

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ИТОГОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ АВАРИЙНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Ануфриев К.А., Евтюков С.А., Гришко М.Н.

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, Санкт-Петербург*

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, транспортное средство, автомобиль, участник дорожного движения, автомобильная дорога, дорожная инфраструктура.

Аннотация. В статье сформулирована и обоснована методика автоматизированной оценки безопасности участков дорог с использованием метода итоговых коэффициентов аварийности. Создана работающая в MS Excel программа для расчета коэффициентов по геометрическим параметрам дорог и характеристикам транспортного средства и визуализации результатов в виде эпюр опасности. Исследованы ограничения статической версии оптимизации. Указаны потенциальные направления развития программы: использование динамических коэффициентов, учитывающих поведение автомобиля и позволяющих значительно увеличить точность прогнозирования числа аварий.

AUTOMATED SYSTEM FOR CALCULATING TOTAL ACCIDENT COEFFICIENTS AS A TOOL FOR IMPROVING ROAD SAFETY

Anufriev K.A., Evtukov S.A., Grishko M.N.

*Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg*

Keywords: traffic safety, traffic accident, vehicle, car, road user, highway, road infrastructure.

Abstract. The article substantiates the application of the method of final accident coefficients for automated assessment of road safety. A program developed in MS Excel is presented that calculates coefficients based on geometric road parameters and vehicle characteristics with visualization of the results in the form of hazard diagrams. The limitations of the current static version are noted. Development prospects have been identified: the introduction of dynamic coefficients that take into account vehicle behavior to improve the accuracy of accident forecasting.

Введение

Обеспечение безопасности дорожного движения (БДД) является одной из ключевых задач транспортной стратегии Российской Федерации до 2036 года [1]. Ежегодно на дорогах страны происходит большое количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП), значительная доля которых обусловлена неудовлетворительными дорожными условиями или их несоответствием динамическим характеристикам транспортных средств [2].

Современные автомобильные дороги представляют собой сложные динамические системы, безопасность функционирования которых обеспечивается надежностью взаимодействия всех элементов системы «Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда» (ВАДС). Каждая из подсистем характеризуется собственным набором факторов, влияющих на вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия (ДТП): от психофизиологического состояния

водителя и технических характеристик транспортного средства до геометрических параметров трассы, состояния дорожного покрытия и условий внешней среды [3].

Несмотря на стремительное развитие технологий автоматизации, внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) и систем активной помощи водителю, человеческий фактор остается одной из основных причин ДТП. Ошибки в оценке дорожной обстановки, несоответствие выбранной скорости реальным дорожным условиям и утомляемость водителя продолжают приводить к тяжелым последствиям. Это обуславливает необходимость создания инструментов, позволяющих заблаговременно выявлять участки дорог, где сочетание дорожных факторов создает повышенную нагрузку на водителя и повышает риск возникновения ДТП.

Цель и задачи исследования

Для идентификации таких опасных участков в отечественной практике применяется метод итоговых коэффициентов аварийности, регламентированный нормативными документами (ВСН 24-88, ОДМ 218.4.005-2010). Метод выбран по причине более скоростного определения степени опасности участка автомобильной дороги. В большинстве случаев для определения степени опасности какого-либо участка нужно иметь статистические данные о ДТП за 3-5 лет.

Метод коэффициентов аварийности является комплексным, так как позволяет учесть влияние совокупности большинства факторов системы ВАДС. Однако его практическая реализация сопряжена с выполнением большого объема рутинных вычислительных операций. При анализе протяженных участков дорог (десятки и сотни километров) расчет вручную или в табличных процессорах занимает значительное время, требует высокой квалификации исполнителя и повышает риск арифметических ошибок.

Верным вектором развития становится переход от стандартных алгоритмов работы к разработке специализированного программного инструмента, автоматизирующего процесс расчета итоговых коэффициентов аварийности [4].

Целью данной статьи является обоснование выбора метода итоговых коэффициентов в качестве основы для такой разработки и формулирование предложений по созданию автоматизированной системы, которая позволит дорожным службам оперативно и достоверно оценивать степень опасности участков автомобильных дорог.

Программная реализация продукта

Метод коэффициентов аварийности основан на определении итогового коэффициента аварийности $K_{ав}$ [5]:

$$K_{AB} = \prod_{i=1}^{i=n} K_i, \quad (1)$$

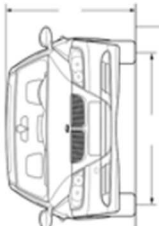
где K_i – частные коэффициенты аварийности, основанные на статистических данных о ДТП и характеризующие безопасность геометрических параметров автомобильных дорог; n – число частных коэффициентов аварийности, учитываемых при оценке безопасности дорожного движения.

Автоматизированная система представляет собой программу ЭВМ, реализованную в программной среде MS Excel (рис. 1).

Окно ввода параметров УДД

Высота уровня глаз водителя от поверхности земли, м	
Масса водителя, кг	

Выход из программы **К вводу параметров ТС**




Длина ТС, м	
Высота ТС, м	
Ширина ТС, м	
Ширина колеи, м	
Длина базы, м	
Длина переднего свеса, м	
Длина заднего свеса, м	

Масса ТС, кг	
Распределение веса, %	
Передняя ось	
Задняя ось	

Скорость движения ТС, км/ч

Назад **К вводу параметров АД**

Окно ввода параметров АД (автомобильная дорога)

Начало дороги, км+м	
Конец дороги, км+м	

Ввод категорий:	
Начало	Конец

Ввод полос движения:	
Начало	Конец

Ввод ширины обочины, м	
Начало	Конец

Интенсивность ват/сут	
Начало уч	Конец уч

Перейти к загрузке геометрических параметров АД

Окно ввода геометрических параметров

+	Продольный уклон
+	Поперечный уклон
+	Коэффициент сцепления
+	Ровности ИРИ
+	Видимость
+	Радиусы кривых
+	Поперечная ровность (колеиность)

Перейти к моделированию

Рис. 1. Порядок ввода параметров для работы с автоматизированной системой расчета итогового коэффициента аварийности

Для получения необходимого результата необходимо ввести данные по каждому блоку системы УДД-ТС-АД. Подсистема «С» не рассматривается как отдельная, т.к. в основном она описывает климатические условия, а они введены в код программы по умолчанию. Первым блоком введения данных стоит подсистема «Участник дорожного движения» (УДД). Затем ввод производится в блок «Транспортное средство» (ТС). В блок ТС вводятся основные параметры автомобиля, такие как: габариты, масса, развесовка, ширина колеи, колесная база. Далее производится ввод данных в блок «Автомобильная дорога» (АД). В блок АД вводится основная информация об участке или самой дороге: ее категория, интенсивность, ширина полосы, ширина обочины и количество полос движения как в прямом, так и в обратном ходу. Также есть возможность учитывать участки дорог с сменными категориями и ширинами обочин или полос. После подгружаются в программу данные геометрических параметров дороги или участка дороги. Геометрическими параметрами для расчета являются:

- продольный уклон;
- поперечный уклон;
- коэффициент сцепления;
- видимость кривой в плане;
- радиусы кривых.

После ввода необходимых данных производится расчет и выбор частных коэффициентов аварийности по каждому вводному параметру методом интерполяции. Полученные коэффициенты перемножаются (1), образуя итоговый коэффициент аварийности. Затем по полученным данным строится эпюра коэффициента аварийности и принимаются решения по обеспечению безопасности на автомобильной дороге или её участке (рис. 2).

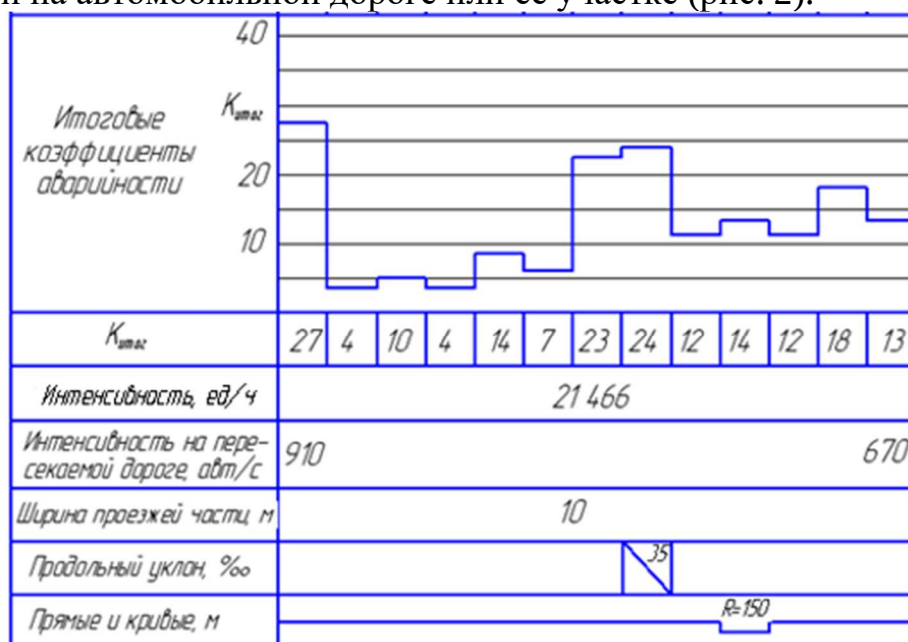


Рис. 2. Предполагаемые выходные данные автоматизированной системы

Выводы

В результате проведенного исследования было обосновано использование метода итоговых коэффициентов аварийности в качестве базового для создания

автоматизированной системы оценки безопасности участков автомобильных дорог.

Разрабатывается автоматизированная система на базе MS Excel, которая позволяет на основе введенных геометрических параметров дороги, характеристик транспортного средства и данных об участнике дорожного движения выполнять расчет частных и итоговых коэффициентов аварийности с последующей визуализацией результатов в виде эюр опасности. Программа обеспечивает автоматизированный подбор коэффициентов методом интерполяции, что существенно снижает трудоемкость вычислений по сравнению с ручным счетом.

Однако, на текущем этапе развития система реализована в статической постановке: значения частных коэффициентов выбираются на основе нормативных таблиц.

Перспективы развития работы заключаются в переходе от статической модели к динамической. Планируется введение динамических коэффициентов, отражающих поведение транспортного средства на различных элементах дороги (кривых, уклонах, участках с переменным коэффициентом сцепления). Это позволит рассчитывать итоговые коэффициенты аварийности не только по нормативным значениям, но и с учетом реальных параметров движения: скорости, ускорения, траектории, загрузки автомобиля и его тормозной динамики. Развитие системы в этом направлении даст возможность моделировать степень опасности участков для конкретных типов транспортных средств в различных дорожных условиях, что повысит точность прогнозирования аварийности и эффективность планирования мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения.

Список литературы

1. Указ президента Российской Федерации от 14 ноября 2025 г. №841 «Об утверждении стратегии повышения безопасности дорожного движения в Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» / <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/412949725/>.
2. Юннинен А.В., Евтюков С.С. Повышение безопасности дорожного движения в местах производства краткосрочных работ // Современные системы и технологии на транспорте: проблемы и перспективы: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, 24-25 апреля 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2025. – С. 156-159.
3. Сорокина Е.В., Голов Е.В., Евтюков С.С. Специфика образования факторов риска ДТП в подсистеме «автомобильная дорога» // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – №1-3(84). – С. 82-93.
4. Голов Е.В., Сорокина Е.В., Диденко А.А., Гришко М.Н. Создание высокоуровневой функциональной модели улично-дорожной сети города в контексте цифровой трансформации транспортного комплекса // Транспортное дело России. – 2025. – №5. – С. 258-262.
5. ОДМ 218.4.005-2010 «Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» / <https://docs.cntd.ru/document/1200084056>.

Сведения об авторах:

Ануфриев Кирилл Андреевич – аспирант;

Евтюков Сергей Аркадьевич – д.т.н., профессор кафедры «Наземные транспортные технологические машины»;

Гришко Михаил Николаевич – магистрант.