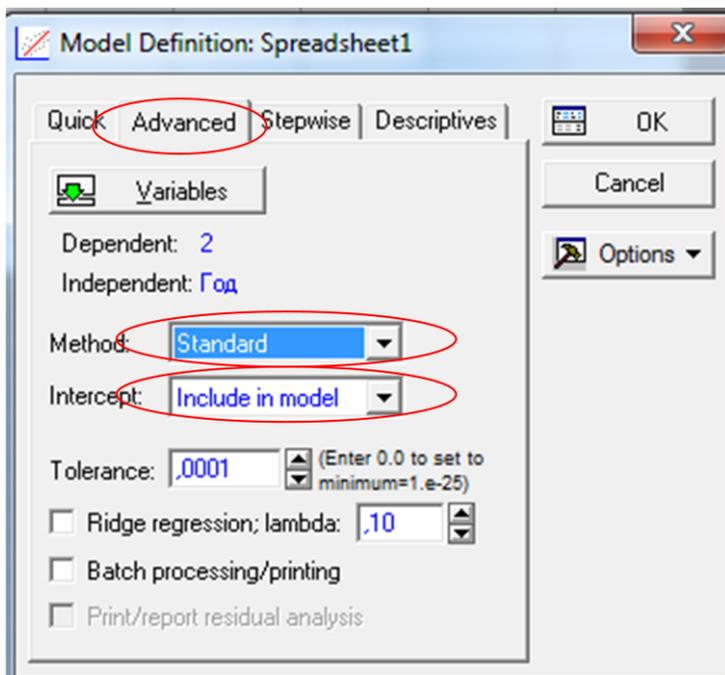


Рисунок Б.4 – Окно описания модели

В окне описания модели на вкладке «Advanced» есть несколько полей. Поле «Method» (см. рисунок Б.4) позволяет выбрать метод поиска регрессионной модели. Предусмотрены три таких метода: Standard, Forward stepwise и Backward stepwise. Рекомендуется поочередно произвести поиск регрессионной модели каждым из этих способов и выбрать наилучшую модель.

Поле «Intercept» (см. рисунок Б.4) позволяет включать и исключать свободный член из модели. Рекомендуется поочередно произвести поиск регрессионной модели со свободным членом и без него.

Оставим параметры, как это указано на рисунке Б.4, и нажмем кнопку «OK». В результате программа выдаст окно результатов (рисунок Б.5), состоящее из трех полей: результатов анализа, коэффициентов уравнения регрессии и выбора дальнейших действий. В окне результатов анализа приведены основные статистические характеристики регрессионной модели: коэффициенты корреляции и детерминации, критерии Фишера и Стьюдента, уровень значимости. В окне коэффициентов уравнения регрессии приведены все коэффициенты, входящие в регрессионную модель. В нашем случае это один коэффициент – коэффициент перед независимой переменной «Год». Поскольку он подсвечен красным цветом, то он статистически значим, т.е. имеется зависимость автомобилизации от года. В окне выбора дальнейших дей-

ствий расположены вкладки, которые позволяют выполнять дальнейший анализ (например, анализ остатков).

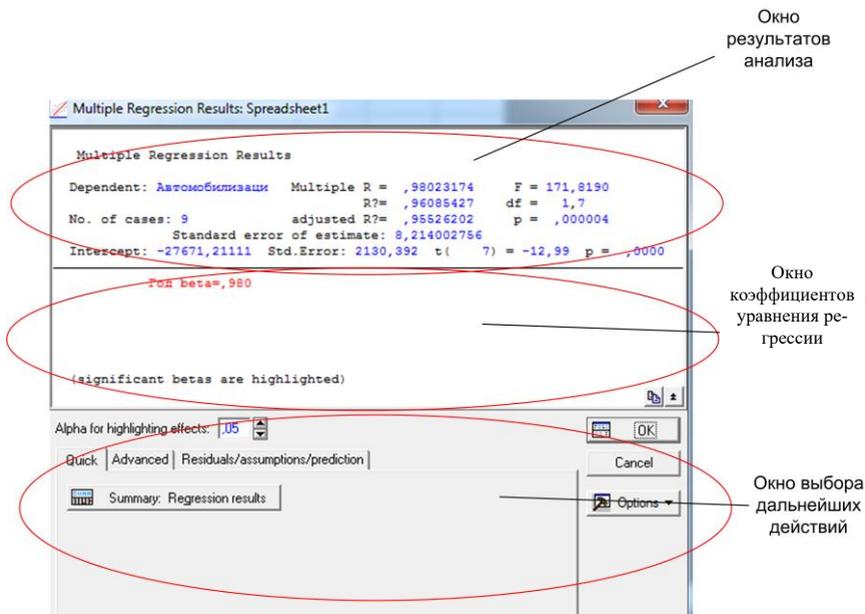


Рисунок Б.5 – Окно результатов регрессионного анализа

Приведенные на рисунке Б.5 результаты показывают, что полученная регрессионная модель статистически значима, коэффициенты корреляции и детерминации достаточно высоки. Для дальнейшего анализа необходимо выбрать вкладку «Quick» (см. рисунок Б.5) и нажать кнопку «Summary: Regression results». В результате программа выдаст окно (рисунок Б.6).

Regression Summary for Dependent Variable: Автомобилизация, всего ТС на 1000 жителей (Spr...

R = .98023174 R² = .96085427 Adjusted R² = .95526202
 F(1,7) = 171,82 p < .00000 Std Error of estimate: 8.2140

	Beta	Std Err. of Beta	B	Std Err. of B	t(7)	p-level
Intercept			-27671.2	2130.392	-12.9888	0.000004
Год	0.980232	0.074781	13.9	1.060	13.1080	0.000004

Рисунок Б.6 – Окно итоговых результатов регрессионного анализа

В появившемся окне (см. рисунок Б.6), в его верхней части, еще раз приведены основные статистические характеристики полученной регрессионной модели (коэффициенты корреляции, детерминации, критерии Фишера и Стьюдента и т.д.).

В нижней части окна (в таблице) приведены коэффициенты уравнения регрессии и их значимость. Так, видно (см. рисунок Б.6), что свободный член уравнения регрессии (Intercept) равен $-27671,2$, а коэффициент при независимой переменной «Год» равен $13,9$. Это говорит о том, что искомая зависимость автомобилизации от календарного года будет иметь вид

$$A = 13,9N - 27671,2,$$

где A – автомобилизация; N – календарный год.

Следующим этапом необходимо оценить качество полученной регрессионной модели. Качество модели в определенной степени оценивается статистическими характеристиками, которые уже были получены (коэффициенты корреляции, детерминации и т.д.). Кроме этих величин возможность использования модели для прогнозирования оценивается распределением остатков (разницей между наблюдаемым и предсказанным с помощью регрессионной модели значением): если остатки распределены по нормальному закону, то модель может использоваться для построения прогноза. Для оценки остатков необходимо вернуться к окну результатов регрессионного анализа (см. рисунок Б.5) и в окне выбора дальнейших действий выбрать вкладку «Residuals/assumptions/prediction». В результате программа выдаст окно работы с остатками (рисунок Б.7).

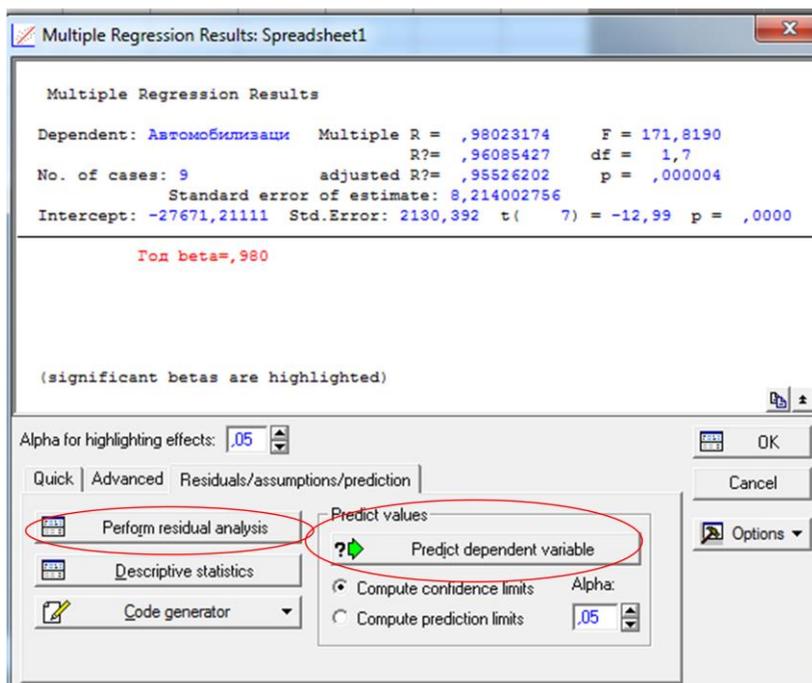


Рисунок Б.7 – Окно работы с остатками

В данном окне можно производить анализ остатков (кнопка «Perform residual analysis» на рисунке Б.7), а также предсказывать значение зависимой переменной (кнопка «Predict dependent variable» на рисунке Б.7). Для предсказания значения зависимой переменной (в нашем случае уровня автомобилизации) необходимо нажать кнопку «Predict dependent variable» (см. рисунок Б.7). В результате появится окно (рисунок Б.8), в котором необходимо указать значение независимой переменной (в нашем случае календарного года). Укажем значение независимой переменной, равное 2014.

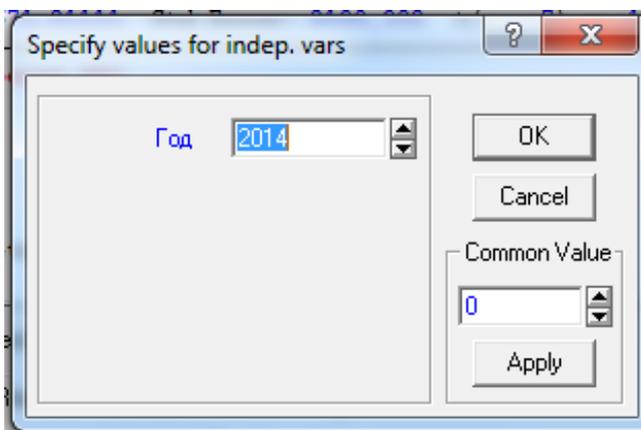


Рисунок Б.8 – Окно ввода значения независимой переменной

После нажатия кнопки «OK» программа выдаст результат предсказания (рисунок Б.9).

Predicting Values for (Spreadsheet1)			
variable: Автомобилизация, всего ТС на 1000 жителей			
Variable	B-Weight	Value	B-Weight * Value
Год	13.90000	2014,000	27994,6
Intercept			-27671,2
Predicted			323,4
-95,0%CL			309,3
+95,0%CL			337,5

Рисунок Б.9 – Окно результатов предсказания

Из рисунка Б.9 видно, что предсказываемое значение уровня автомобилизации в 2014 году составляет 323,4 авт/1000 жит. При этом 95%-й доверительный интервал от 309,3 до 337,5 авт/1000 жит. Это означает, что с вероятностью 95 % значение автомобилизации в 2014 году будет находиться в интервале от 309,3 до 337,5 авт/1000 жит.

Для анализа остатков необходимо в окне работы с остатками нажать кнопку «Perform residual analysis» (см. рисунок Б.7). В результате появится окно работы с остатками (рисунок Б.10).

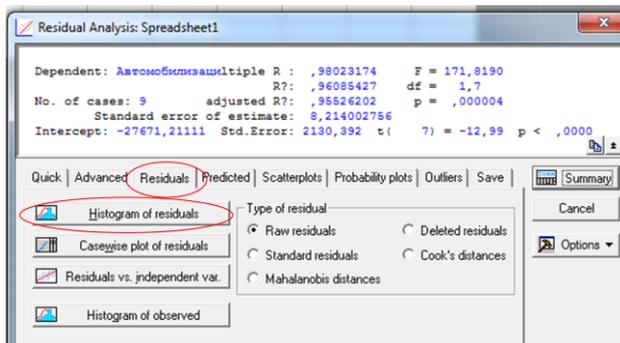
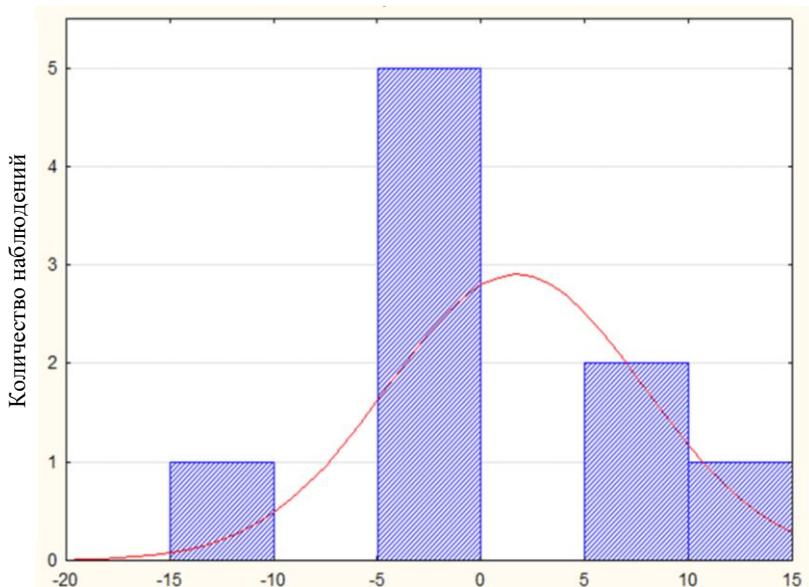


Рисунок Б.10 – Окно работы с остатками

В появившемся окне необходимо выбрать вкладку «Residuals» и нажать кнопку «Histogram of residuals» (см. рисунок Б.10). В результате программа выдаст гистограмму распределения остатков (рисунок Б.11).



Интервалы разброса исследуемой величины

Рисунок Б.11 – Диаграмма распределения остатков

Диаграмма распределения остатков должна быть:

- симметрична относительно нуля (что наблюдается на рисунке Б.11);
- похожа на график функции плотности нормального распределения (что неверно, исходя из рисунка Б.11).

Таким образом, можно утверждать, что автомобилизация статистически значимо зависит от календарного года, но полученное уравнение регрессии нельзя использовать для предсказания дальнейших значений уровня автомобилизации.

Для получения регрессионной модели необходимо:

- попробовать иные способы построения модели (см. рисунок Б.4);
- в качестве независимой переменной задать не линейную функцию, а, например, натуральный логарифм – от календарного года, т.к. на диаграмме рассеивания (см. рисунок А.7) видно, что темп роста автомобилизации в последние годы снижается. Для этого необходимо задать в исходных данных еще один столбец, в котором будут содержаться значения, равные натуральному логарифму от календарного года.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Множественная нелинейная регрессия в программе «Statistica»

Ниже приведен перечень действий для реализации множественной регрессии в программе «Statistica» на примере оценки факторов, влияющих на объем вредных выбросов. После ввода исходных данных и предварительного визуального их анализа при помощи диаграмм рассеивания (см. приложение А), необходимо нажать в главном меню кнопку «Statistics», в выпадающем меню выбрать команду «Advanced Linear/Nonlinear Models» и затем вкладку «Fixed Nonlinear Regression» (рисунок В.1).

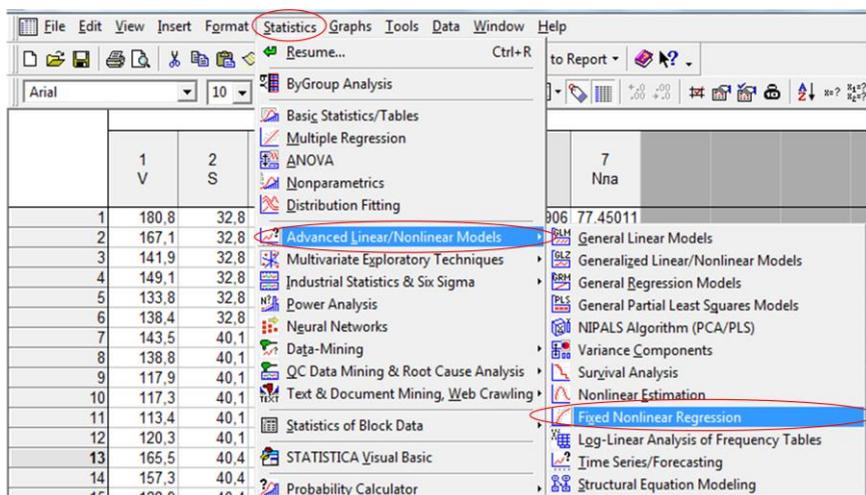


Рисунок В.1 – Выбор вкладки «Множественная регрессия»

В результате этих действий появится окно добавления переменных для анализа (рисунок В.2). В данном окне необходимо:

- поставить галочки напротив полей «Extended precision computations» и «Review descriptive statistics, correlation matrix», что даст возможность оценить матрицы корреляций;
- нажать кнопку «Variables» и в появившемся окне (рисунок В.3) указать переменные для анализа.

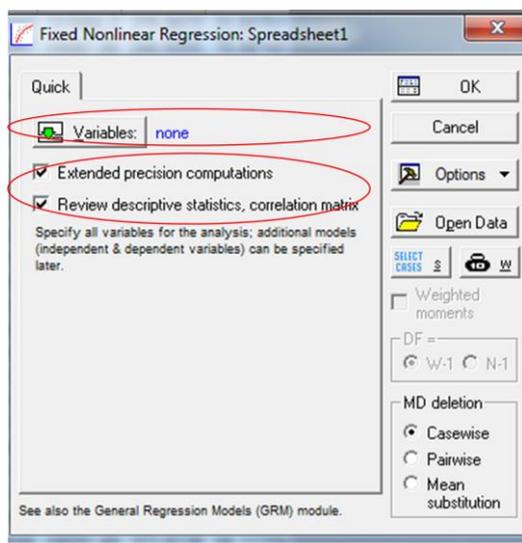


Рисунок В.2 – Окно добавления переменных для анализа

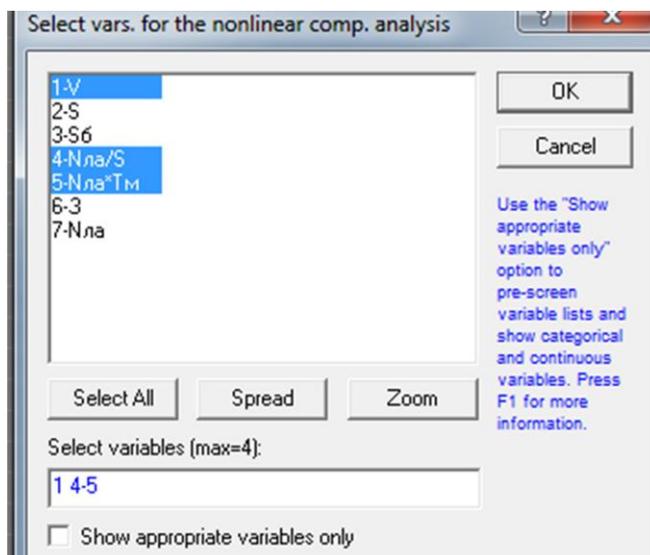


Рисунок В.3 – Выбор переменных для анализа

В данном случае (см. рисунок В.3) для анализа выбраны переменные V (объем выбросов вредных веществ), отношение автомобилизации к площади региона ($N_{ла}/S$) и произведение автомобилизации на отношение среднегодовой месячной зарплаты к среднегодовой стоимости литра топлива ($N_{ла} \cdot T_{лм}$). Такому выбору переменных предшествовал визуальный анализ данных, суть и методика выполнения которого приведены в приложении А.

После нажатия кнопки «ОК» программа выдаст окно выбора вида функции (рисунок В.4).

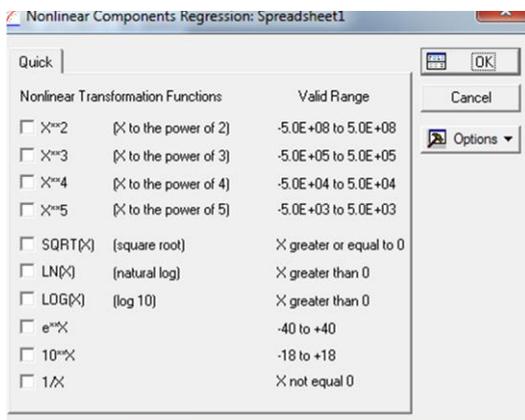


Рисунок В.4 – Выбор вида зависимости

В указанном окне можно поставить предполагаемый вид зависимости. В нашем случае предварительный визуальный анализ показал, что зависимость будет иметь линейный вид. Поэтому в окне выбора вида зависимости (см. рисунок В.4) галочки не проставлены. После нажатия кнопки «ОК» программа выдаст окно просмотра описательной статистики (рисунок В.5).

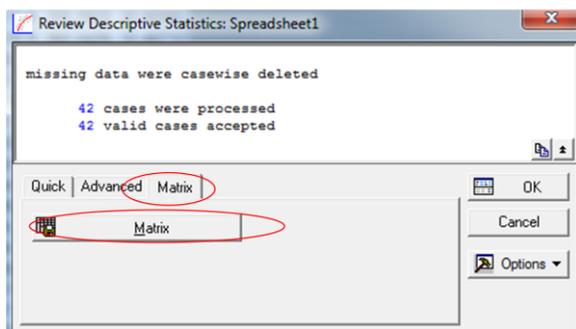


Рисунок В.5 – Окно просмотра описательной статистики

В окне просмотра описательной статистики необходимо выбрать вкладку «Matrix» и нажать одноименную кнопку (см. рисунок В.5). В результате этого программа выдаст матрицу корреляции (рисунок В.6).

	1	2	3
	V	Nna/S	Nna*Тм
V	1,00000	0,44131	-0,20984
Nna/S	0,44131	1,00000	0,11581
Nna*Тм	-0,20984	0,11581	1,00000
Means	145,44286	107,17391	14250,49808
Std.Dev.	37,11130	255,97814	10171,29446
No.Cases	42,00000		
Matrix	1,00000		

Рисунок В.6 – Матрица корреляции исследуемых величин

В матрице корреляций (см. рисунок В.6) приведены коэффициенты корреляции между исследуемыми величинами. В рассматриваемом примере в качестве зависимой переменной выступает объем выброса вредных веществ (V). Остальные переменные являются независимыми. Необходимо обратить внимание на отсутствие статистической связи между независимыми переменными для исключения эффекта мультиколлинеарности. В приведенном на рисунке В.6 примере коэффициенты корреляции между независимыми переменными составляет 0,11581, что говорит об отсутствии статистической связи между независимыми переменными.

После закрытия матрицы корреляции (см. рисунок В.6) и нажатия кнопки «ОК» в окне просмотра описательной статистики (см. рисунок В.5) программа выдаст окно описания модели (рисунок В.7).

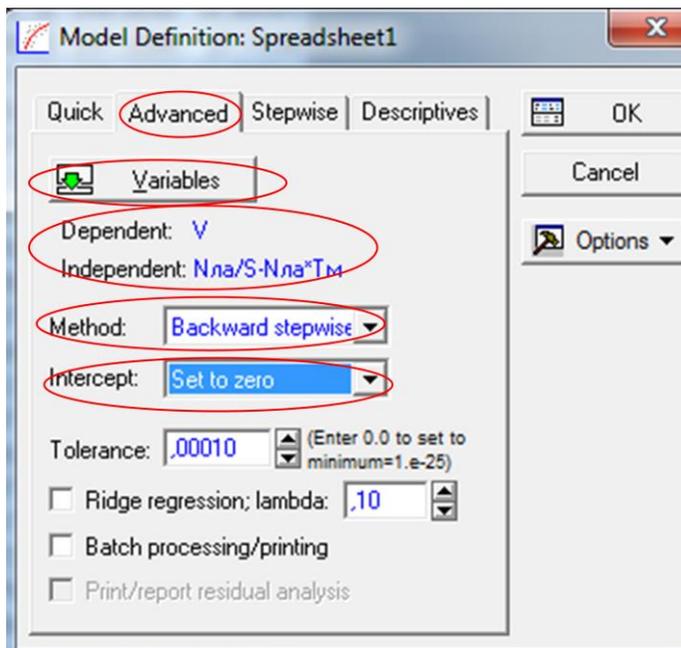


Рисунок В.7 – Окно описания модели множественной регрессии

В появившемся окне описания модели множественной регрессии (см. рисунок В.7) необходимо выбрать вкладку «Advanced». Затем, нажав кнопку «Variables», выбрать независимые и зависимую переменные. В поле «Method» необходимо указать метод поиска, а в поле «Intercept» – наличие (отсутствие) свободного члена. После нажатия кнопки «OK» программа выдаст окно с параметрами полученной модели множественной регрессии, аналогичное рассмотренному на рисунках В.5 и В.6. После этого необходимо выполнить анализ распределения остатков (см. рисунки Б.10 и Б.11).

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Основные статистические сведения

Таблица Г.1 – Наличие легковых автомобилей у граждан [6], тыс. шт.

Регион	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	1385,9	1737,1	2191,3	2339,8	2501,2	2646,5	2640,8	2670,6
Брестская обл.	204,5	264,5	328,1	350,1	375,7	402	400,9	406,7
Витебская обл.	185,2	205,6	276,7	288,1	298,4	313,6	316	304,5
Гомельская обл.	191,5	239,4	273,1	290,1	310,2	330,7	332,9	342,2
Гродненская обл.	185,3	226,5	273,1	293,3	314,6	336,2	334,1	338,6
г. Минск	275,4	387,3	489,9	532,1	561	598,5	587,2	595,3
Минская обл.	201	258,1	334,3	357,5	384,2	404,7	408,9	415
Могилевская обл.	143	155,7	216,1	228,6	257,1	260,8	260,8	268,3

Таблица Г.2 – Общее число зарегистрированных транспортных средств [6], шт.

2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
2609149	2916595	3025238	3147625	3426035	3433021	3599504	3788919	3817792	3853390	4053661

Таблица Г.3 – Валовой внутренний продукт в фактически действовавших ценах [7–9], млрд руб.

2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
9133,8	65067,1	79267,0	97165,3	129790,8	137442,2	164476,1	297157,7	530355,5	649110,7	778456,0

Таблица Г.4 – Номинальная начисленная среднемесячная заработная плата [10–12], тыс. руб.

Регион	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Республика Беларусь	58,9	463,7	582,2	694	868,2	981,6	1217,3	1899,8	3676,1	5061,4	6052,4
Брестская обл.	51,2	411,8	518	613,2	761,1	869,6	1088,1	1646,8	3185,3	4431	5294,1
Витебская обл.	53,2	430,2	537,6	627,1	773,2	876,8	1090	1709,1	3313,4	4507,3	5337,7
Гомельская обл.	56,9	457,1	567,8	665,1	821,8	927,1	1152,3	1790	3516,8	4816,3	5641,9
Гродненская обл.	52,7	425,8	535,4	635	793,3	894,8	1105,2	1714,8	3296,8	4578,8	5426,8
г. Минск	76,8	564,9	709,8	864	1103,4	1263,2	1537,2	2404,4	4575	6367,5	7731
Минская обл.	58,4	452,1	560,5	666,9	832,8	936,1	1182,1	1878,3	3660	4961,5	5987,2
Могилевская обл.	53,1	420,9	541,6	643,4	785,9	863,6	1090	1712,8	3356,4	4535,6	5310,7

Таблица Г.5 – Среднегодовой курс белорусского рубля к евро [13]

2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
709	2681,49	2692,07	2937,06	3 134,80	3 885,38	3949,89	6 432,08	10 713,07	11 782,47	13 574,47

Таблица Г.6 – Численность населения на начало года [14], тыс. чел.

Регион	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Республика Беларусь	10002,5	9697,5	9630,4	9579,5	9542,4	9513,6	9500	9481,2	9465,2	9463,8	9468,2
Брестская обл.	1481,9	1439,3	1426,8	1417,8	1409,7	1404,5	1399,2	1394,3	1391,4	1390,4	1388,5
Витебская обл.	1366,4	1289,5	1273,8	1259,4	1273,8	1237,5	1229,4	1221,8	1214,1	1208	1202,1
Гомельская обл.	1538,8	1484,2	1471	1459,4	1449,5	1443,2	1439,2	1435	1429,7	1427,7	1425,6
Гродненская обл.	1178,3	1122,1	1108	1096,2	1086	1076,7	1071,3	1065,9	1061,2	1058,4	1054,9
г. Минск	1683,2	1744,6	1758,8	1775,5	1794,7	1814,3	1843,7	1846,1	1885,1	1901	1921,8
Минская обл.	1547,4	1470,5	1457,6	1447,6	1440,7	1431,1	1419,9	1411,5	1403,6	1401,9	1402,7
Могилевская обл.	1206,5	1147,3	1134,4	1123,6	1114,5	1106,3	1097,3	1088,1	1080,1	1076,4	1072,6

Таблица Г.7 – Число погибших в ДТП в Республике Беларусь [2]

Год	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Погибло	1594	1673	1726	1518	1564	1322	1190	1200	1039	894	757

Таблица Г.8 – Выбросы загрязняющих веществ от мобильных источников в атмосферу [20, 21], тыс. тонн

Регион	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Республика Беларусь	952,8	1013,9	1137,5	1123,3	1200,6	1137,2	942,2	944,4	955,8	928,4	880,8
Брестская обл.	151,9	160,5	178,4	174,5	180,8	167,1	141,9	149,1	133,8	138,4	127,8
Витебская обл.	131,3	125,4	135,3	133,4	143,5	138,8	117,9	117,3	113,4	120,3	110
Гомельская обл.	149,2	141,1	156,8	153,7	165,5	157,3	128,9	123,9	126,7	123,2	113,7
Гродненская обл.	121,3	132	158	150,3	156	145,6	131,2	123,2	113,3	116,8	107,4
г. Минск	129,1	179,3	189	194,5	210	196,1	156,9	182,2	209,9	160,5	157,7
Минская обл.	169,3	180,1	213,2	209,8	227,4	225,3	178,9	168,2	173,3	182,5	181,8
Могилевская обл.	100,7	95,5	106,8	107,1	117,4	107	86,5	80,5	85,4	86,7	82,4

Таблица Г.9 – Число зарегистрированных случаев заболеваний новообразованиями с впервые установленным диагнозом [22], единиц

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	90613	102347	107954	115035	111761	112848
Брестская обл.	11075	12289	13739	17103	17534	17825
Витебская обл.	9561	12740	13904	12881	11412	12148
Гомельская обл.	16409	16627	17211	18038	17100	16719
Гродненская обл.	7123	9066	8829	9913	9118	9821
г. Минск	21257	24296	26993	29396	29102	30810
Минская обл.	14553	16696	15991	16621	16109	14178
Могилевская обл.	10635	10633	11287	11083	11386	11347

Таблица Г.10 – Число зарегистрированных случаев заболеваний крови с впервые установленным диагнозом [22], единиц

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	23805	23704	22730	21727	22229	20284
Брестская обл.	2775	2527	2452	2394	2414	2152
Витебская обл.	1901	1603	1844	1636	1545	1418
Гомельская обл.	5033	5329	5156	4737	5006	4085
Гродненская обл.	5112	5422	4716	4769	4397	4698
г. Минск	2999	3329	3334	3377	4115	3786
Минская обл.	4181	3858	3763	3275	3289	2796
Могилевская обл.	1804	1636	1465	1539	1463	1349

Таблица Г.11 – Число зарегистрированных случаев заболеваний нервной системы с впервые установленным диагнозом [22], единиц

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	67868	60446	56950	53718	51140	48207
Брестская обл.	5260	5863	5176	4980	5317	5198
Витебская обл.	10775	7676	7711	7848	7031	6947
Гомельская обл.	15659	11239	10141	8855	8053	7502
Гродненская обл.	4429	4927	4447	4375	4273	3800
г. Минск	14937	15085	14270	14086	13886	15135
Минская обл.	9528	8184	7681	7145	6943	6035
Могилевская обл.	7280	7472	7524	6429	5637	3590

Таблица Г.12 – Число зарегистрированных случаев заболеваний системы кровообращения с впервые установленным диагнозом [22], единиц

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	236591	280913	277132	271509	260923	246696
Брестская обл.	40445	40828	37544	33553	36309	33299
Витебская обл.	32285	37773	37159	37468	35558	33659
Гомельская обл.	40034	47043	44786	42086	40467	39948
Гродненская обл.	24337	31281	31017	30686	26226	24062
г. Минск	39351	57151	62826	63682	56771	55309
Минская обл.	41369	42139	39623	37676	39896	38352
Могилевская обл.	18770	24698	24177	26358	25696	22067

Таблица Г.13 – Число зарегистрированных случаев заболеваний органов дыхания с впервые установленным диагнозом [22], единиц

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	3853238	4925566	4349314	4600806	4025606	4282631
Брестская обл.	477710	619633	563649	563853	478228	515127
Витебская обл.	504655	621345	571488	619899	529825	529400
Гомельская обл.	582357	749660	615215	674331	583953	610691
Гродненская обл.	345414	504260	441629	457345	391803	453650
г. Минск	919871	1236275	1107995	1200677	1102109	1188871
Минская обл.	598704	693036	603868	635148	553638	606987
Могилевская обл.	424527	501357	445470	449553	386050	377905

Таблица Г.14 – Число умерших на 100 000 человек населения по причине новообразований [22]

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	192,2	191,2	194,3	191,4	188,3	183
Брестская обл.	178,8	176,9	193,8	184,6	179,4	172,4
Витебская обл.	205,1	214,4	211,7	210,1	208,7	203,6
Гомельская обл.	195,9	197,3	204,6	206,6	204,6	196,3
Гродненская обл.	199,3	192,2	186,6	177,1	178,9	177,7
г. Минск	180,4	182,2	187,5	186	180,7	176,9
Минская обл.	192,4	185,5	180,8	183,7	174,7	175,9
Могилевская обл.	200,6	196,6	198,8	192,2	195,5	180,8

Таблица Г.15 – Число умерших на 100 000 человек населения по причине болезней крови [22]

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6
Брестская обл.	1	1,1	0,9	0,7	1,2	1,1
Витебская обл.	0,4	0,9	0,9	0,8	1	0,5
Гомельская обл.	0,7	1	1	0,8	0,4	0,4
Гродненская обл.	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8	0,6
г. Минск	0,8	0,7	0,6	0,8	0,5	0,6
Минская обл.	0,5	0,4	0,4	0,8	0,5	0,4
Могилевская обл.	0,6	0,5	1,3	1	0,4	1

Таблица Г.16 – Число умерших на 100 000 человек населения по причине болезней нервной системы [22]

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	8,2	12,2	15,4	16,8	18,6	19,6
Брестская обл.	7,3	19,2	23,6	31,2	37,7	33,1
Витебская обл.	9,5	13,5	20,2	17,2	18,6	22,2
Гомельская обл.	7,3	10,8	11,9	12,4	11,5	10
Гродненская обл.	11,9	13,4	19,8	21,2	23,9	27,6
г. Минск	7,3	8,6	9,1	8,6	10	9,4
Минская обл.	8,4	10,9	14,2	16,7	20,1	20,2
Могилевская обл.	6,9	10	11,8	14	11,4	22

Таблица Г.17 – Число умерших на 100 000 человек населения по причине болезней системы кровообращения [22]

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	820,3	768,3	778,7	741,1	703,1	699,4
Брестская обл.	803,1	756,5	785,2	741,5	694,8	698,1
Витебская обл.	876,6	770,6	769,1	738,4	694,8	712,2
Гомельская обл.	841,9	825,2	849	807,1	750,7	750,3
Гродненская обл.	891,1	866,9	886,9	826,8	789,4	785,5
г. Минск	527,6	552,3	562,7	547,8	534,6	539,3
Минская обл.	979,4	892,7	880,6	826,6	795,6	780,3
Могилевская обл.	926,7	807,9	817,1	795,7	750,5	713,8

Таблица Г.18 – Число умерших на 100 000 человек населения по причине болезней органов дыхания [22]

Регион	2005	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Беларусь	54,7	43,3	37,3	32,9	24	22,6
Брестская обл.	31,7	28,5	27,7	26	18,9	16,1
Витебская обл.	99,9	71,4	67,6	63,1	46,6	44,4
Гомельская обл.	39,9	36,2	29,5	28,6	16,8	17,5
Гродненская обл.	103,5	67,9	64,9	45,7	37,6	35,4
г. Минск	24,4	25,3	17,5	17,5	12,5	10,9
Минская обл.	54,9	49,2	38,9	35	26	25,2
Могилевская обл.	50,5	38,3	30,3	24,8	18,4	18,1

Таблица Г.19 – Стоимость бензина АИ-92 в декабре месяце [23, 24]

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Стоимость, тыс. руб.	2,11	2,22	2,47	2,87	5,7	6,95	8,8

Таблица Г.20 – Площадь территории [10, 11], тыс. км²

Область	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	г. Минск	Минская	Могилевская
Площадь территории, тыс. км	32,8	40,1	40,4	25,1	0,3	39,8	29,1

Таблица Г.21 – Сальдо внешней торговли Республики Беларусь [25, 26]

Год	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Сальдо внешней торговли, млн дол.	-760,4	-1 287,80	-1 387,60	-1 479,60	-764,8	-1 319,80	-835,8	-1 071,40
Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Сальдо внешней торговли, млн дол.	-1 612,40	-2 717,10	-728,8	-2 617,50	-4 417,80	-6 810,50	-7 264,80	-9 600,90

Таблица Г.22 – Сальдо внешней торговли регионов Республики Беларусь [3]

Год	Сальдо внешней торговли, млн дол.						
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	г. Минск	Минская	Могилевская
2000	18,3	67,4	159,6	129	-1116,3	242	100,2
2005	144,5	652,4	1822,6	327,8	-3027,2	1016,4	136,2
2007	142	953,2	2 617,10	354,2	-6 951,60	1 119,90	348,9
2008	-36	-5,6	2 867,30	54,9	-8 648,20	2 350,20	191,5
2009	-57,7	-1794,6	-175,8	102,3	-2911,6	863,4	130,5
2010	-27,9	-1833,2	-1103	285,4	-3669,4	1752,6	129,7
2011	13	-2051,3	-854,2	431,9	1248,5	2849,2	-97,7
2012	72,8	-1971,6	-234,2	351,9	1298,8	2456,9	313,7
2013	187,1	-2161,7	189,2	736,8	-3069,8	1311,8	628,9

164

Таблица Г.23 – Объемы импорта некоторых товарных групп в соответствии с классификацией по ТНВЭД [25, 26], млн дол.

Наименование товарной группы	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Топливо минеральное, нефть и продукты их перегонки (по ТНВЭД)	2 590,4	5 525,6	10 087,7	13 967,6	11 291,9	12 058,1	18 723,3	17 870,0	12 567,7	11 848,9
Средства наземного транспорта, кроме железнодорожного, или трамвайного подвижного состава, их части и принадлежности (по ТНВЭД)	332,4	830	1 775,2	2 492,1	1 475,5	2 004,9	3 471,0	2 129,3	2 708,1	2 560,3

Таблица Г.24 – Объемы импорта некоторых товарных групп в соответствии с классификацией по МСТК [25, 26], млн дол.

Наименование товарной группы	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Нефть, нефтепродукты и аналогичные материалы	4 395,5	7 760,7	11 032,7	8 394,6	7 695,5	12 871,0	13 710,3	8 562,2	7 942,3
Дорожные транспортные средства (включая транспортные средства на воздушной подушке)	803,7	1 713,3	2 462,6	1 464,0	1 989,9	3 460,7	2 108,4	2 668,5	2 531,7

165

Таблица Г.25 – Объемы импорта некоторых групп товаров [25, 26], млн дол.

Наименование товара	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Нефть сырая	7064,7	6779,1	9377,5	8684,1	8318,8	7621,9
Нефтепродукты	1319,3	905,2	3474,2	4996,0	153,4	279,9
Шины	69,1	90,6	90,5	128,2	143,9	120,5
Автомобили легковые	1014,4	1334,4	2636,2	928,6	1145,9	1666,4
Части и принадлежности для автомобилей и тракторов	225,4	304,2	363,8	412,8	455,7	393,7

Таблица Г.26 – Объемы потребления населением автомобильного топлива, кг условного топлива в угольном эквиваленте / чел.

Объем потребления	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Автомобильный бензин, кг/чел.	48	58,2	57,8	61,9	63,6	66,9	67,2	71,4	77,1	80,1
Дизельное топливо, кг/чел.	31,5	46,5	41,7	55,2	33	35,9	74,4	82,6	80,5	67,1

Таблица Г.27 – Количество погибших в ДТП, численность населения и площадь территории субъектов Гомельской области [31]

Район	Погибло в ДТП в 2014 г.	Население 2014 г., тыс. чел.	Площадь территории, км ²
Брагинский	0	12,597	1960,5
Буда-Кошелевский	4	31,367	1594,5
Ветковский	2	17,853	1558,6
Гомельский	17	67,575	1955,8
Добрушский	4	37,214	1452,7
Ельский	2	16,022	1365,7
Житковичский	11	37,399	2916,3
Жлобинский	7	102,158	2110,8
Калинковичский	11	60,923	2756,2
Кормянский	1	13,928	949,2
Лельчицкий	6	25,135	3221,3

Кормянский	1	13,928	949,2
Лельчицкий	6	25,135	3221,3
Лоевский	1	12,662	1045,5
Мозырский	2	131,319	1603,5
Наровлянский	0	10,755	1588,8
Октябрьский	2	14,492	1381,2
Петриковский	1	29,54	2835,2
Речицкий	11	100,216	2714
Рогачевский	9	58,575	2067
Светлогорский	8	85,827	1899,9
Хойникский	1	20,076	2027,7
Чечерский	3	14,7	1229,9
г. Гомель	12	512	135,3
г. Мозырь	2	112	

Таблица Г.28 – Объемы импорта товаров в Республику Беларусь [25], млн дол.

2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
8646,2	16708,1	22351,2	28693,1	39381,3	28569	34884,4	45759,1	46404,4	43022,7	40502,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Анализ категорированных данных в программе «Statistica»

Ниже приведен перечень действий для реализации анализа категорированных данных в программе «Statistica» на примере оценки влияния уровня доходов населения страны на социальный риск в дорожном движении. В соответствии с классификацией ООН по уровню доходов населения страны делятся на три группы: с высоким, средним и низким уровнем доходов. При такой классификации независимая переменная (уровень доходов) является категорированной, т.к. она может принимать только три значения. Классический вариант визуального анализа данных при помощи диаграмм рассеивания (см. приложение А) позволит получить график, представленный на рисунке Д.1.

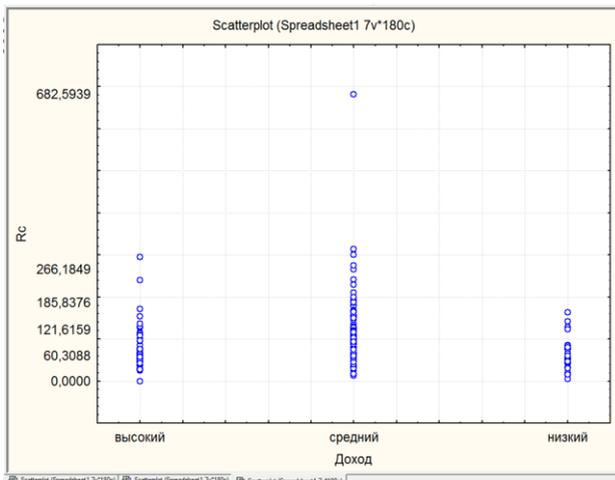


Рисунок Д.1 – Визуальный анализ категорированных данных при помощи диаграммы рассеивания

Из рисунка Д.1 видно, что классический регрессионный анализ (см. приложения Б и В) для категорированных данных невозможен, т.к. независимая переменная имеет только три значения (категории). В таких случаях для оценки наличия статистической связи между переменными можно использовать категорированные диаграммы размаха. Для этого в главном меню программы Statistica необходимо выбрать команду «Graphs» и в открывшемся меню нажать кнопку «Means w/Error Plots» (рисунок Д.2).

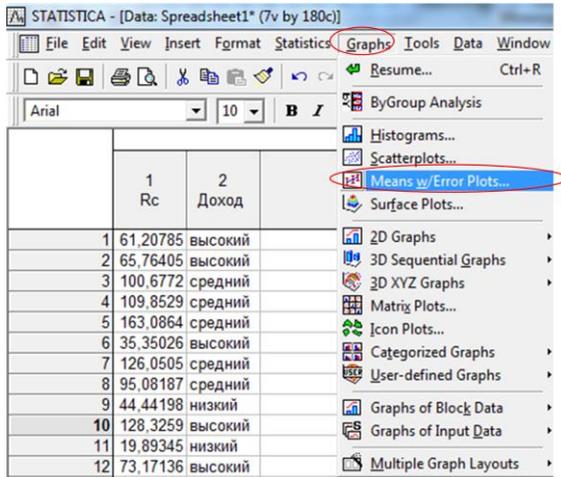


Рисунок Д.2 – Выбор диаграммы размаха категорированных данных

В появившемся окне во вкладке «Advanced» необходимо (рисунок Д.3):

- нажать кнопку «Variables» и указать зависимую (социальный риск) и независимую (уровень доходов) переменные;
- в поле «Statistics» поставить галочки напротив «Kruskal-Wallis test» и «F test, p (ANOVA)»;
- поставить галочку напротив поля «Connect middle points».

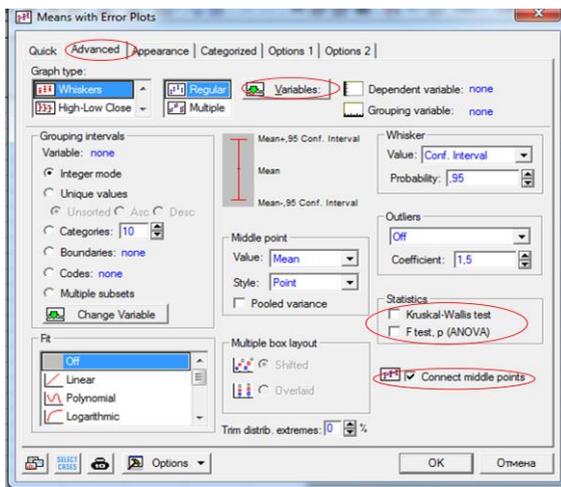


Рисунок Д.3 – Окно параметров категорированной диаграммы

После нажатия кнопки «ОК» программа выдаст диаграмму размаха (рисунок Д.4).

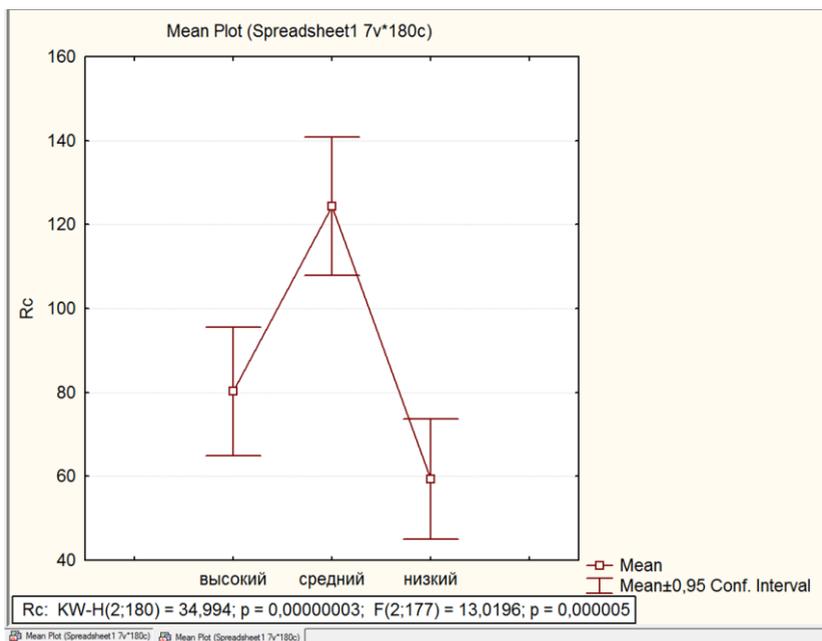


Рисунок Д.4 – Категорированная диаграмма размаха уровня социального риска в зависимости от уровня доходов населения

Из приведенной на рисунке Д.4 категорированной диаграммы размаха видно, что по критериям «Kruskal-Wallis test» и «F test, p (ANOVA)» уровень социального риска статистически значимо зависит от уровня доходов населения, т.к. $p < 0,05$. Далее можно производить различные модернизации построенной диаграммы (см. рисунки А.8–А.10).

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Построение матриц корреляции в программе «Statistica»

Матрица корреляции представляет собой таблицу, в первых строке и столбце которой приведены имена переменных, а на пересечении строки и столбца – соответствующий коэффициент корреляции. По значению коэффициента корреляции можно судить о наличии (отсутствии) статистической связи между переменными.

Рассмотрим методику построения матриц корреляции на примере трех переменных: количества погибших в ДТП в регионе Гомельской области, числа жителей этого региона и площади его территории. После ввода перечисленных исходных данных в программе «Statistica» необходимо нажать кнопку «Statistics» и затем выбрать в выпадающем меню команду «Basic Statistics/Tables» (рисунок Е.1).

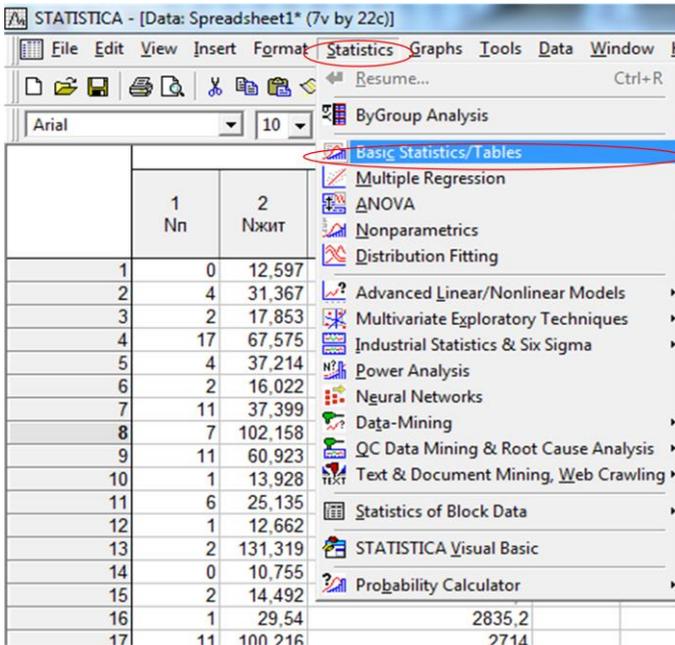


Рисунок Е.1 – Выбор команды работы с базовыми статистиками

После этого в появившемся окне необходимо нажать кнопку «Correlation matrices» и затем «ОК» (рисунок Е.2).

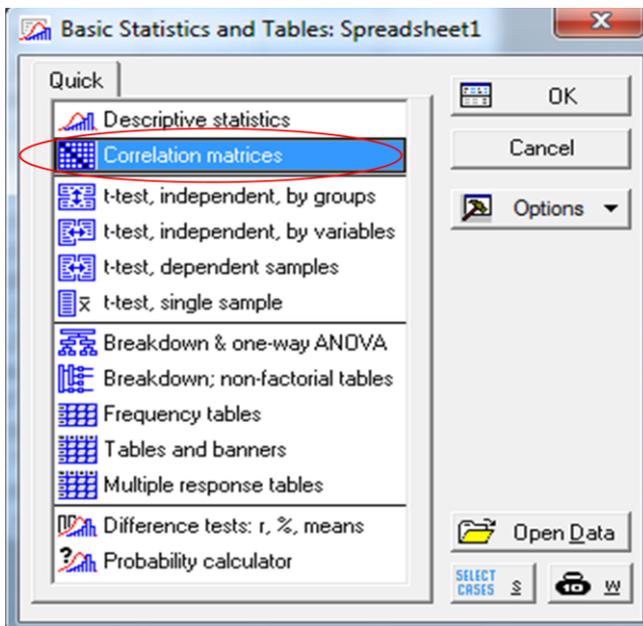


Рисунок Е.2 – Выбор матриц корреляции

В результате программа выдаст окно выбора переменных, для которых будет строиться матрица корреляции (рисунок Е.3).

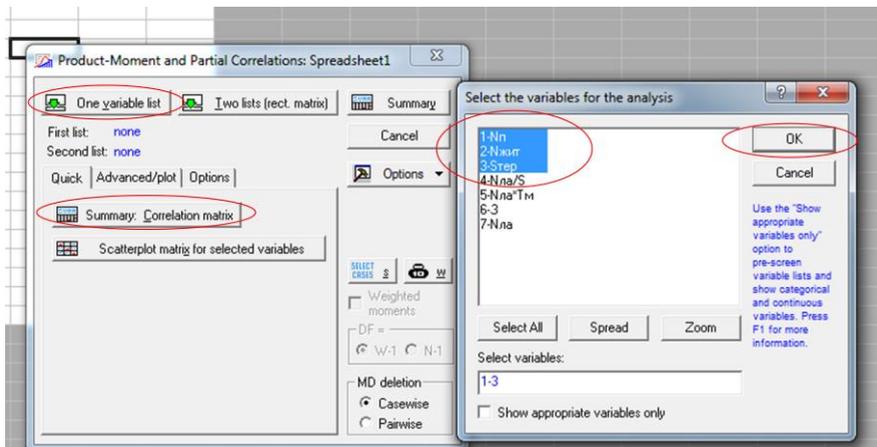


Рисунок Е.3 – Выбор переменных для анализа

В появившемся окне необходимо нажать кнопку «One variable list» и в появившемся втором окне – выбрать переменные для анализа и нажать кнопку «OK» (см. рисунок Е.3). После этого необходимо нажать кнопку «Summary: Correlation matrix» (см. рисунок Е.3). В результате программа выдаст таблицу (рисунок Е.4), в которой будут приведены коэффициенты корреляции для исследуемых переменных.

Correlations (Spreadsheet1)
 Marked correlations are significant at $p < ,05000$
 N=22 (Casewise deletion of missing data)

Variable	Nп	Nжит	Step
Nп	1,00	0,46	0,25
Nжит	0,46	1,00	-0,41
Step	0,25	-0,41	1,00

Рисунок Е.4 – Матрица корреляции

Из рисунка Е.4 видно, что на количество погибших в ДТП статистически значимо влияет количество жителей (коэффициент корреляции равен 0,4 и подсвечен красным). Площадь территории региона не влияет на количество погибших в ДТП в нем.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

**Проект Программы обеспечения безопасности дорожного движения
в Гомельской области**

Глава 1

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1 Программа обеспечения безопасности дорожного движения в Гомельской области на 2016–2020 годы (далее – Концепция) разработана в соответствии с Законом "О дорожном движении" от 5 января 2008 г. (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2008 г., № 14, 2/1410) и Концепцией обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14 июня 2006 г. № 757 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2006 г., № 5/22459).

2 Программа определяет цели, задачи, основные направления обеспечения безопасности дорожного движения в Гомельской области, комплексы мер по сокращению уровня аварийности на дорогах, снижению тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий, основную долгосрочную политику и приоритеты обеспечения безопасности дорожного движения в регионе.

Глава 2

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

3 В период с 2005 по 2014 гг. на дорогах Гомельской области погибло 1830 и получило ранения 8335 человек. Совокупная экономическая оценка стоимости аварийных потерь за указанный период составляет порядка 174 млн дол.

4 Основными причинами высоких аварийных потерь являются рост автомобилизации на фоне недостаточной модернизации дорожной инфраструктуры и низкокачественной информационной работы с участниками дорожного движения.

5 Относительные показатели оценки уровня безопасности дорожного движения указывают 2–3-кратное отставание Гомельской области от наиболее успешных в части безопасности дорожного движения регионов со сходными условиями.

Глава 3

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

6 Целью Программы является снижение количества погибших в ДТП в Гомельской области в 2020 г. не менее чем до 65 человек.

Максимальные целевые значения по количеству погибших по регионам Гомельской области на каждый год реализации Программы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Максимальные значения количества погибших в ДТП по годам реализации Программы в каждом субъекте Гомельской области

Район	Целевые значения по годам					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Брагинский	0	0	0	0	0	0
Буда-Кошелевский	4	4	4	4	4	3
Ветковский	2	2	2	2	2	2
Гомельский	15	13	10	8	6	3
Добрушский	4	4	4	4	4	3
Ельский	2	2	2	2	2	2
Житковичский	9	8	7	5	4	4
Жлобинский	7	7	6	6	6	5
Калинковичский	10	9	8	7	5	4
Кормянский	1	1	1	1	1	1
Лельчицкий	5	5	4	3	3	3
Лоевский	1	1	1	1	1	1
Мозырский	2	2	2	2	2	2
Наровлянский	0	0	0	0	0	0
Октябрьский	2	2	2	2	2	2
Петриковский	1	1	1	1	1	1
Речицкий	10	9	8	7	6	5
Рогачевский	8	7	6	5	4	4
Светлогорский	7	6	6	5	5	5
Хойникский	1	1	1	1	1	1
Чечерский	3	3	3	3	3	2
Гомель	12	11	11	11	10	10
Мозырь	2	2	2	2	2	2
Итого область	108	100	91	82	74	65

Цели могут быть пересмотрены при изменении законодательства.

7 Задачами Программы являются:

- создание системного эффективного областного управленческого механизма обеспечения безопасности дорожного движения;

- организация комплекса мероприятий направленных на повышение БДД;

- вовлечение в процесс обеспечения безопасности дорожного движения структурных подразделений Гомельского областного исполнительного комитета, организаций коммунальной формы собственности, граждан, общественных организаций;

- привлечение доступных финансовых, административных и человеческих ресурсов.

Глава 4

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

8 Для решения задач Программы выделяются три основных направления действий: общесистемные меры, направленные на фактор риска «Человек» и направленные на фактор риска «Дорога».

9 Общесистемные меры направлены на обеспечение применения научных методов при решении задач повышения безопасности дорожного движения, а также создание системы менеджмента безопасности дорожного движения. Перечень общесистемных мер приведен в таблице 2.

10 Меры, направленные на фактор риска «Человек» призваны информировать участников дорожного движения о проблемах аварийности и формирование необходимой модели поведения каждой категории участников дорожного движения. Перечень таких мер приведен в таблице 3.

11 Меры, направленные на фактор риска «Дорога», призваны реализовать мероприятия по повышению безопасности дорожного движения за счет совершенствования технического оснащения дорог. Перечень таких мер приведен в таблице 4.

Таблица 2 – Общесистемные меры повышения безопасности дорожного движения в Гомельской области

Наименование меры	Краткое описание меры	Срок реализации	Исполнитель	Контролирующий орган	Объем финансирования, млн руб.
Усиление роли науки в разработке мероприятий по повышению безопасности дорожного движения	Применение научных методов в решении актуальных проблем обеспечения безопасности дорожного движения	Постоянно	Белорусский государственный университет транспорта	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	На хозяйственной основе в зависимости от вида и сложности работ
Разработка геоинформационной системы хранения и анализа данных о ДТП, в т. ч. с материальным ущербом, а также хранения данных о реализованных мероприятиях по повышению БДД	Создание компьютерной системы, позволяющей автоматизировать работу по сбору и анализу данных о ДТП, а также об эффективности реализованных мероприятий. Это позволит более точно анализировать данные об аварийности и реализовывать наиболее выгодные по соотношению стоимость/эффективность мероприятия	2016 г.	Белорусский государственный университет транспорта	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	500
Создание сайта и страниц в социальных сетях по безопасности дорожного движения в Гомельской области	Привлечение внимания населения к проблемам безопасности дорожного движения и за счет этого – формирование необходимой модели его поведения на дорогах	2016 г.	Белорусский государственный университет транспорта	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	100–400

Окончание таблицы 2

Наименование меры	Краткое описание меры	Срок реализации	Исполнитель	Контролирующий орган	Объем финансирования, млн руб.
Создание благотворительного фонда по сбору средств на реализацию мероприятий по повышению БДД	Улучшения финансирования деятельности по повышению безопасности дорожного движения	2016 г.	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	Областная комиссия по обеспечению безопасности дорожного движения	Не предусмотрено
Создание условий по стимулированию альтернативных легковому автомобилю способов перемещения	Снижение частоты использования легковых автомобилей за счет реализации потребностей в передвижении более приемлемыми с точки зрения аварийности способами	Постоянно	Местные комиссии по обеспечению безопасности дорожного движения, предприятия-перевозчики, общественные организации, дорожные организации, СМИ	Областная комиссия по обеспечению безопасности дорожного движения	Не предусмотрено

178

Таблица 3 – Меры, направленные на фактор риска «Человек»

Наименование меры	Краткое описание меры	Срок реализации	Исполнитель	Контролирующий орган	Объем финансирования, млн руб.
Разработка методических рекомендаций по выявлению целевых аудиторий, содержанию, проведению и оценке эффективности информационных кампаний по повышению безопасности дорожного движения	Готовые методические рекомендации, позволяющие определять целевые аудитории для информационных кампаний по БДД, а также обосновывать их содержимое и оценивать эффективность таких кампаний	2016 г.	Белорусский государственный университет транспорта	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	500

Проведение информационной кампании о масштабах проблемы БДД	Спектр информационной работы, направленной на формирование осознанности проблемы аварийности на дорогах всех категорий участников дорожного движения	Постоянно	УГАИ УВД Гомельского облисполкома, общественные организации, СМИ	Областная комиссия по обеспечению безопасности дорожного движения	Не предусмотрено
Проведение информационных кампаний среди групп участников дорожного движения повышенного риска	Спектр информационной работы, направленной на формирование навыков и осознанности правильного поведения среди потенциально опасных групп участников дорожного движения	Постоянно	УГАИ УВД Гомельского облисполкома, общественные организации, СМИ	Областная комиссия по обеспечению безопасности дорожного движения	Не предусмотрено
Исследование причин нарушения ПДД виновниками ДТП и разработка материалов для дополнительного их информирования о действующем законодательстве и последствиях его несоблюдения	Установление причин совершения нарушений ПДД, приведших к возникновению ДТП, и разработка информационных материалов по разъяснению действующего законодательства и последствиях его несоблюдения	2017 г.	Белорусский государственный университет транспорта	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	200
Проведение конкурса «Лучшая автошкола Гомеля»	Привлечение внимания к проблеме аварийности, а также к повышению качества подготовки водителей	Постоянно	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	Областная комиссия по обеспечению безопасности дорожного движения	Не предусмотрено

Таблица 4 – Меры, направленные на фактор риска «Дорога»

Наименование меры	Краткое описание меры	Срок реализации	Исполнитель	Контролирующий орган	Объем финансирования, млн руб.
Постоянное выявление мест концентрации ДТП и реализация мероприятий по снижению числа и тяжести аварий	Выполнение топографического анализа аварийности для установления мест концентрации ДТП с последующим выявлением причин аварийности в наиболее тяжелых очагах с разработкой мероприятий снижающих число и тяжесть ДТП	Ежегодно	Белорусский государственный университет транспорта в рамках выполнения комплексных дипломных проектов	УГАИ УВД Гомельского обл-исполкома	Не предусмотрено
Выявление «узких» мест, снижающих плавность движения транспортного потока, и разработка мероприятий по повышению их пропускной способности	Установление мест пониженной пропускной способности (перекрестки, пешеходные переходы и т.д.) и разработка мероприятий по ее приведению в соответствие с имеющейся интенсивностью	2017 г.	Белорусский государственный университет транспорта	УГАИ УВД Гомельского обл-исполкома	500
Качественное содержание дорог в зимний период	Обеспечение свойств и качеств дорожного покрытия в пределах действующих нормативов	Постоянно	Владельцы автодорог	УГАИ УВД Гомельского обл-исполкома	В зависимости от протяженности обслуживаемой сети

Обоснование реконструкции перекрестков в кольцевые пересечения	Грамотное применение кольцевых перекрестков позволяет снизить аварийность и задержки транспортных средств	Постоянно	Белорусский государственный университет транспорта	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	100 за объект
Оборудование наземных пешеходных переходов островками безопасности	Применение островков безопасности позволяет снизить время нахождения пешехода на проезжей части, подсознательно повысить внимание водителя при проезде пешеходных переходов, а также уменьшить скорость движения транспорта при совершении поворотных маневров. Все это позволяет снизить количество и тяжесть дорожно-транспортных происшествий, особенно с участием пешеходов	Постоянно	Владельцы дорог	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	Не предусмотрено
Оборудование перекрестков конструктивно выделенными направляющими островками	Канализирование движения транспортных потоков применением конструктивно выделенных направляющих островков позволяет выделять траектории движения транспорта, что способствует повышению безопасности дорожного движения и пропускной способности узлов	Постоянно	Владельцы дорог	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	Не предусмотрено

Окончание таблицы 4

Наименование меры	Краткое описание меры	Срок реализации	Исполнитель	Контролирующий орган	Объем финансирования, млн. руб
Применение мер сдерживания скорости на опасных участках	Применение мер сдерживания скорости позволяет на потенциально опасных участках обеспечить уровень скоростного режима в необходимых, с точки зрения безопасности дорожного движения, пределах	Постоянно	Владельцы дорог	УГАИ УВД Гомельского облисполкома	Не предусмотрено
Оптимизация циклов светофорного регулирования на регулируемых перекрестках	Реализация обоснованных структуры и цикла светофорного регулирования позволяют с минимальными затратами существенно снизить все виды потерь в дорожном движении, в том числе и аварийных				
Реализация проекта «Безопасная дорога в школу»	Необходимо установить потенциально опасные места на пути следования детей школьного возраста к местам их обучения (предположительно опросом их родителей) и разработать соответствующие мероприятия, а также привлечь внимание общественности к проблеме аварийности на дорогах	2016 г.	УГАИ УВД Гомельского облисполкома, среднеобразовательная школа, СМИ	Комиссия по БДД г. Гомеля	Не предусмотрено

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(обязательное)

**ПРОЕКТ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИЗМЕРЕНИЮ
ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ**

1 Область применения проекта методических рекомендаций

Настоящие рекомендации могут применяться для измерения интенсивности движения на регулируемых пересечениях.

2 Нормативные ссылки

В предложенных рекомендациях использованы ссылки:
– на ТКП 45-3.03-227-2010 “Улицы населенных пунктов”;
– ПДД Республики Беларусь с изменениями и дополнениями на 10 августа 2015 года.

3 Термины и определения

3.1 Интенсивность движения – это количество транспортных средств, проходящих через сечение дороги в течение заданного промежутка времени.

3.2 Коэффициент вариации – мера относительного разброса случайной величины; показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет её стандартное отклонение.

3.3 Приведенная интенсивность движения – сумма произведений i -го типа транспортного средства на коэффициент приведения.

3.4 Регулируемый перекрёсток – перекресток, на котором очередность движения определяется сигналами регулировщика или светофора.

3.5 Светофорный цикл – это периодически повторяющаяся совокупность фаз.

3.6 Среднее значение – средневзвешенное по вероятности значение случайной величины.

3.7 Стандартное отклонение – степень отклонения значений случайной величины от среднего значения.

4 Алгоритм измерения интенсивности

Для измерения интенсивности движения необходимо выполнить следующую последовательность действий:

4.1 Произвести предварительное измерение интенсивности на протяжении $n = 10$ циклов светофорного регулирования в фактических единицах в соответствии с видами транспортных средств, приведенными в таблице 2.1 согласно ТКП 45-3.03-227–2010 “Улицы населенных пунктов”.

4.2 Рассчитать значения приведенной интенсивности N_i с учётом коэффициентов приведения в соответствии с ТКП 45-3.03-227-2010 “Улицы населенных пунктов”.

4.3 Рассчитать среднее значение N_{cp} , стандартное отклонение σ и коэффициент вариации V по формулам

$$N_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (N_i - N_{cp})^2}{(n-1)}}; \quad V = \frac{\sigma}{N_{cp}}.$$

4.4 Определить необходимое число циклов C для измерения интенсивности по формуле

$$C = 70,6629V.$$

4.5 Если $C \leq 10$, то интенсивность за час находится по формуле

$$N_{расч} = \frac{K}{n} \sum_{i=1}^n N_i,$$

где K – количество циклов за час.

Если $C > 10$, то необходимо измерить интенсивность на протяжении $n = C$ циклов светофорного регулирования в фактических единицах и рассчитать значения приведенной интенсивности N_i с учётом коэффициентов приведения.

4.6 Найти интенсивность за час по формуле

$$N_{расч} = \frac{K}{C} \sum_{i=1}^C N_i.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ К
(обязательное)

**ПРОЕКТ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ
ОСТРОВКОВ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ**

1 Область применения проекта методических рекомендаций

Настоящие рекомендации распространяются на островки безопасности, применяемые на улицах или автомобильных дорогах в сочетании с другими техническими средствами организации дорожного движения в соответствии с СТБ-1300.

2 Нормативные ссылки

«В предложенных рекомендациях по применению островков безопасности использованы ссылки на технические нормативные правовые акты:

1 Отечественные:

- ТКП 45.3.03-227–2010. Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования. – Взамен СНБ3.03.02–97; введен в действие 2010-01-17. – Минск : Минстройархитектуры, 2011. – 46 с.;

- ТКП 45-3.03.19–2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. Введен в действие 2006-01-26. – Минск : Минстройархитектуры, 2006. – 42 с.;

- СТБ-1300–2014. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – Взамен СТБ 1300–2007; введен в действие 2014-01-28. – Минск : РУП «БелдорНИИ», 2014. – 140 с.;

- ГОСТ Р 52289–2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Введен в действие 2004-12-15. – М. : Стандартинформ, 2006. – 94 с.

2 Зарубежные:

- AASHTO Task Force on Geometric Design. "AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities." American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC;

- Manual of traffic signs and markings (MOTSAM). Part 1: traffic signs and Part 2: road marking. Published: August 2010;

- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, 2014. – 23 s.

- SISTRA Schweizerischer Fachverband für Sicherheit auf Strassen;

- Leitfaden zur Abwicklung von Aufträgen bei der Verkehrsführung für die temporäre und permanente Sicherheit auf Autobahnen und anderen Strassenkategorien;

- Bau von Entwässerungsanlagen und Strassen. Normenrevision 2015. Bearbeitet: Normenkommission Tiefbau- und Entsorgungsdepartement;

- Planning and designing for pedestrians: guidelines. Department of Transport, Department of Planning, Public Transport Authority. Version 5-12.03.2012. – 219 p.;

- Technical direction. For traffic and transport practitioners Policy – Guidelines – Advice. Director, Infrastructure Services; Director, Commercial Services; Director, NSW Centre for Road Safety; Traffic Management and Road Safety staff; and Traffic Signal design staff. Published June 2011.

3 Руководства по дизайну городских улиц:

- American Association of State Highway and Transportation Officials: guide for the Development of Bicycle Facilities. Washington, DC, 1991;

- Pedestrian planning and design guide. N.Z., Transport Agency. October 2009;

- Traffic Engineering Manual. Vol.1, chapter 4. edition 4. September 2008;

- Safety in Geometric Design. Paper I. Krammes R., Brilon W. (eds.). Proceedings 2nd International symposium on Highway Geometric Design. June 14–17, 2000, Mainz, Germany. P 11–23.

- Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings. Prepared for: Transit Cooperative Research Program National Cooperative Highway Research Program. Texas Transportation Institute, College Station and Dominique Lord, Texas A&M University, College Station, Texas. March 2006.

- Pedestrian crossing guidelines for texas by Shawn M. Turner, P.E. Assistant Research Engineer Texas Transportation Institute and Paul J. Carlson, P.E. Assistant Research Engineer Texas Transportation Institute. Research Project Title: Revising the Pedestrian Warrant for the Installation of a Traffic Signal Sponsored by the Texas Department of Transportation In Cooperation with the U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. Texas. December 2000.

- Pedestrian Crossing Treatment Installation Guidelines. Prepared for: City of Boulder Transportation Division P.O. Box 791 Boulder, Colorado 80306.

3 Термины и определения

3.1 Бордюрная рампа – плавное соединение разных элементов дорог или частей инженерных сооружений, расположенных в разных уровнях, для более удобного движения транспортных средств или пешеходов.

3.2 Защитный элемент (модуль) островка безопасности – элемент конструкции островка безопасности, закрепленный на проезжей части и возвышающийся над ней, предназначенный для защиты пешеходов от транспортных средств.

3.3 Островок безопасности – вид технических средств организации дорожного движения, представляющий собой конструктивно выделенное над проезжей частью или дорожной разметкой сооружение на наземных пешеходных переходах, предназначенное для остановки пешеходов при переходе проезжей части дороги.

3.4 Поручень – конструкция в виде вертикальных элементов высотой около метра, предназначенная для обеспечения точки опоры для пожилых людей, детей, инвалидов и других пешеходов, при пересечении проезжей части.

3.5 Разделительная зона – выделенный горизонтальной дорожной разметкой элемент дороги, разделяющий смежные проезжие части и не предназначенный для

движения или остановки транспортных средств и пешеходов вне специально обозначенных мест.

3.6 Разделительная полоса – конструктивно выделенный элемент дороги, разделяющий смежные проезжие части и не предназначенный для движения или остановки транспортных средств и пешеходов вне специально оборудованных и обозначенных мест.

3.7 Тактильный элемент – средство отображения информации, представляющее собой полосу из материалов определенного цвета и рисунка рифления, позволяющих инвалидам по зрению лучше ориентироваться в пространстве путем осязания их стопами ног, тростью или используя остаточное зрение.

3.8 Технические средства организации дорожного движения – устройства, конструкции и изображения, применяемые на дорогах для организации и регулирования дорожного движения, обеспечения его безопасности и повышения пропускной способности дорог.

3.9 Точечный световозвращающий элемент (ТСЭ) – устройство со световозвращающим элементом, снабженное деталями крепления, служащее для обозначения направления движения или местонахождения препятствия на дороге в темное время суток.

4 Классификация островков безопасности

В зависимости от места расположения:

- на разделительной полосе;
- на разделительной зоне;
- самостоятельно на проезжей части.

В зависимости от способа выделения:

- конструктивно выделенные;
- конструктивно невыделенные.

В зависимости от конструкции:

- прямые;
- диагональные;
- z-образные.

В зависимости от способа крепления:

- капитальные;
- съемные.

5 Общие технические требования

Рекомендуемое применение островков безопасности в зависимости от интенсивности движения и разрешенной скорости на участке улично-дорожной сети приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Рекомендации по применению островков безопасности

Конфигурация дороги	Интенсивности автомобилей, авт/сут															
	1500–9000				9000–12000				12000–15000				Более 15000			
	Допустимая скорость, км/ч															
	Менее 40	40–55	55–70	Более 70	Менее 40	40–55	55–70	Более 70	Менее 40	40–55	55–70	Более 70	Менее 40	40–55	55–70	Более 70
Двухполосная	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Четырехполосная	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Четырехполосная с разделительной зоной/полосой	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шестиполосная	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шестиполосная с разделительной зоной/полосой	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Восьмиполосная с разделительной зоной/полосой	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Десятиполосная с разделительной зоной/полосой	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Более 10 полос	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Разрешается обустройство островков безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах с малым количеством полос при условии, что данный пешеходный переход находится рядом с общественными зданиями (школы, детские сады, поликлиники, больницы и т.д.), а также при больших скоростях и высоких интенсивностях движения транспорта и пешеходов. Желательно такие островки безопасности выполнять z-образного или диагонального типа.

Все островки безопасности должны быть конструктивно выделенными. Однако в виде исключения допускается обозначение островков безопасности при помощи линий горизонтальной дорожной разметки 1.2 в случаях, определенных Министром внутренних дел Республики Беларусь. Такие островки безопасности рекомендуется делать обычного прямого типа.

Рекомендуемый тип островка безопасности в зависимости от ширины обустроенной разделительной зоны/полосы приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Тип островка безопасности на разделительной зоне/полосе в зависимости от ее ширины

Тип островка безопасности	Ширина зоны/полосы, м
Прямой	1,2–2,4
Z-образный	2,4–3,5
Диагональный	Более 3,5

При наличии на дороге или улице центральной разделительной полосы или зоны островков безопасности размещается в месте пересечения пешеходного перехода с разделительной полосой или зоной. Минимальная ширина островка безопасности в зависимости от разрешенной скорости на участке улично-дорожной сети приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Минимальная ширина островка безопасности

Разрешенная скорость движения, км/ч	Минимальная ширина островка безопасности, м
Менее 40	1,5
40–55	1,83
55–70	2,44
Более 70	3,33

При отсутствии разделительной полосы/зоны островки безопасности шириной не менее 2 м могут устраиваться за счет уменьшения полосы движения до 3,25 м на магистральных улицах и дорогах общегородского значения и до 3 м на магистральных улицах и дорогах районного значения, а также за счет полос озеленения и тротуаров. В случае расширения проезжей части в сторону длина участка расширения должна составлять не менее 40 м.

Островки безопасности должны быть обустроены на всех кольцевых пересечениях, за исключением тех, которые имеют малый диаметр центрального островка. Ширина островка безопасности должна быть не менее 1,8 м, а длина – не менее 15 м. Длина защитного элемента островка безопасности, находящегося в непосредственной близости к кольцевому пересечению в зависимости от количества полос на проезжей части, приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Длина защитного элемента в зависимости от количества полос

Количество полос	Расстояние от кольцевого пересечения до края защитного элемента, м
4	7,5
6	15
8 и более	22,5

Более подробные геометрические характеристики островков безопасности, применяемых на кольцевых пересечениях, приведены в приложении Е.

Пешеходная часть островка безопасности должна быть такой же по ширине, как и пешеходный переход, однако допускается уменьшение пешеходной части островка безопасности до ширины пешеходного перехода, где невозможно добиться одинаковой ширины.

На пешеходной части островка безопасности не должны располагаться опоры дорожных знаков и светофоров, а также других устройств.

При необходимости размещения на островке безопасности опор дорожных знаков и светофоров, а также других устройств они должны размещаться на защитных элементах. Защитные элементы островка безопасности должны быть обозначены вертикальной дорожной разметкой 2.6.

Рекомендуется применять асфальтированное покрытие при небольшой площади островка безопасности, а также при его устройстве на асфальтированной проезжей части. Мощенные гранитом островки безопасности рекомендуется применять в случаях необходимости создания ярких, заметных островков и при мощеной проезжей части.

Разрешается применение зеленых насаждений на защитных элементах островка безопасности, однако для обеспечения видимости пешеходов их высота должна быть такой, чтобы поле обзора было свободно от зрительных препятствий на высоте от 0,6 до 3 м.

Высота пешеходной части островка безопасности должна составлять 0,025–0,04 м над проезжей частью. Высота бордюрного камня, применяемого на пешеходном переходе, должна составлять 0,15–0,20 м.

На подходах к пешеходному переходу (с большим количеством пешеходов пожилого возраста и инвалидов), а также на островке безопасности рекомендуется использовать бордюрные ramпы, тактильные элементы и пандусы.

Длина бордюрной ramпы, как правило, меньше ширины пешеходного перехода на 20–40 см, ширина – не менее 1,5 м (рисунок К.1). Уклон бордюрной ramпы должен быть не более чем 1:10.

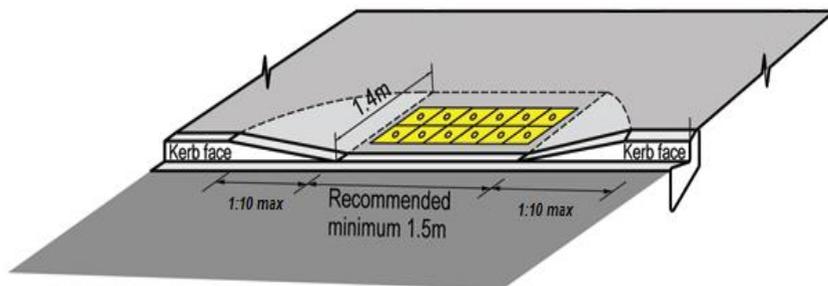


Рисунок К.1 – Бордюрная ramпа с тактильным элементом

Тактильный элемент, располагающийся на бордюрной рампе или просто на подходах к пешеходному переходу и островке безопасности, должен предоставлять инвалидам по зрению необходимую и достаточную информацию, способствующую самостоятельной ориентации на дороге. Поверхность тактильного элемента должна быть шероховатой рифленой с противоскользящими свойствами, отличной по структуре и цвету от прилегающей поверхности бордюрной рампы, и обеспечивать ее распознавание инвалидами по зрению на ощупь и/или визуально (см. приложение Ж). Тактильные элементы могут использоваться как на бордюрных рампах, так и самостоятельно.

Рекомендовано применение как на островке безопасности, так и на подходах к пешеходному переходу поручней. Высота поручня должна быть 1 м, с яркой и заметной окраской, ширина должна быть в диапазоне от 0,6 до 1,5 м, радиус закругления – 0,2–0,25 м. Возможно обустройство поручня с перекладиной на высоте 0,1–0,15 м от уровня земли.

Класс защитных элементов на конструктивно выделенных островках безопасности должен быть не менее ОНП-3 по СТБ 2303. На защитных элементах конструктивно выделенных островков безопасности могут устанавливаться ТСЭ в верхней части бордюра с шагом 0,1–0,3 м.

При соответствующем обосновании допускается совместное применение с островками безопасности пешеходных платформ. Рекомендуемая высота пешеходной платформы должна составлять 0,075–0,10 м.

Для информирования участников дорожного движения о приближении к пешеходному переходу с островком безопасности рекомендуется установка информационно-указательного дорожного знака, наподобие знака «Островок безопасности», применяемого в Австралии (см. приложение И). Рекомендуемое расстояние от дорожного знака до пешеходного перехода, в зависимости от разрешенной скорости на участке дороги, приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Расстояние от знака «Островок безопасности» до пешеходного перехода

Скорость	40	48	56	64	72	81	89	97	105
Дистанция	46	61	76	92	110	131	153	177	201

Наибольшая концентрация освещения должна приходиться на места возможной опасности для пешеходов или транспортных средств. Также необходима установка защитных барьеров с отражателями, в случае, если будет отсутствовать освещение в темное время суток. На проезжих частях с количеством полос 8 и более рекомендуется устанавливать на островке мачты освещения.

Обустройство островков безопасности не рекомендуется при ширине проезжей части менее 14 м (однако при соответствующем обосновании допускается их применение при меньшей ширине проезжей части) и в местах, где ширина островка безопасности исходя из геометрических особенностей улично-дорожной сети, будет меньше минимально допустимой. Также рекомендуется отказаться от островка в местах, где он будет препятствовать очистке проезжей части от осадков.

Научное издание

АЗЕМША Сергей Александрович
СТАРОВОЙТОВ Александр Николаевич

**ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНЫХ МЕТОДОВ В ПОВЫШЕНИИ
БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Редактор И. И. Э в е н т о в
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а
Корректор Т. А. П у г а ч

Подписано в печать 15.06.2017 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Цифровая печать.
Усл. печ. л.11,16. Уч.-изд. л. 10,53. Тираж 100 экз.
Зак. № . Изд. № 85.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта,
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель