

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ НА ДОРОГАХ ГОРОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**И. В. Макарова, Р. Г. Хабибуллин, В. А. Мелькова (Набережные Челны)**

Проблема обеспечения безопасности дорожного движения (БДД) затрагивает все области жизнедеятельности государства, так как на современном этапе развития экономики России автомобильный транспорт является ключевым элементом всей транспортной системы и играет важнейшую роль в обеспечении экономического роста и социального развития государства.

Рост уровня автомобилизации привел к росту интенсивности движения на городских улицах и повлек за собой насыщение транспортными средствами улично-дорожной сети (УДС), которая перестала справляться с возросшими транспортными потоками. В часы «пик» значительно уменьшилась скорость передвижения, а загрязнение воздуха увеличилось, что привело к ухудшению условий движения, к росту количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и числа пострадавших в них людей. По прогнозам Всемирной организации здравоохранения дорожно-транспортный травматизм (ДТТ) может стать третьей среди основных причин гибели и увечий людей и представляет более серьезную проблему для здоровья населения, чем малярия, туберкулез, СПИД [1].

Сбой в движении ежедневно только в РФ приводит в среднем к гибели и увечью 819 человек и повреждению 5500 транспортных средств. Россия имеет один из самых высоких уровней риска гибели населения в ДТП: ежегодно на российских дорогах гибнут около 30 тыс. человек, более 200 тыс. человек получают увечья [2].

Не случайно 64-й сессией Генеральной Ассамблеи ООН 2 марта 2010 г. принята резолюция об объявлении десятилетия 2011–2020 гг. «десятилетием действий за безопасность дорожного движения с целью стабилизировать, а затем сократить прогнозируемую смертность от происходящих в мире ДТП путем активизации деятельности на национальном, региональном и глобальном уровнях» [3].

Как отмечается в исследовании М. В. Зеленцова [4], во многих странах, где уровень автомобилизации выше, чем в России, а пропускная способность транспортной сети городов аналогична, количество погибших в ДТП на 10 тысяч автотранспортных средств меньше в 10–15 раз, а количество погибших на 100 тыс. человек населения – в 2–4 раза. Причина роста числа ДТП кроется не столько в росте уровня автомобилизации и отставании развития транспортной инфраструктуры, а во многом в отсутствии культуры вождения и недостатках организации дорожного движения. ДТП, как правило, возникают в местах с высокой плотностью транспортного потока и сложными дорожными условиями. Каждое, даже незначительное ДТП усугубляет ситуацию, приводит к возникновению заторов и пробок, к сбоям в графике движения маршрутных транспортных средств. При этом государство сохраняет ответственность за безопасность транспортного процесса, состояние транспортной инфраструктуры, предоставление транспортных услуг в секторах, где рынок еще недостаточно развит.

Впервые проблема обеспечения безопасности дорожного движения рассматривалась в 2005 г. на заседании президиума Государственного Совета РФ под председательством Президента РФ В. В. Путина, где констатировалось, что особую остроту данная проблема приобрела за последние 10 лет в условиях быстрого роста автопарка и повышения мобильности населения.

Основные положения новой Концепции повышения БДД нашли свое отражение в федеральной целевой программе (ФЦП) «Повышение БДД 2006–2012 гг.». По словам В. Д. Кондратьева [5], принципиальной новизной концепции стало изменение общей

направленности мероприятий от воздействия на снижение общего числа ДТП на решение задач по сокращению числа погибших в ДТП, реализация которых привела к заметному снижению показателей аварийности.

Однако, по мнению В. М. Приходько [6], успешный ход реализации ФЦП «Повышение БДД 2006–2012 гг.», динамика изменения целевых индикаторов программы и в целом положительная реакция общества на проводимые изменения создают преждевременные оптимистические оценки дальнейшего развития ситуации в области БДД в Российской Федерации. Повышение БДД напрямую связано с совершенствованием работы основных составляющих транспортной системы – технической, технологической, экономической, организационно-управленческой, социальной, экологической, а также качественных и количественных взаимосвязей и взаимозависимостей между ними. Поэтому для достижения положительных изменений в решении проблемы повышения безопасности транспортной сети города необходимо применение системного подхода. Исследование системы обеспечения БДД с использованием современных методов системного анализа и возможностей информационных технологий позволит выявить причины возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП), а также выработать рекомендации по снижению их числа.

Методика исследования транспортных потоков и принятия решений в системе обеспечения безопасности дорожного движения

Методика исследования транспортных потоков и принятия решений в системе обеспечения БДД предполагает решение следующих задач:

1. Выделение систем, подсистем и процессов с применением методологии IDEF. Решение этой задачи включает следующие этапы:

1.1. Построение функциональной схемы систем и подсистем с помощью методологии IDEF0 для определения границ моделируемой системы в целом и ее основных компонентов.

1.2. Описание процессов, происходящих в системе, путем использования методологии IDEF3 для проведения ее структурного анализа.

1.3. Изучение документооборота системы. Построение диаграммы потоков данных с использованием методологии DFD для моделирования взаимодействия системы с теми ее частями, которые выходят за границы моделирования.

2. Исследование эффективности функционирования системы обеспечения БДД с использованием системы сбалансированных показателей.

2.1. Выделение и обоснование основных показателей эффективности системы.

2.2. Построение карты целей системы (Пример карты целей приведен на рис. 1).

2.3. Построение диаграммы окружения ключевых показателей результативности.

3. Выделение факторов X , влияющих на транспортный поток как объект управления, и результирующего вектора Y с целью построения оптимального управления (рис. 2).

4. Исследование загруженности УДС и фиксация ДТП в базе данных на основе мониторинга транспортных потоков. Сбор, формализации и статистический анализ причин ДТП является одним из направлений совершенствования организации дорожного движения и повышения его безопасности.

5. Разработка имитационной модели в программной среде имитационного моделирования AnyLogic (фрагмент прогона модели представлен на рис. 3).

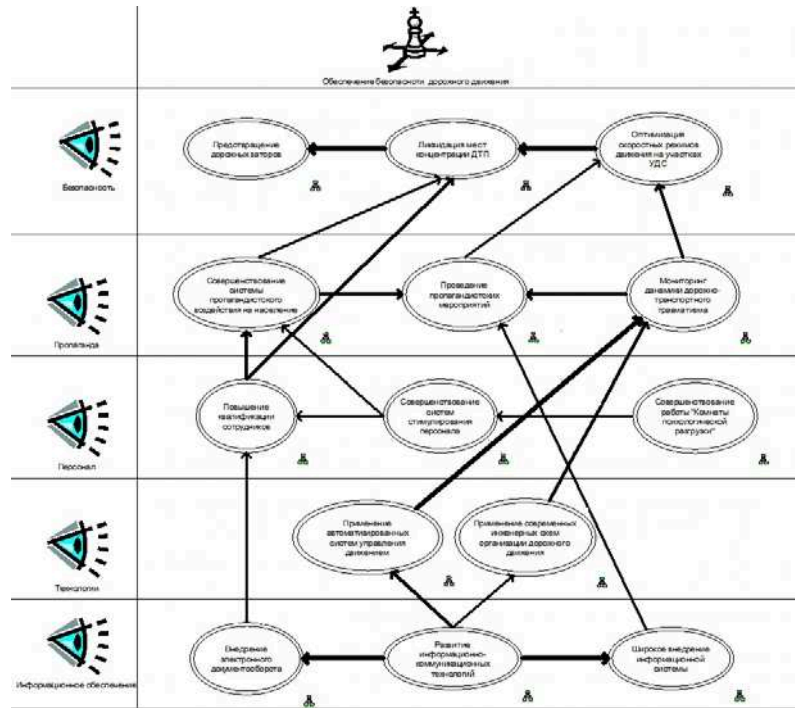


Рис. 1. Стратегическая карта целей системы обеспечения безопасности дорожного движения



Рис. 2. Схема взаимодействия объекта управления со средой:

X_1 – число автотранспортных средств (АТС) разных типов; X_2 – интервалы между АТС; X_3 – средняя аварийность на участках улично-дорожной сети (УДС); X_4 – качество дорожного покрытия УДС; X_5 – пропускная способность УДС; Y_1 – число ДТП; Y_2 – плотность транспортного потока; Y_3 – интенсивность движения; Y_4 – продолжительность заторов; Y_5 – средний скоростной режим движения АТС



Рис. 3. Имитационная модель

6. Планирование эксперимента.

6.1. Установление границ изменения значений факторов X1, X2, X3, X4 и X5.

6.2. Выявление главных факторов.

6.3. Заполнение матрицы планирования для полного трехфакторного эксперимента с использованием дополнительного нулевого фактора (X0=1) и кодированными значениями для факторов X1, X2 и X3;

7. Проведение эксперимента на имитационной модели путем варьирования факторов X1, X2 и X3.

8. Проведение регрессионного анализа для построения линейной регрессионной модели следующего вида:

$$Y_i = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i, \quad i = 1, 2, 3.$$

9. Проведение оптимизационного эксперимента на имитационной модели с целью оптимизации результирующих факторов Y1, Y2 и Y3 (пример оптимизационного эксперимента в AnyLogic представлен на рис. 4).

Model : Optimization

Оптимизационный эксперимент

Залучить оптимизацию

	Текущее	Лучшее
Итерация:	8	7
Функционал: ↓	0.386	0.306

Параметры

vidAvto	0	0
begining	0	0
end	0	0
DividingLanes	6	6
CoveringRepair	0	1
avtoSpeed	0	0
SpeedTraffic	10	10
Signs	0	0
weather	0	0
PatrolCrew	1	0
GreenPlantings	1	1
TechnicalCondition	0	0
age	0	0

Копировать лучшее решение в буфер

copy

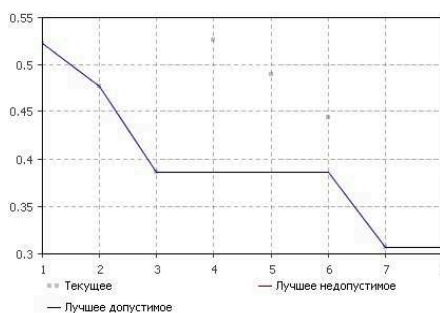


Рис. 4. Результат оптимизационного эксперимента

Заключение

Выполнение такого исследования позволит выявить причины возникновения критических ситуаций на дорогах, разработать мероприятия по их устранению и прогнозировать последствия данных мероприятий на модели, а также установить оптимальное управление транспортными потоками, тем самым ликвидировать места концентрации ДТП и повысить безопасность дорожного движения.

Таким образом, одним из путей повышения БДД является оптимизация дорожного движения с помощью программных комплексов, использующих возможности средств сбора информации о параметрах дорожного движения, в том числе ДТП (по показаниям датчиков, камер видеонаблюдения и т.п.). Анализ полученной информации и ее использование для построения имитационной модели с последующим оптимизационным экспериментом на ней позволяют выбрать наиболее рациональный вариант организации движения.

Литература

1. **Кондратьев В.** Анализ аварийности на дорогах России и за рубежом // Автомобильный транспорт. 2004. № 6. С. 6–8.
2. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. М.: Минтранс РФ, 2005. 78 с.
3. **Громов Н. Н., Персианов В. А.** Менеджмент на транспорте. 5-е изд., испр М.: ИЦ «Академия», 2010 г. 528 с.
4. **Зеленцов М. В.** Повышение уровня безопасности движения в городах на основе нейросетевых и дискриминантного методов анализа ДТП : Автореф. дис. ... канд. техн. наук. ОрелГТУ, 2010. 19 с.
5. **Кондратьев В. Д.** О необходимости дальнейших активных шагов по повышению безопасности дорожного движения в Российской Федерации // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сб. докл. конф. СПб., 2010.
6. **Приходько В. М.** Механизмы интеграции федеральной и региональной стратегий обеспечения безопасности движения (тезисы доклада) // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сб. докл. конф. СПб., 2010.