

ТРАНСПОРТ

УДК 656.13.05

**А. Н. Дудников, канд. техн. наук, Н. С. Виноградов, канд. техн. наук,
М. В. Строителев**

**Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА РАЗРАБОТАННОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИВЕДЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЛЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКОВ УЛИЦ

Проведена экспериментальная проверка разработанной методики расчета коэффициентов приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц. Собраны и обработаны исходные данные, полученные видеонаблюдением в режиме реального масштаба времени установленных WEB-камер в городах Москва и Челябинск. Рассчитаны новые коэффициенты приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц с использованием ранее разработанной методики. Применение полученных коэффициентов приведения позволит увеличить точность расчетов режима работы светофорного регулирования в реальных условиях.

***Ключевые слова:** коэффициент приведения, интенсивность движения, светофорное регулирование, перекресток, улица*

Постановка проблемы

Автомобильный транспорт очень прочно закрепился в современной жизни человека. Парк автомобилей постоянно увеличивается, что создает не только проблему обеспечения безопасности дорожного движения, но и становится причиной постоянно возрастающей загрузки и транспортных задержек на подходах к перекресткам городских улиц, увеличения количества остановок и троганий с места в транспортном потоке. Заторы являются следствием как сложившейся застройки городов, обуславливающей низкую пропускную способность проезжей части, так и имеют организационно-управленческие причины, одной из которых является несоответствие режимов работы светофорной сигнализации реальным условиям движения [1]. Поэтому, для увеличения точности расчетов режима работы светофорного регулирования в реальных условиях необходим детальный учет состава транспортных потоков на подходах к перекресткам улиц. В связи с этим в [2] была решена научная задача по разработке методики расчета коэффициентов приведения интенсивности движения для регулируемых перекрестков улиц.

В [2] установлено, что интервалы между последовательно движущимися автомобилями в транспортных потоках формируются индивидуально на подходах к перекресткам и на площади перекрестков. Предложено формализовать значения указанных интервалов путем применения понятия динамического габарита транспортного средства с двумя расчетными формулами. Используя это, авторы разработали методику расчета коэффициентов приведения интенсивности движения транспортных средств с учетом формирования динамического габарита для двух условий: на площади перекрестка и на подходах к перекрестку.

На основании полученных результатов возникла необходимость в экспериментальной проверке методики расчета коэффициентов приведения интенсивности движения для регулируемых перекрестков улиц.

Цель работы

Экспериментальная проверка методики расчета коэффициентов приведения интен-

сивности движения для регулируемых перекрестков улиц.

Изложение основного материала исследования

Для того, чтобы проверить разработанную методику расчета коэффициентов приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц необходимо измерить длину различных видов транспортных средств во времени.

Так как в городе Горловке из-за сложившейся критической ситуации практически весь подвижной состав устарел (автобусы, грузовые автомобили, троллейбусы), то сбор данных в этом городе не имел смысла и не дал бы верных результатов.

Было принято решение выполнять сбор исходных данных в городах с численностью населения более миллиона. В качестве объекта экспериментальных исследований выбираем Москву и Челябинск, как города Российской Федерации с высокой плотностью, интенсивностью и высоким разнообразием подвижного состава.

В связи с отсутствием возможности проведения непосредственных наблюдений, было решено воспользоваться современными видами технологий – WEB-камерами. Поскольку измерения проводились в режиме реального времени, то сбор исходных данных посредством WEB-камер был точным.

Сбор исходных данных осуществлялся путем измерения длины различных видов транспортных средств во времени. Измерения проводились в следующей последовательности:

- выбираем сечение улицы в области перекрестка, сечение назначаем по разметке 1.12 «Стоп-линия»;
- при пересечении задним бампером впереди движущегося автомобиля указанной выше разметки 1.12 «Стоп-линия» начинается отсчет времени на интервал и габаритную длину автомобиля, движущегося сзади;
- при пересечении задним бампером указанного выше автомобиля разметки 1.12 «Стоп-линия» отсчет времени завершается;
- перечисленные действия повторяются для отдельных типов автомобилей, движущихся друг за другом.

Собрав исходные данные, разделили затраченное время проезда автомобилей через сечение на количество проехавших автомобилей, тем самым мы получили динамический габарит во времени каждого вида транспортных средств.

Далее вычислили коэффициенты приведения для каждого типа транспортных средств путем деления динамического габарита отличных от легкового автомобиля на габарит легкового.

Все полученные данные обработаны в Excel и представлены ниже.

Приведем результаты исследования движения транспортных средств на подходах к перекресткам в городах Челябинске и Москве.

Город Челябинск – это промышленный город, поэтому процент грузовых автомобилей и автобусов по отношению к легковым автомобилям очень велик.

Общая протяженность автодорог – 18 766 км. Плотность сети автодорог составляет 8,7 км на 100 км² территории области. Количество мостов – 268 шт., в т. ч. более 50 м – 130 шт. Путепроводов до 50 м – 19 шт., более 50 м – 20 шт. В отраслях и ведомствах, предприятиях всех форм собственности – более 80 тыс. автомобильной техники, в т. ч.: автобусов – более 8 тыс.; грузовых автомобилей – более 40 тыс.; специальных автомобилей – более 12 тыс.; дорожной техники – более 7 тыс.; тракторов – более 14 тыс. Личный транспорт: легковые автомобили – более 400 тыс.; грузовые автомобили – более 25 тыс.; автобусы – около 2 тыс.

Автомобильный транспорт области по своим возможностям способен обеспечить выполнение необходимой транспортной работы.

Исследование движения транспортных средств выполняли на подходах к перекрестку ул. Чичерина и пр. Победы в г. Челябинске. Данный перекресток является регулируемым, четырехсторонним. Главной дорогой является пр. Победы, а ул. Чичерина – второстепенной.

Ширина главной дороги 30 м, полос движения – 10. Второстепенная дорога имеет ширину 24 м, полос движения – 8.

Расстояние в горизонтальной плоскости от транспортных светофоров до «Стоп-линии» на подходе к регулируемому участку 3,0 м, т. к. светофорный объект установлен сбоку от проезжей части и на высоте 3 м, что удовлетворяет требованиям [3].

Перекресток расположен в черте города и характеризуется большим количеством проезжающих через него легковых и грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов. Грузовые автомобили разделены по тоннажу на легкие (от 1,5–3,0 т) и тяжелые (от 3,1–9,0 т).

WEB-камера передает информацию в виде изображения перекрестка ул. Чичерина и пр. Победы в Челябинске (рисунок 1).

Перекресток ул. Чичерина и пр. Победы расположен в северо-западной части Челябинска. Рядом с перекрестком находятся салоны сотовой связи «Tele2» и «Связной», торговые центры «Призма» и «Прииск», а также магазин по продаже компьютерной, цифровой и бытовой техники «Ситилинк-мини», отделение Почты России и аптека «Фармсервис». WEB-камера в режиме реального масштаба времени передает с дома № 392 информацию в виде изображения перекрестка в юго-западном направлении.

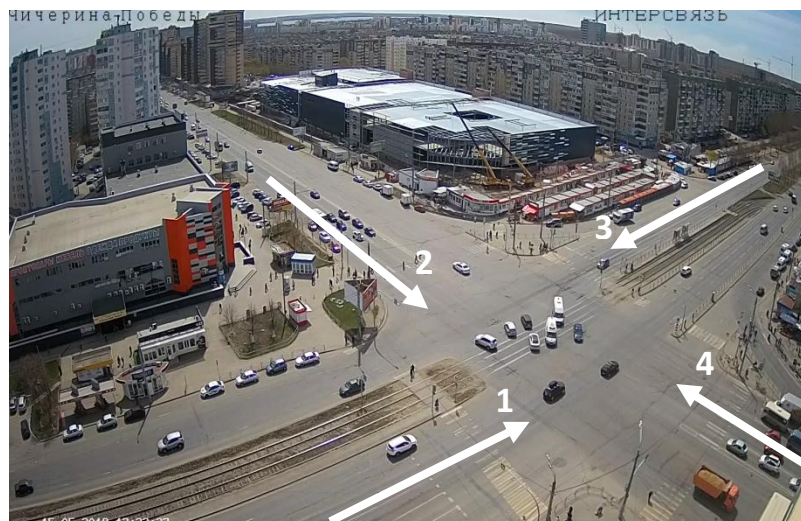


Рисунок 1 – Перекресток ул. Чичерина и пр. Победы в г. Челябинске

В ходе эксперимента были собраны данные, которые представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Измеренное время и количество проехавших транспортных средств на подходах к перекрестку ул. Чичерина и пр. Победы в г. Челябинске

Тип транспортного средства (ТС)	Направление	Направление	Направление	Направление
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Легковые автомобили, кол., ед.	4	4	3	2
Легковые автомобили, время, с	8,17	7,31	8,63	3,92
Автопоезда, кол., ед.	1	1	–	–
Автопоезда, время, с	6,14	4,25	–	–
Автобусы, кол., ед.	–	2,00	–	1,00
Автобусы, время, с	–	6,54	–	2,88
Троллейбусы, кол., ед.	–	–	–	–

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Троллейбусы, время, с	–	–	–	–
Мотоциклы, кол., ед.	–	–	–	–
Мотоциклы, время, с	–	–	–	–
Грузовые автомобили:				
– легкие, кол., ед.	1	1	1	1
– легкие, время, с	2,56	2,09	13,34	2,35
– тяжелые, кол., ед.	1	1	1	–
– тяжелые, время, с	3,53	3,32	3,00	–

Таблица 2 – Расчетное время на проезд транспортного средства на подходах к перекрестку ул. Чичерина и пр. Победы в г. Челябинске по данным таблицы 1

Тип ТС	Время, с			
	Направление 1	Направление 2	Направление 3	Направление 4
Легковые автомобили	2,042 5	1,827 5	2,876 667	1,96
Автопоезда	6,14	4,25	–	–
Автобусы	–	3,27	–	2,88
Троллейбусы	–	–	–	–
Мотоциклы	–	–	–	–
Грузовые автомобили:				
– легкие	2,56	2,09	3,34	2,35
– тяжелые	3,53	3,32	3,00	–

Таблица 3 – Полученные по разработанной методике коэффициенты приведения на подходах к перекрестку ул. Чичерина и пр. Победы в г. Челябинске по данным таблицы 2

Тип ТС	Коэффициент приведения, $K_{пр}$			
	Направление 1	Направление 2	Направление 3	Направление 4
Легковые автомобили	1	1	1	1
Автопоезда	3,006 12	2,325 581	–	–
Автобусы	–	1,789 33	–	1,469 388
Троллейбусы	–	–	–	–
Мотоциклы	–	–	–	–
Грузовые автомобили:				
– легкие	1,253 366	1,143 639	1,161 066	1,198 98
– тяжелые	1,728 274	1,816 689	1,042 874	–

Исследование движения транспортных средств выполнили на подходах к перекрестку ул. Ворошилова и пр. Комсомольский в г. Челябинске.

Данный перекресток является регулируемым, четырехсторонним. Главной дорогой является пр. Комсомольский, а ул. Ворошилова – второстепенной. Ширина главной дороги 21 м, полос движения – 7. Второстепенная дорога имеет ширину 12 м, полос движения – 4.

Расстояние в горизонтальной плоскости от транспортных светофоров до «Стоп-линии» на подходе к регулируемому участку 3,0 м, т. к. светофорный объект установлен сбоку от проезжей части и на высоте 3 м, что удовлетворяет требованиям [3].

Перекресток находится в черте города и характеризуется большим количеством проезжающих через него легковых и грузовых (легких) автомобилей, автобусов и троллейбусов.

WEB-камера передает информацию в виде изображения перекрестка в режиме реального масштаба времени пр. Комсомольский и ул. Ворошилова в Челябинске (рисунок 2).

Перекресток пр. Комсомольский и ул. Ворошилова расположен в северо-западной части Челябинска в Курчатовском районе. Рядом с перекрестком находятся Гипермаркет «Теорема» и супермаркет «Проспект».

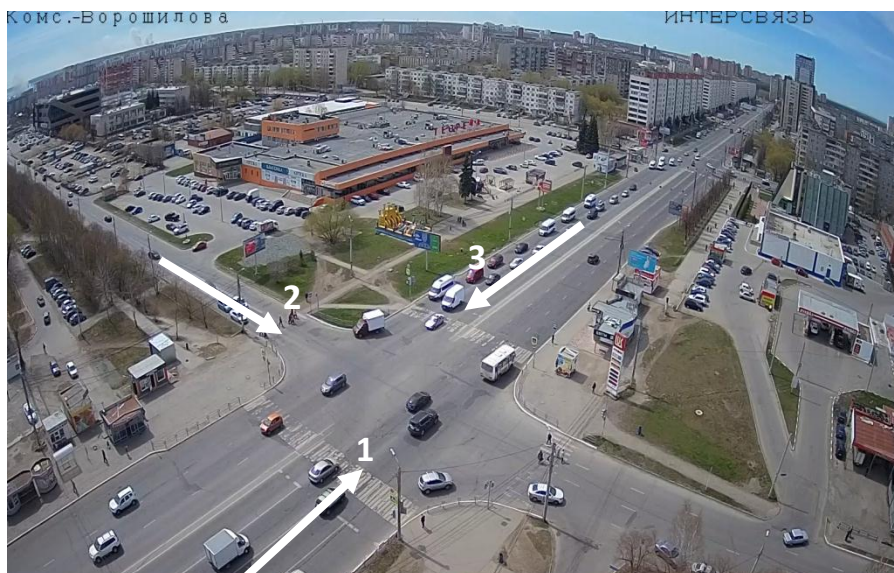


Рисунок 2 – Перекресток пр. Комсомольский и ул. Ворошилова в г. Челябинске

Данные, собранные в ходе эксперимента, представлены в таблицах 4–6.

Таблица 4 – Измеренное время и количество проехавших транспортных средств на подходах к перекрестку ул. Ворошилова и пр. Комсомольский в г. Челябинске

Тип ТС	Направление		
	1	2	3
Легковые автомобили, кол., ед.	6	4	5
Легковые автомобили, время, с	11,62	8,75	10,00
Автопоезда, кол., ед.	–	–	–
Автопоезда, время, с	–	–	–
Автобусы, кол., ед.	2	–	4
Автобусы, время, с	8,22	–	7,87
Троллейбусы, кол., ед.	1	–	1
Троллейбусы, время, с	4,76	–	5,11
Мотоциклы, кол., ед.	–	–	–
Мотоциклы, время, с	–	–	–
Грузовые автомобили:			
– легкие, кол., ед.	1	1	1
– легкие, время, с	2,69	3,10	2,30
– тяжелые, кол., ед.	–	–	–
– тяжелые, время, с	–	–	–

Таблица 5 – Расчетное время на проезд транспортного средства на подходах к перекрестку ул. Ворошилова и пр. Комсомольский в г. Челябинске по данным таблицы 4

Тип ТС	Время, с		
	Направление 1	Направление 2	Направление 3
Легковые автомобили	1,936 667	2,1875	2
Автопоезда	–	–	–
Автобусы	4,11	–	3,935
Троллейбусы	4,76	–	5,11
Мотоциклы	–	–	–
Грузовые автомобили:			
– легкие	2,69	3,1	2,3
– тяжелые	–	–	–

Таблица 6 – Полученные по разработанной методике коэффициенты приведения на подходах к перекрестку ул. Ворошилова и пр. Комсомольский в г. Челябинске по данным таблицы 5

Тип ТС	Коэффициент приведения, $K_{пр}$		
	Направление 1	Направление 2	Направление 3
Легковые автомобили	1	1	1
Автопоезда	–	–	–
Автобусы	2,122 203	–	1,967 5
Троллейбусы	2,457 831	–	2,555
Мотоциклы	–	–	–
Грузовые автомобили:			
– легкие	1,388985	1,417143	1,15
– тяжелые	–	–	–

Исследование движения транспортных средств выполнили на подходах к регулируемому участку пр. Комсомольский в г. Челябинске. Главной дорогой является пр. Комсомольский. Ширина проспекта 22,5 м, полос движения – 6.

Расстояние в горизонтальной плоскости от транспортных светофоров до «Стоп-линии» на подходе к регулируемому участку 3,0 м, т. к. светофорный объект установлен сбоку от проезжей части и на высоте 3 м, что удовлетворяет требованиям [3].

Проспект расположен в центре города и характеризуется большим количеством проезжающих через него легковых и грузовых (легких) автомобилей, автобусов и троллейбусов.

WEB-камера передает информацию в виде изображения участка дороги в режиме реального масштаба времени на пр. Комсомольский около остановки «Поликлиника» в г. Челябинске (рисунок 3). Остановка «Поликлиника» находится в северо-западной части г. Челябинска в Курчатовском районе города, напротив нее расположен супермаркет «Пятерочка». Рядом с этим местом находятся: отделение Совкомбанка, оператор сотовой связи «Tele2», торговый центр «Победа» и ресторан Макдоналдс. WEB-камера установлена на высотном доме № 41.



Рисунок 3 – Проспект Комсомольский в г. Челябинске

Данные, собранные в ходе эксперимента, представлены в таблицах 7–9.

Таблица 7 – Измеренное время и количество проехавших транспортных средств на подходах к регулируемому участку пр. Комсомольский в г. Челябинске

Тип ТС	Направление 1	Направление 2
Легковые автомобили, кол., ед.	4	5
Легковые автомобили, время, с	8,78	8,37
Автопоезда, кол., ед.	–	–
Автопоезда, время, с	–	–
Автобусы, кол., ед.	1	1
Автобусы, время, с	2,62	3,66
Троллейбусы, кол., ед.	1	1
Троллейбусы, время, с	4,92	4,78
Мотоциклы, кол., ед.	–	–
Мотоциклы, время, с	–	–
Грузовые автомобили:		
– легкие, кол., ед.	1	1
– легкие, время, с	3,08	2,82
– тяжелые, кол., ед.	–	–
– тяжелые, время, с	–	–

Таблица 8 – Расчетное время на проезд транспортного средства на подходах к регулируемому участку пр. Комсомольский в г. Челябинске по данным таблицы 7

Тип ТС	Время, с	
	Направление 1	Направление 2
Легковые автомобили	2,195	1,674
Автопоезда	–	–
Автобусы	2,62	3,66
Троллейбусы	4,92	4,78
Мотоциклы	–	–
Грузовые автомобили:		
– легкие	3,08	2,82
– тяжелые	–	–

Таблица 9 – Полученные по разработанной методике коэффициенты приведения на подходах к регулируемому участку пр. Комсомольский в г. Челябинске по данным таблицы 8

Тип ТС	Коэффициент приведения, $K_{пр}$	
	Направление 1	Направление 2
Легковые автомобили	1	1
Автопоезда	–	–
Автобусы	1,193 622	2,186 38
Троллейбусы	2,241 458	2,855 436
Мотоциклы	–	–
Грузовые автомобили:		
– легкие	1,403 189	1,684 588
– тяжелые	–	–

Москва – крупнейший транспортный узел страны. Город находится в самом центре сети железных дорог и федеральных автомагистралей. Москва является центром сети федеральных автомагистралей различных направлений, которые соединяют столицу с административными центрами субъектов Российской Федерации и городами сопредельных государств. В самой Москве имеется развитая транспортная инфраструктура, содержащая в частности три транспортных кольца: Садовое, Третье транспортное и Московская кольцевая автомобильная дорога (МКАД). Планируется строительство Центральной кольцевой автомобильной дороги (ЦКАД) в Подмосковье для разгрузки города от транзитного транспортного потока.

Начиная с 1990-х годов, Москва столкнулась с острой транспортной проблемой. В Москве продолжается бурный рост автомобильного парка: если в 2000 году в городе насчитывалось 2,6 млн автомобилей, то 2012 году – уже 4,5 млн (свыше 380 автомобилей на 1 000 жителей); ожидаемый показатель среднегодового роста до 2020 года – 4 %. Увеличился также объем грузовых перевозок автомобильным транспортом в городе; в год через Москву перевозится около 10 млрд т грузов, из них около 4 млрд т приходится на транзитные грузоперевозки.

Исследование движения транспортных средств выполнили на подходах к регулируемому участку проспекта Волгоградский в г. Москве.

Данный участок проспекта является регулируемым. Главной дорогой является проспект Волгоградский. Ширина проспекта 22,5 м, полос движения – 6.

Расстояние в горизонтальной плоскости от транспортных светофоров до «Стоп-линии» на подходе к регулируемому участку 3,0 м, т. к. светофорный объект установлен сбоку от проезжей части и на высоте 3 м, что удовлетворяет требованиям [3].

Проспект находится в центре города и характеризуется большим количеством проезжающих через него легковых и грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов.

WEB-камера передает информацию в виде изображения участка дороги в режиме реального масштаба времени на пр. Волгоградский и метро Кузьминки в Москве (рисунок 4). Волгоградский проспект находится в Центральном и Юго-Восточном административных округах Москвы. Он тянется от площади Крестьянская Застава до МКАД и пересекает улицы Люблинская, Зеленодольская, Ташкентская и Академика Скрябина, а также Волжский бульвар и Есенинский бульвар. На проспекте есть станция метро Кузьминки, названная по району Кузьминки, на территории которого находится. Станция имеет два подземных вестибюля, они ведут в подземные переходы под Волгоградским проспектом.



Рисунок 4 – Проспект Волгоградский в Москве

Данные, собранные в ходе эксперимента, представлены в таблицах 10–12.

Таблица 10 – Измеренное время и количество проехавших транспортных средств на подходах к регулируемому участку пр. Волгоградский в Москве

Тип ТС	Направление 1	Направление 2
Легковые автомобили, кол., ед.	5	4
Легковые автомобили, время, с	10,53	7,58
Автопоезда, кол., ед.	1	1
Автопоезда, время, с	5,78	5,95
Автобусы, кол., ед.	1	1
Автобусы, время, с	4,16	4,32
Троллейбусы, кол., ед.	–	–
Троллейбусы, время, с	–	–
Мотоциклы, кол., ед.	–	–
Мотоциклы, время, с	–	–
Грузовые автомобили:		
– легкие, кол., ед.	1	1
– легкие, время, с	2,14	2,49
– тяжелые, кол., ед.	2	1
– тяжелые, время, с	6,12	2,95

Таблица 11 – Расчетное время на проезд транспортного средства на подходах к регулируемому участку пр. Волгоградский в Москве по данным таблицы 10

Тип ТС	Время, с	
	Направление 1	Направление 2
Легковые автомобили	2,106	1,895
Автопоезда	5,78	5,95
Автобусы	4,16	4,32
Троллейбусы	–	–
Мотоциклы	–	–
Грузовые автомобили:		
– легкие	2,14	2,49
– тяжелые	3,06	2,95

Таблица 12 – Полученные по разработанной методике коэффициенты приведения на подходах к регулируемому участку пр. Волгоградский в Москве по данным таблицы 11

Тип ТС	Коэффициент приведения, $K_{пр}$	
	Направление 1	Направление 2
Легковые автомобили	1	1
Автопоезда	2,744 539	3,139 842
Автобусы	1,975 309	2,279 683
Троллейбусы	–	–
Мотоциклы	–	–
Грузовые автомобили:		
– легкие	1,016 144	1,313 984
– тяжелые	1,452 991	1,556 728

Исследование движения транспортных средств выполнено на подходах к перекрестку ул. Сергея Радонежского и ул. Рогожский Вал в г. Москве.

Данный перекресток является регулируемым, четырехсторонним. Главной дорогой является ул. Сергея Радонежского, а ул. Рогожский Вал – второстепенной. Ширина главной дороги 24 м, полос движения – 8. Второстепенная дорога имеет ширину 24 м, полос движения – 8.

Расстояние в горизонтальной плоскости от транспортных светофоров до «Стоп-линии» на подходе к регулируемому участку 3,0 м, т. к. светофорный объект установлен сбоку от проезжей части и на высоте 3 м, что удовлетворяет требованиям [3].

Перекресток находится в черте города и характеризуется большим количеством проезжающих через него легковых и грузовых автомобилей и автобусов.

Улица Сергея Радонежского – это старинная улица в Таганском районе Москвы, она тянется с востока на запад от площади Рогожская Застава до Андроньевской площади. Вместе с шоссе Энтузиастов – часть одной из важнейших радиальных магистралей города. Улица была известна уже в XVIII веке и называлась Воронья по располагавшейся здесь в XVII–XVIII вв. Вороньей слободе Андроникова монастыря. К улице Сергея Радонежского примыкают переулки Съезжинский и Хлебников и улицы Прямякова и Малая Андроньевская. WEB-камера установлена по адресу: ул. Сергея Радонежского, дом 12. Она передает информацию в виде изображения перекрестка ул. Сергея Радонежского и ул. Рогожский Вал в г. Москве (рисунок 5). В середине 1980-х годов улица была реконструирована. Вся застройка на четной стороне улицы была снесена, проезжая часть расширена в несколько раз, количество полос движения увеличилось с трех до шести.



Рисунок 5 – Перекресток ул. Сергея Радонежского и ул. Рогожский Вал в Москве

Данные, собранные в ходе эксперимента, представлены в таблицах 13–15.

Таблица 13 – Измеренное время и количество проехавших транспортных средств на подходах к перекрестку ул. Сергея Радонежского и ул. Рогожский Вал в Москве

Тип ТС	Направление	Направление	Направление	Направление
	1	2	3	4
Легковые автомобили, кол., ед.	4	2	6	2
Легковые автомобили, время, с	8,23	3,89	12,34	4,12
Автопоезда, кол., ед.	–	–	–	–
Автопоезда, время, с	–	–	–	–
Автобусы, кол., ед.	2	1	1	–
Автобусы, время, с	8,43	4,12	4,38	–
Троллейбусы, кол., ед.	–	–	–	–
Троллейбусы, время, с	–	–	–	–
Мотоциклы, кол., ед.	–	–	–	–
Мотоциклы, время, с	–	–	–	–
Грузовые автомобили:				
– легкие, кол., ед.	2	1	2	1
– легкие, время, с	4,31	2,24	4,07	2,43
– тяжелые, кол., ед.	2	1	3	–
– тяжелые, время, с	6,07	3,12	9,57	–

Таблица 14 – Расчетное время на проезд транспортного средства на подходах к перекрестку ул. Сергея Радонежского и ул. Рогожский Вал в Москве по данным таблицы 13

Тип ТС	Время, с			
	Направление 1	Направление 2	Направление 3	Направление 4
Легковые автомобили	2,057 5	1,945	2,056 667	2,06
Автопоезда	–	–	–	–
Автобусы	4,215	4,12	4,38	–
Троллейбусы	–	–	–	–
Мотоциклы	–	–	–	–
Грузовые автомобили:				
– легкие	2,155	2,24	2,035	2,43
– тяжелые	3,035	3,12	3,19	–

Таблица 15 – Полученные по разработанной методике коэффициенты приведения на подходах к перекрестку ул. Сергея Радонежского и ул. Рогожский Вал в Москве по данным таблицы 14

Тип ТС	Коэффициент приведения, $K_{пр}$			
	Направление 1	Направление 2	Направление 3	Направление 4
1	2	3	4	5
Легковые автомобили	1	1	1	1
Автопоезда	–	–	–	–
Автобусы	2,048 603	2,118 252	2,129 66	–

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5
Троллейбусы	–	–	–	–
Мотоциклы	–	–	–	–
Грузовые автомобили:				
– легкие	1,047 388	1,151 671	0,989 465	1,179 612
– тяжелые	1,475 091	1,604 113	1,551 053	–

Авторы работы [2] предлагают рассчитывать коэффициенты приведения как отношение расчетного количества легковых автомобилей к физически проехавшим контрольное сечение автомобилям за время наблюдения. Количество легковых автомобилей предлагают рассчитывать как отношение времени наблюдения к времени проезда контрольного сечения легковым автомобилем с учетом собственной габаритной длины и присутствующего динамического габарита. Формула расчета коэффициента приведения для подходов к перекрестку учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства, а формула расчета коэффициента приведения для площади перекрестка не учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства. Указанные формулы приведены ниже [2]:

получены формулы:

– на площади перекрестка

$$k_{np_i} = \frac{T}{n_{a1_i} \cdot \left[\frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2j_a} + l_0}{V_{n1}} + \frac{\bar{L}_a}{V_{n1}} \right]}, \quad (1)$$

где T – время наблюдения, с;

n_{a1_i} – количество i -го типа автомобилей, проехавших через сечение на площади перекрестка за определенное время, ед.;

V_a – скорость автомобиля при начале замедления, м/с;

t_p – время реакции ведомого автомобиля, с;

j_a – замедление ТС, м/с²;

l_0 – зазор до остановившегося впереди автомобиля, м;

V_{n1} – скорость транспортного средства на площади перекрестка, м/с;

\bar{L}_a – усредненная длина транспортного средства, м;

– на подходах к перекрестку

$$k_{np_i} = \frac{T}{n_{a2_i} \cdot \left[\frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2} \left(\frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right) + \bar{L}_a}{V_{n2}} \right]}, \quad (2)$$

где n_{a2_i} – количество i -го типа автомобилей, проехавших через сечение на подходах к перекрестку за определенное время, ед.;

V_{n2} – скорость транспортного средства на подходе к перекрестку, м/с;

j_1 – начальное замедление ТС, м/с²;

j_2 – конечное замедление ТС, м/с².

С использованием полученных данных, которые приведены в таблицах 3, 6, 9, 12, 15, и формул (1) и (2), в ходе проведенного эксперимента получены новые, уточненные коэффициенты приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц. Значения уточненных коэффициентов приведения интенсивности (усредненные по исследованным перекресткам) представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Уточненные коэффициенты приведения (усредненные по исследованным перекресткам)

Тип ТС	Коэффициент приведения
Автопоезда	2,665
Автобусы	1,86
Троллейбусы	2,5
Мотоциклы	0,5
Грузовые автомобили:	
– легкие	1,230
– тяжелые	1,512

Так как в ходе эксперимента не удалось собрать данные по мотоциклам, предлагаем использовать существующий коэффициент приведения – 0,5.

Заключение

Рассчитаны новые коэффициенты приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц с использованием ранее разработанной методики [2] и обработанных полученных данных в ходе эксперимента.

В качестве реальных объектов эксперимента выбраны улично-дорожные сети таких городов Российской Федерации, как Москва и Челябинск. Собраны и обработаны исходные данные, полученные видеонаблюдением в режиме реального масштаба времени установленными WEB-камерами в городах Москва и Челябинск:

- на перекрестках: пр. Победы и ул. Чичерина, пр. Комсомольский и ул. Ворошилова, ул. Сергея Радонежского и ул. Рогожский Вал;
- на регулируемых участках дорог: пр. Волгоградский и пр. Комсомольский.

Применение полученных коэффициентов приведения позволит увеличить точность расчетов режима работы светофорного регулирования в реальных условиях.

Список литературы

1. Кадасев, Д. А. Повышение системной безопасности транспортных потоков оптимизацией светофорного регулирования их движения : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.22.10 / Кадасев Дмитрий Анатольевич ; [МАДИ (гос. техн. ун-т)]. – М., 2008. – 19 с.
2. Дудников, А. Н. Разработка методики расчета коэффициентов приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц / А. Н. Дудников, Н. С. Виноградов, М. В. Строителей // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Highway Institute. – 2018. – № 4 (27). – С 24–34.
3. ДСТУ 4092-2002. Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки. – Введ. 2003-01-01. – К. : Держстандарт України, 2003. – 22 с.

А. Н. Дудников, Н. С. Виноградов, М. В. Строителев
Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка
Экспериментальная проверка разработанной методики расчета коэффициентов приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц

Для увеличения точности расчетов режима работы светофорного регулирования в реальных условиях необходим детальный учет состава транспортных потоков на подходах к перекресткам улиц. В связи с этим нами разработана методика расчета коэффициентов приведения интенсивности движения для регулируемых перекрестков улиц.

Было установлено, что интервалы между последовательно движущимися автомобилями в транспортных потоках формируются индивидуально на подходах к перекресткам и на площади перекрестков. Предложено формализовать значения указанных интервалов путем применения понятия динамического габарита транспортного средства с двумя расчетными формулами. Формула расчета коэффициента приведения для подходов к перекрестку учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства, а формула расчета коэффициента приведения для площади перекрестка не учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства. Используя вышеназванное, разработана методика расчета коэффициентов приведения интенсивности движения транспортных средств с учетом формирования динамического габарита для двух условий: на площади перекрестка и на подходах к перекрестку.

На основании полученных результатов проведена экспериментальная проверка методики расчета коэффициентов приведения интенсивности движения для регулируемых перекрестков улиц.

В работе рассчитаны новые коэффициенты приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц.

В качестве объекта экспериментальных исследований выбираем Москву и Челябинск, как города Российской Федерации с высокой плотностью, интенсивностью и высоким разнообразием подвижного состава. Собраны и обработаны исходные данные, полученные видеонаблюдением в режиме реального масштаба времени установленными WEB-камерами:

- на перекрестках: пр. Победы и ул. Чичерина, пр. Комсомольский и ул. Ворошилова, ул. Сергея Радоного и ул. Рогожский Вал (г. Челябинск);
- на регулируемых участках дорог: пр. Волгоградский и пр. Комсомольский (г. Москва).

Применение полученных коэффициентов приведения позволит увеличить точность расчетов режима работы светофорного регулирования в реальных условиях.

КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕНИЯ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, СВЕТОФОРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, ПЕРЕКРЕСТОК, УЛИЦА

A. N. Dudnikov, N. S. Vinogradov, M. V. Stroitelev

Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Experimental Check of the Developed Calculation Procedure of the Intensity Reduction Coefficients for Signaled Crossings

To increase calculation accuracy of the signalization operation mode in real conditions it is necessary to account in detail the composition of traffic flows on approaches to street crossings. In this connection the calculation procedure of the intensity reduction coefficients for signaled crossings has been developed.

It was established that intervals between consecutive automobiles in traffic flows are formed individually on approaches to street crossings and on their area. It is suggested to formalize values of indicated intervals by applying the notion of vehicle dynamic clearance with two design formulae. The calculation formula of the reduction coefficient for approaches to the crossing takes into account an ahead moving vehicle and the calculation formula of the reduction coefficient for crossing area does not account an ahead moving vehicle. Using the above-mentioned, the calculation procedure of the reduction coefficients of the traffic intensity taking into account dynamic clearance formation for two conditions: on the crossing area and on approaches to the crossing is developed.

Based on the obtained results the experimental check of the calculation procedure of the intensity reduction coefficients for signaled crossings has been carried out.

In the work, new coefficients of the intensity reduction for signaled crossings are calculated.

As an object of experimental studies, we choose Moscow and Chelyabinsk as cities of the Russian Federation with high density, intensity and high variety of rolling stock. Basic data obtained by video surveillance in real time by installed web cameras are gathered and processed:

- at crossings: Pobeda Avenue and Chicherin Street, Komsomolskiy Avenue and Voroshilov Street, Sergiy

Radonezhskiy Street and Rogozhskiy Val Street (Chelyabinsk);

– at controlled road sections: Volgogradskiy Avenue and Komsomolskiy Avenue (Moscow).

Application of obtained reduction coefficients will allow to increase calculation accuracy of the signalization operation mode in real conditions.

REDUCTION COEFFICIENT, TRAFFIC INTENSITY, SIGNALIZATION, CROSSING, STREET

Сведения об авторах:

А. Н. Дудников

SPIN-код: 8393-4943

Телефон: +38 (071) 301-98-50

Эл. почта: andudnikov@rambler.ru

Н. С. Виноградов

SPIN-код: 6801-2397

Телефон: +38 (050) 975-23-12

Эл. почта: nikolayx6m@mail.ru

М. В. Строителев

Телефон: +38 (095) 162-50-84

Эл. почта: demencer94@gmail.com

Статья поступила 29.05.2018

© А. Н. Дудников, Н. С. Виноградов, М. В. Строителев, 2018

Рецензент: С. А. Легкий, канд. экон. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»