

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.13

С. А. АЗЕМША, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель;
С. Н. КАРАСЕВИЧ, кандидат технических наук, ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», г. Москва; А. Н. СТАРОВОЙТОВ, кандидат физико-математических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

**РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАНИЙ РЕГИОНАМ
ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

В качестве основного метода снижения дорожно-транспортной аварийности во многих странах мира эффективно используется программно-целевой подход к решению проблем обеспечения безопасности дорожного движения (БДД), реализуемый через осуществление целевых программ на общегосударственном и региональном уровнях. Установление индивидуальных целевых заданий для каждого региона является залогом успешного достижения общегосударственных целей по обеспечению БДД.

Рассмотрены результаты анализа динамики дорожно-транспортной аварийности в России и реализован методический подход к определению статистики факторов, значимо влияющих на исследуемые показатели состояния БДД в субъектах Российской Федерации, основанный на применении методов регрессионного анализа и предусматривающий использование прикладных компьютерных программ, применяемых при решении задач в статистической постановке. Приведено обоснование вида модели и оказывающих влияние факторов. Результаты проведенных исследований использованы при разработке механизма установления индивидуальных целевых заданий для субъектов Российской Федерации по снижению уровня дорожно-транспортной аварийности на период реализации программных мероприятий.

К настоящему времени в Российской Федерации (РФ) сложилась и устойчиво функционирует государственная система обеспечения БДД, являющаяся неотъемлемой частью социально-экономической инфраструктуры общества. В качестве основного метода снижения дорожно-транспортной аварийности и тяжести ее последствий эффективно используется программно-целевой подход к решению проблем обеспечения БДД, осуществляемый через формирование и реализацию федеральной, региональных и муниципальных целевых программ по повышению БДД. Однако до настоящего времени отмечается недостаточная эффективность деятельности органов управления в сфере обеспечения БДД при реализации программно-целевого подхода, что в особенности связано с отсутствием действенных механизмов установления целевых заданий для субъектов РФ по снижению уровня дорожно-транспортной аварийности. Оценивая существующую практику, следует признать острую необходимость повышения эффективности деятельности по управлению обеспечением БДД за счет индивидуального подхода к формированию целевых заданий применительно к конкретному субъекту РФ. Установление обоснованных целевых заданий и отслеживание успехов и недостатков в регионах является ценным средством снижения уровня дорожно-транспортного травматизма и выделения областей, требующих принятия дополнительных мер.

Целью федеральной целевой программы (ФЦП) «Повышение БДД в 2013–2020 гг.», утвержденной постановлением Правительства РФ от 03.10.2013 года № 864 является сокращение смертности от дорожно-транспортных происшествий (ДТП) к 2020 году на 8 тысяч человек (28,82 %) по сравнению с 2012 годом [1]. При этом эффективность реализации этой программы характеризуется степенью достижения следующих целевых показателей и индикаторов:

- количество погибших в ДТП;
- количество погибших в ДТП детей;

– социальный риск (число лиц, погибших в ДТП, на 100 тыс. населения);

– транспортный риск (число лиц, погибших в ДТП, на 10 тыс. транспортных средств).

Цели, заложенные в ФЦП, являются выражением национальных амбиций в области обеспечения БДД на рассматриваемый период времени. Количественные целевые показатели и индикаторы представляют собой результаты проводимых работ по обеспечению БДД, которые страна или отдельный субъект РФ хочет добиться в течение определенного периода времени (в данном случае – в период действия ФЦП).

Несмотря на целенаправленную работу и активные действия, которые предпринимаются в России в рамках последовательной реализации ФЦП, обстановка с дорожно-транспортной аварийностью по-прежнему остается сложной.

Ежегодно в РФ в результате ДТП погибают и получают ранения около 280 тыс. человек, что представляет угрозу национальной безопасности государства. Демографический ущерб от ДТП в России за 8 лет (с 2006 по 2013 годы) характеризуется гибелью 233 163 человек, в т.ч. 7 978 детей в возрасте до 16 лет. Динамика количества погибших в ДТП людей за период с 2006 по 2013 годы в РФ представлена на рисунке 1, а количества погибших в ДТП детей – на рисунке 2.

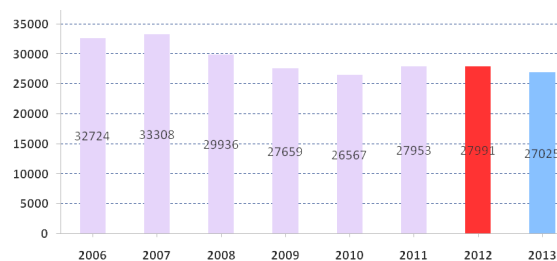


Рисунок 1 – Динамика количества погибших в ДТП на территории РФ

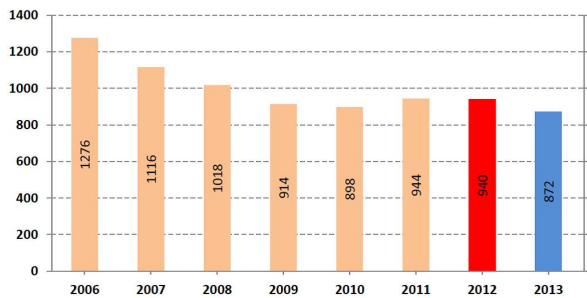


Рисунок 2 – Динамика количества погибших в ДТП детей на территории РФ

Анализ рисунков 1 и 2 свидетельствует о том, что, несмотря на проводимую работу, количество погибших в ДТП, в т.ч. детей, снижается относительно медленно и нестабильно. Устойчивой и однозначной динамики снижения гибели людей в ДТП за анализируемый период достигнуть не удалось. Локальные положительные тренды на протяжении 2–4 лет сменяются новой фазой роста смертности в диапазоне от 2 до 3 лет. Однако необходимо отметить наличие общей положительной динамики снижения рассматриваемых показателей смертности за анализируемый период времени.

Снижение численности погибших в ДТП, в том числе детей, социальных и транспортных рисков наблюдается на фоне стремительно растущего в стране автомобильного парка, который составляет в России уже более 53 миллионов автотранспортных средств (рисунок 3). В то же время следует учесть, что, несмотря на положительные тенденции по снижению количества погибших, смертность от ДТП продолжает занимать одно из основных мест в структуре причин смертности людей, в том числе детей в возрасте до 15 лет [2].

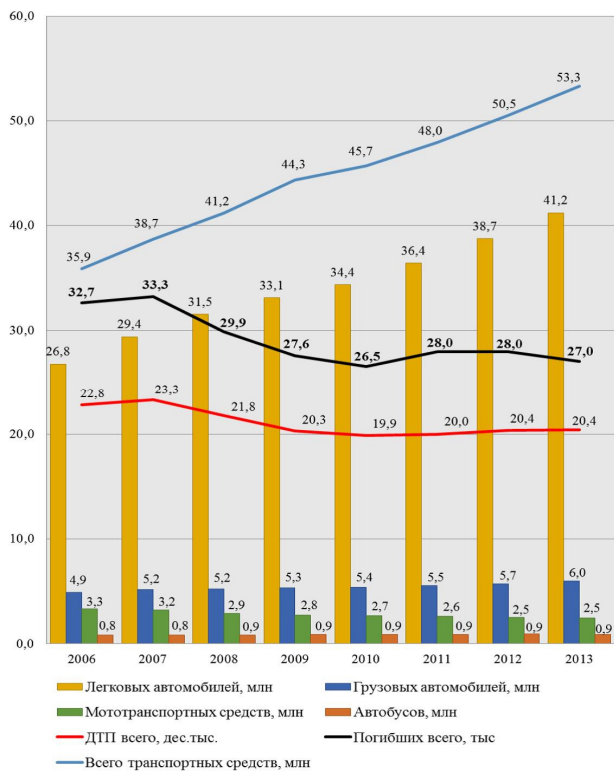


Рисунок 3 – Динамика дорожно-транспортной аварийности и уровня автомобилизации в России за период с 2006 по 2013 гг.

Общие изменения в лучшую сторону количества погибших в ДТП и числа погибших в ДТП детей, транспортного и социального рисков за период с 2006 по 2013 гг. говорят об эффективности политики, проводимой в сфере обеспечения БДД государством. Однако по сравнению с наиболее развитыми странами мира дорожное движение в России характеризуется значительно более высокой опасностью и тяжестью последствий от дорожно-транспортной аварийности [2].

С целью более подробного анализа обстановки с дорожно-транспортной аварийностью, сложившейся в период с 2006 по 2013 гг. на территории каждого субъекта РФ рассмотрены значения показателей и индикаторов, которые характерны для каждого из регионов. Фрагменты такого анализа приведены на рисунках 4 и 5, на которых видно, что распределение количества погибших в ДТП по субъектам РФ характеризуется большой неравномерностью.

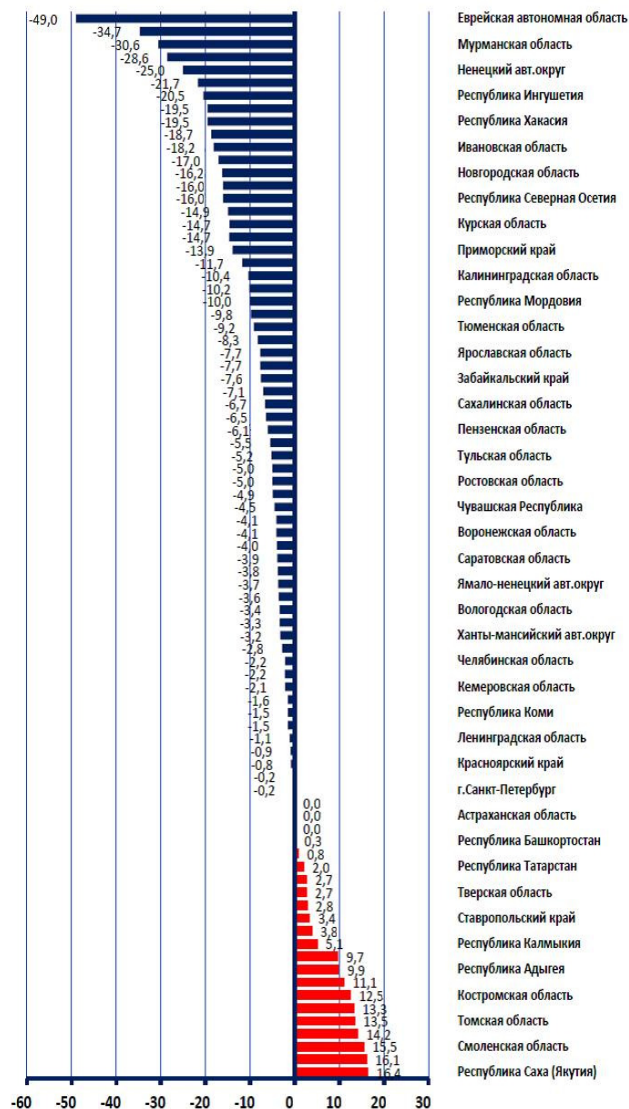


Рисунок 4 – Динамика изменения количества погибших в ДТП в 2013 г. по сравнению с 2012 г. в субъектах РФ (в процентах)

Аналогичная ситуация наблюдается и с распределением социальных и транспортных рисков, что обусловлено индивидуальностью каждого региона.

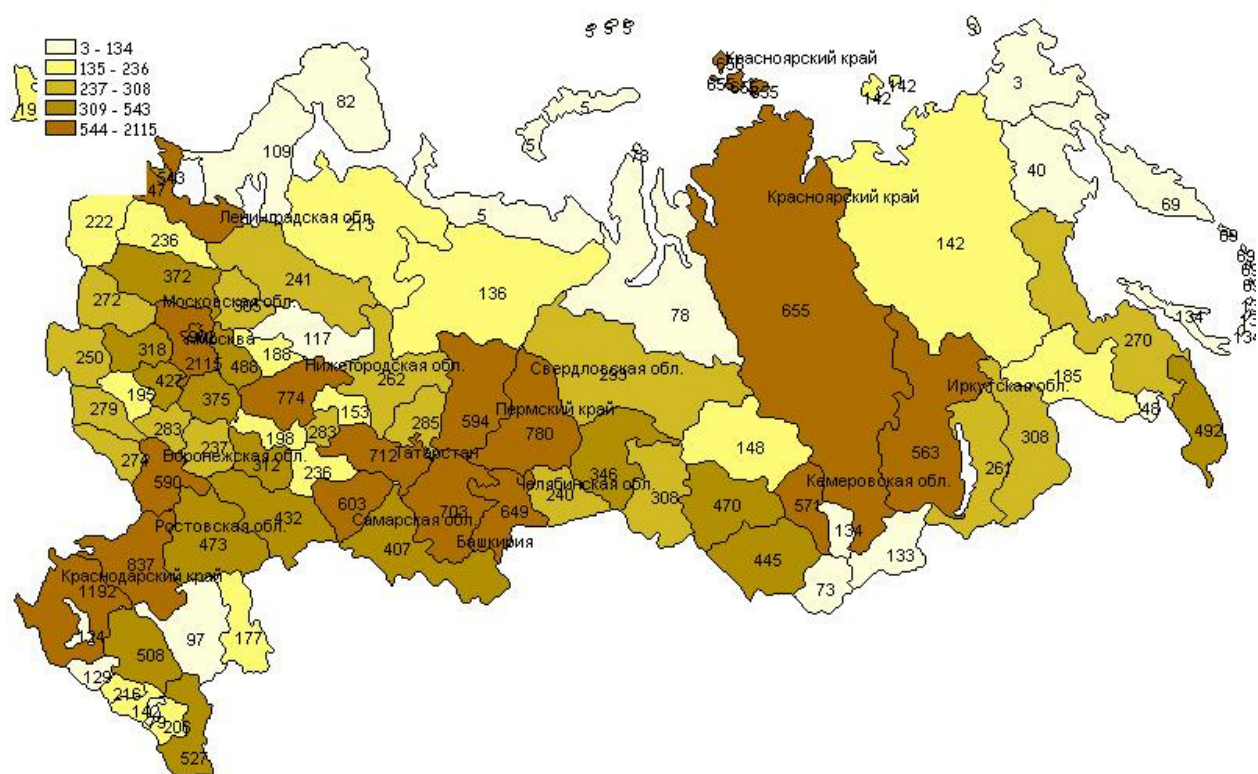


Рисунок 5 – Распределение среднего числа погибших в ДТП по субъектам Российской Федерации за период с 2006 по 2013 гг.

Исходя из тех объективных обстоятельств, что количество факторов, влияющих на БДД, велико и действие их многовариантно, для комплексной (интегральной) оценки состояния дорожно-транспортной аварийности в регионах РФ определен перечень факторных показателей и выполнена оценка значимости влияния данных показателей на анализируемые целевые индикаторы и показатели федеральной программы повышения БДД. В качестве исследовательского инструментария для такой оценки применены методы регрессионного анализа, позволяющие исследовать влияние независимых переменных на зависимую, получить формализованную запись такой зависимости и оценить ее статистические характеристики. Используются доступные данные официальной статистики Росстата в разрезе всех субъектов РФ за 2012 г. и данные ГИБДД по ДТП за этот же период [3]. При проведении анализа учитывалось влияние на показатели аварийности следующих факторов для каждого субъекта РФ:

- численность населения (X_1);
- число собственных легковых ТС на 1000 человек населения (X_2);
- число автобусов общего пользования на 100 тыс. человек населения (X_3);
- число больничных коек на 10 тыс. человек населения (X_4);
- численность врачей на 10 тыс. человек населения (X_5);
- численность обучающихся в государственных и муниципальных общеобразовательных учреждениях (X_6);
- денежные доходы населения по субъектам РФ (X_7);
- среднемесячная номинальная начисленная заработная плата (X_8);
- величина прожиточного минимума, установленная в субъекте Федерации (X_9);
- площадь территории (X_{10}).

Перечисленный набор однородных для всех субъектов РФ факторных показателей не является исчерпывающим и может быть успешно модифицирован при наличии дополнительных исходных данных.

Опыт использования закона Смита и проверка его адекватности на примерах различных стран [4 – 6] делает логичным и обоснованным использование в качестве регрессионной модели мультипликативного вида

$$Y_j = \alpha_0 \prod_{i=1}^k X_{ij}^{\alpha_i} \varepsilon_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где Y_j – j -е значение зависимой переменной; X_{ij} – j -е значение i -й независимой переменной; $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ – параметры модели; ε_j – j -е случайное отклонение.

Соответствующее этой модели уравнение регрессии будет иметь вид

$$\bar{Y}(X_1, X_2, \dots, X_k) = \alpha_0 \prod_{i=1}^k X_i^{\alpha_i}. \quad (2)$$

Применяя для указанной модели логарифмическое преобразование, можно получить следующую модель:

$$\ln Y_j = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i \ln X_{ij} + \ln \varepsilon_j. \quad (3)$$

Соответствующее полученной модели уравнение регрессии примет вид

$$\ln \bar{Y}(X_1, X_2, \dots, X_k) = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i \ln X_i. \quad (4)$$

Вводя замену переменных

$$Z = \ln Y, F_i = \ln X_i, \beta_0 = \ln \alpha_0, e_j = \ln \varepsilon_j,$$

модель (4) можно свести к модели множественной линейной регрессии

$$Z_j = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i F_{ij} + e_j, \quad (5)$$

относительно которой будет предполагаться выполнение классических модельных предположений (случайные отклонения e_j – независимые нормально распределенные случайные величины с математическим ожиданием равным нулю и постоянной дисперсией).

Уравнение регрессии примет вид

$$Z(F_1, F_2, \dots, F_k) = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i F_i. \quad (6)$$

Следовательно, модель (1) сводится к модели (5), к которой применимы стандартные методы регрессионного анализа, которые и были использованы для нахождения оценок параметров модели (6) и проверки ее адекватности. Задача отбора факторов, наиболее значимо влияющих на зависимую переменную, решена с помощью пошагового регрессионного анализа.

Для упрощения процедур вычислений и реализации других необходимых процедур статистической обработки данных использовался прикладной пакет Statgraphics Centurion XV.

На первом этапе выполнялось построение зависимости N_p – числа погибших в ДТП от рассматриваемых факторов $X_1 - X_k$ и результаты проверки адекватности модели.

Получено следующее уравнение регрессии:

$$\begin{aligned} \text{LN}(N_p) = & 3,31451 + 0,440677\text{LN}(X_1) + \\ & + 0,947532\text{LN}(X_2) + 0,00215711\text{LN}(X_3) - \\ & - 0,0483292\text{LN}(X_4) - 0,466655\text{LN}(X_5) + 0,488144\text{LN}(X_6) - \\ & - 0,692394\text{LN}(X_7) - 0,113302\text{LN}(X_8) + 0,176291\text{LN}(X_9) + \\ & + 0,00185495\text{LN}(X_{10}). \end{aligned}$$

Проверка гипотезы о значимости построенного уравнения регрессии выполнена с помощью дисперсионного анализа. Проверяемая и альтернативная гипотезы имеют вид

$$\begin{aligned} H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0; \\ H_a: \bar{H}_0. \end{aligned}$$

При проверке гипотезы использована статистика Фишера. Результаты проверки гипотезы о значимости построенного уравнения регрессии показали, что достигаемый уровень значимости равен 0, что указывает на значимость уравнения регрессии, коэффициент детерминации равен 93,0912 %, что говорит о том, что полученное уравнение регрессии объясняет 93,1 % изменений зависимой переменной.

Гипотеза о статистической значимости i -го параметра уравнения регрессии имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} H_0: \alpha_i = 0; \\ H_a: \alpha_i \neq 0. \end{aligned}$$

Для проверки этой гипотезы используется статистика Стьюдента. Результаты проверки гипотез о статистической значимости каждого из параметров уравнения регрессии показали, что в некоторых случаях проверяемая гипотеза H_0 не отклоняется, т.е. параметр незначимо отличается от нуля и, следовательно, соответствующий фактор может быть удален из модели без существенного ухудшения последней, при условии, что остальные факторы останутся.

Для отбора факторов, статистически значимо влияющих на зависимую переменную, использовался пошаговый регрессионный анализ (метод исключения). Процедура метода исключения заключается в следующем.

В результате пошагового регрессионного анализа получено следующее уравнение регрессии:

$$\begin{aligned} \text{LN}(N_p) = & 3,19657 + 0,910798\text{LN}(X_1) + 0,794861\text{LN}(X_2) - \\ & - 0,485888\text{LN}(X_5) - 0,669372\text{LN}(X_7). \end{aligned}$$

Результаты проверки гипотезы о значимости построенного уравнения регрессии показали, что уравнение регрессии значимо, а построенное уравнение регрессии объясняет 92,7 % изменений зависимой переменной. Результаты проверки гипотезы о статистической значимости параметров уравнения регрессии показали, что каждый из параметров полученного уравнения регрессии значимо отличается от нуля.

С целью проверки модельных предположений проведен анализ остатков. Проверка гипотезы о некоррелированности остатков производилась с помощью теста Дарбина – Уотсона. Значение критерия Дарбина – Уотсона равно 2,06826. Достигаемый уровень значимости $P\text{-Value} = 0,5867$. Следовательно, можно сделать вывод, что гипотеза о некоррелированности остатков не отвергается на уровне значимости 0,05. Также был проведен графический анализ остатков, который не выявил нарушений модельных предположений.

В результате проведенный анализ позволил сделать вывод об адекватности уравнения регрессии вида

$$N_p = 24,44853X_1^{0,9108} X_2^{0,7949} X_5^{-0,4859} X_7^{-0,6694}. \quad (7)$$

Следовательно, на количество погибших в ДТП статистически значимо влияют следующие факторы:

X_1 – численность населения;

X_2 – число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения;

X_5 – численность врачей на 10 тыс. человек населения;

X_7 – денежные доходы населения по субъектам РФ.

По аналогичной методике были установлены факторы, значимо влияющие на количество погибших в ДТП детей. Получен следующий вид этой зависимости:

$$N_d = 130,91653X_6^{0,8861} X_7^{-0,705}. \quad (8)$$

Из полученного уравнения видно, что на количество погибших в ДТП детей (N_d) значимо влияют следующие факторы:

X_6 – численность обучающихся в государственных и муниципальных общеобразовательных учреждениях;

X_7 – денежные доходы населения по субъектам РФ.

Учитывая, что факторные показатели, влияющие на количество погибших в ДТП, и вид их влияния установлены, производить поиск таких же зависимостей для относительных индикаторов ФЦП (транспортный и социальный риск) представилось нецелесообразным. Значения социальных и транспортных рисков определены на основе использования целевого значения показателя – числа погибших в ДТП и прогнозируемых

значений численности населения и количества зарегистрированных транспортных средств.

Полученные уравнения (7), (8) использованы для оценки разности значения фактического количества погибших в ДТП (погибших в ДТП детей) и их модельного значения, определенного на основе статистически значимо оказывающих влияние факторов:

$$\Delta Y = Y - \bar{Y}(X_1, X_2, \dots, X_k), \quad (9)$$

где Y – фактическое значение показателя аварийности; $\bar{Y}(X_1, X_2, \dots, X_k)$ – модельное значение показателя дорожно-транспортной аварийности; X_1, X_2, \dots, X_k – факторы, влияющие на значение показателя дорожно-транспортной аварийности.

По величине вышеуказанной разности можно судить о потенциале снижения дорожно-транспортной аварийности в каждом субъекте РФ (рисунок 6).

Также выполнена оценка достаточности и адекватности набора целевых индикаторов и показателей государственных программ (подпрограмм) по повышению БДД субъектов РФ с точки зрения возможности оценки степени достижения целей и соблюдения баланса интересов при реализации ФЦП «Повышение БДД в 2013–2020 гг.». При этом проведенный анализ показал, что существует ряд недостатков при форми-

ровании системы целевых индикаторов и показателей в госпрограммах по повышению БДД на региональном уровне. Набор целевых индикаторов и показателей во многих госпрограммах (подпрограммах) по повышению БДД субъектов РФ неадекватен с точки зрения возможности оценки степени достижения целевых индикаторов и показателей ФЦП «Повышение БДД в 2013–2020 гг.». Вместе с этим, планируемая динамика показателей (индикаторов) в государственных программах субъектов РФ не позволит обеспечить достижение целей ФЦП «ПБДД в 2013–2020 гг.». Во всех госпрограммах (подпрограммах) субъектов РФ имеет место несогласованность значений целевых показателей (индикаторов) с целевыми значениями показателей (индикаторов), содержащимися в ФЦП «Повышение БДД в 2013–2020 гг.», что создает риск недостижения конечных целевых результатов и существенно затрудняет оценку реализации программных мероприятий. При этом определяющим фактором эффективного управления БДД, ориентированного на результаты, является формирование надежной системы целевых показателей и индикаторов, по которым производится планирование и оценка производственной деятельности.

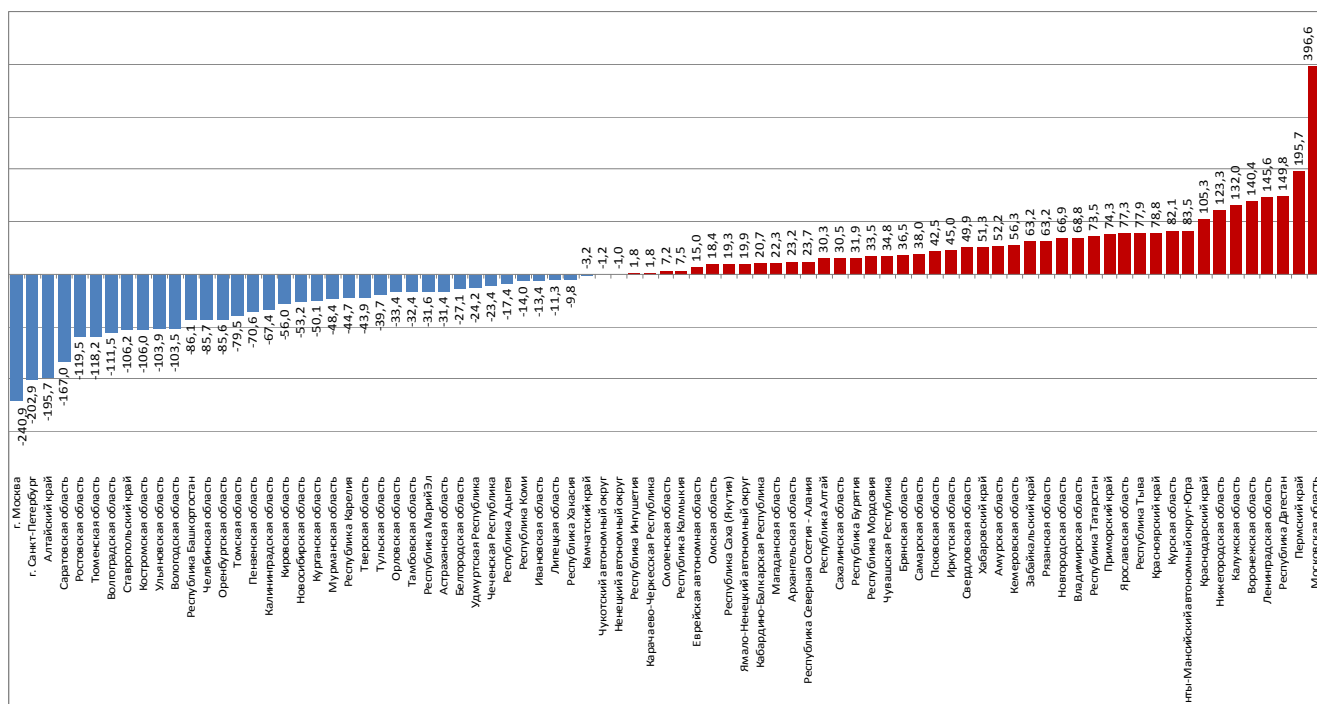


Рисунок 6 – Диаграмма распределения потенциала снижения числа погибших в ДТП по субъектам РФ

Результаты проведенных исследований использованы при разработке механизма установления индивидуальных целевых заданий для субъектов РФ по снижению уровня дорожно-транспортной аварийности на период до 2020 года в рамках научно-исследовательской работы, выполненной в ОАО «НИИ автомобильного транспорта» по заказу ФКУ «Дирекция Программы повышения БДД» МВД России [7].

Данная работа призвана повысить эффективность деятельности по обеспечению БДД за счет индивидуального подхода к формированию мероприятий приме-

нительно к конкретному субъекту, исходя из состояния аварийности в нем, обеспечить прогнозируемое стабильное финансирование, сделать его более прозрачным, осуществить закрепление субсидиарной ответственности субъектов РФ и федерального центра за достижение целей деятельности по обеспечению БДД.

Внедрение в практику методических разработок такой направленности позволит повысить эффективность управления программными мероприятиями, реализуемыми в сфере обеспечения БДД, и обеспечит рациональное использование ресурсов в этих целях.

Список литературы

1 Постановление Правительства Российской Федерации от 03.10.2013 № 864 «О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах».

2 Общественный доклад «О состоянии дел в сфере организации и безопасности дорожного движения в регионах России» / Общественная палата Российской Федерации (Комиссия по проблемам безопасности граждан и взаимодействию с системой судебно-правоохранительных органов), 2014. – 65 с.

3 Госавтоинспекция МВД России [Электронный ресурс]: Показатели состояния безопасности дорожного движения. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/stat/> – Дата доступа: 21.03.2014.

4 Elvik Rune. The handbook of road safety measures. Second edition / Rune Elvik, Høyе Alena, Vaa Truls, Sorensen Mikhael. Bingley : Emerald Group Publishing Limited, 2009. – 1124 p.

5 Highway Safety Manual. First edition. – American Association

of State Highway Transportation Officials (AASHTO). – FNA, 2010 – 1740 p.

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

7 Разработка механизма установления индивидуальных целевых заданий для субъектов Российской Федерации по снижению уровня дорожно-транспортной аварийности на период до 2020 года и закреплению субсидиарной ответственности федерального центра и субъектов Российской Федерации за достижение целей деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения : отчет о НИР (Этап № 1-2) / НИИАТ; рук. С.Н. Карасевич; исполн.: Аземша С.А., Механошин В.В., Капский Д.В., Кухаренок Г.М., Рожанский Д.В., Мозалевский Д.В., Кузьменко В.Н., Казьмин Д.М., Ковш Е.В. – М., 2014. (Государственный контракт от 25.04.2014 г. № 14/7/1/006).

Получено 03.02.2015

S. A. Azemsha, S. N. Karasevich, A. N. Starovoytov. Development of individual targets for regions to improve road safety.

As the main method of reducing road traffic accidents in many countries used effectively target-oriented approach to solving the problems of road safety, implemented through the implementation of targeted programs at the national and regional levels. The establishment of individual targets for each region is the key to success in achieving national targets for road safety.

The article describes the results of the analysis of the dynamics road traffic accidents in Russia and implemented a methodical approach to the definition of Statistics factors that significantly affect the studied indicators of traffic safety in the Russian Federation, based on the use of regression analysis methods and envisages the use of computer applications used to solve problems in statistical formulation. The substantiation of the model view and influencing factors. The results of these studies were used in the development of a mechanism for setting individual targets for the subjects of the Russian Federation to reduce road traffic accidents for the period of implementation of program activities.