Слободчикова Надежда Анатольевна. Совершенствование организации дорожного движения на основе применения пешеходных вызывных устройств : диссертация ... кандидата технических наук : 05.22.10 / Слободчикова Надежда Анатольевна; [Место защиты: Иркут. гос. техн. ун-т].- Иркутск, 2010.- 175 с.: ил. РГБ ОД, 61 10-5/2110

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Иркутский государственный технический университет

***На правах рукописи***

Слободчикова Надежда Анатольевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕШЕХОДНЫХ ВЫЗЫВНЫХ УСТРОЙСТВ**

**04201056962**

15**.**06.2010

Специальность 05.22.10 - Эксплуатация автомобильного транспорта

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель д-р техн. наук А.Ю.Михайлов

ИРКУТСК-2010

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Введение 4**

**Глава 1. СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО**

**ДВИЖЕНИЯ НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ 8**

1. Современное состояние организации дорожного движения на пешеходных пе­реходах. Статистика ДТП с участием пешеходов в РФ 8
2. [Критерии введения светофорного регулирования и его эффективности 14](#bookmark5)
3. [Технические нормы РФ по применению светофорного регулирования на пе­шеходных переходах 16](#bookmark6)
4. Практика применения средств светофорного регулирования пешеходного

движения в странах Западной Европы и США 23

1. [Обустройство пешеходных переходов 31](#bookmark9)
2. [Успокоение движения на пешеходных переходах, применяемое в отечествен­ной и зарубежной практике 35](#bookmark13)
3. [Оценка эффективности и удобства пешеходных переходов с ПВУ 40](#bookmark14)
4. Выводы и задачи исследования 41

**Глава 2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА ЗАДЕРЖЕК НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕ­РЕХОДАХ С ВЫЗЫВНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ 44**

1. Цель разработки моделей 44
2. [Определение длительности цикла регулирования и его элементов 45](#bookmark15)
3. Определение средней величины задержки транспортного потока для жесткого

[режима регулирования 49](#bookmark52)

1. [Определение средней величины задержки пешеходов для случая жесткого ре­жима регулирования 61](#bookmark18)
2. Анализ методик расчета средней задержки пешеходов при использовании

ПВУ 61

1. Предлагаемый режим светофорного регулирования для пешеходных перехо­дов с ПВУ 65
2. Моделирование средней задержки транспортного и пешеходного потоков при

использовании ПВУ 65

1. Методы расчета средней задержки пешеходов на нерегулируемом пересечении

транспортных и пешеходных потоков 71

1. [Модель расчета средней задержки транспортных средств на 76](#bookmark29)

нерегулируемом пересечении

1. [Определение суммарных задержек транспортных средств и пешеходов 77](#bookmark30)
2. [Определение стоимости потерь от транспортных и пешеходных задержек 78](#bookmark32)
3. [Выводы по главе II 81](#bookmark33)

**Глава 3. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 83**

1. Организация и объем обследований 83
2. Обследование характеристик движения транспортных и пешеходных потоков

на пешеходных переходах города Иркутска 85

1. Обработка результатов обследования поступления заявок пешеходов на пере­ход проезжей части 90
2. Обследование скорости транспортного потока на нерегулируемых пешеход­ных переходах 101
3. Выводы по главе III 106

**Глава 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДЕРЖЕК НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ**

**И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ С ВЫЗЫВНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ 108**

1. Оценка суммарных задержек транспортных средств и пешеходов на нерегули­руемых пешеходных переходах 108
2. [Результаты моделирования задержек транспортных средств и пешеходов 113](#bookmark40)
3. [Сравнение ущерба от суммарных задержек транспортных средств и пешеходов 130](#bookmark41)
4. Результаты моделирования: оценка суточного ущерба от задержек транспорт­

ных средств и пешеходов на пешеходных переходах города Иркут­ска 134

1. Сравнительный анализ результатов диссертационного исследования и сущест­

вующих рекомендаций в отечественной и зарубежной практики ОДЦ по про­ектированию пешеходных переходов 137

1. Выводы по главе IV и рекомендации по применению пешеходных переходов с

ПВУ 149

**ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 151**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 153**

**Приложение. Текст М-файла. Определение ущерба от транспортных и пешеход­ных задержек на пешеходных переходах, расположенных вне перекрёст­ков 164**

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность исследования.** Безопасность дорожного движения — наиболее острая проблема эксплуатации автомобильного транспорта в нашей стране, а ДТП с участием пешеходов являются одной из важнейших состав­ляющих высокого уровня аварийности. По данным статистики наезды на пе­шеходов в городах Российской Федерации за 2008 г. составили *40 %* от всех ДТП, при этом на расположенных вне перекрестков нерегулируемых пеше­ходных переходах происходит каждый шестой наезд на пешехода. Опыт ор­ганизации дорожного движения **(ОДД)** убедительно показывает, что введе­ние светофорного регулирования, регламентируемого ГОСТ 23457-86 "Тех­нические средства организации дорожного движения. Правила применения", значительно повышает безопасность движения на пешеходных переходах. Документ указывает интенсивности движения транспортных средств и пеше­ходов, при которых необходимо введение регулирования на переходах. При­менение жесткого режима регулирования **(ЖРР),** когда интенсивности дви­жения пешеходов на переходах имеют значительные колебания, приводит к неоправданным задержкам транспортных средств. Сократить эти задержки позволяет применение пешеходных вызывных устройств **(ПВУ),** которые по­лучили широкое применение в мировой практике. Например, в Англии в 2009 г. эксплуатировалось *12 ООО* переходов с ПВУ ([www.whatdotheyknow.com](http://www.whatdotheyknow.com)). Следует отметить, что «Методические рекомен­дации по регулированию пешеходного движения» (ВНИИ БД МВД СССР 1977г.) и зарубежные нормативные документы (США, Великобритания, Ав­стралия) рекомендуют применять **ПВУ** при меньших значениях интенсивно­стях движения пешеходов, чем указываемые как условия введения регулиро­вания действующим ГОСТ 23457-86.

В диссертационной работе выполнено сравнение разных типов пеше­ходных переходов с использованием оценки задержек транспортных средств и пешеходов. В том числе рассмотрено функционирование переходов при интенсивностях движения транспортных средств и пешеходов меньших, чем указанные в ГОСТ 23457-86 как условие введения светофорного регулирова­ния.

**Основная идея работы.** Значительное снижение задержек транспорт­ных средств на пешеходных переходах, расположенных вне перекрестков, может быть достигнуто применением **ПВУ** с режимом регулирования, имеющим фиксированную длительность сигнала, разрешающего движение пешеходов и заданную минимальную длительностью сигнала, разрешающего движение транспортных средств.

**Цель диссертационной работы** - повышение эффективности **ОДЦ** на пешеходных переходах, на основе применения **ПВУ.**

**Объект исследования** — движение потоков транспортных средств и пешеходных потоков на пешеходных переходах, расположенных вне пере­крестков.

**Предмет исследования** - влияние светофорного регулирования на суммарные задержки транспортных средств и пешеходов на пешеходных пе­реходах.

**В** соответствии с целью работы сформулированы **задачи исследова­ния:**

* теоретически обосновать режим регулирования для пешеходных пере­ходов с **ПВУ,** позволяющий снизить задержки транспортных средств, и разработать для предлагаемого режима регулирования модели расчета за­держек транспортных средств и пешеходов;
* предложить методику оценки ущерба от задержки транспортных средств и пешеходов на регулируемых пешеходных переходах с **ПВУ;**
* на основе численного моделирования задержек транспортных средств и пешеходов определить область оптимального использования пешеходных переходов с **ПВУ,** путем сравнения результатов выполненного моделиро­вания и рекомендаций нормативных документов разных стран сформули­ровать предложения по применению регулируемых пешеходных перехо­дов с ПВУ.

**Научная новизна исследования:**

* теоретически обоснован режим регулирования для пешеходных пере­ходов с ПВУ, позволяющий минимизировать задержки транспортных средств;
* разработаны модели расчета задержек транспортных средств и пеше­ходов на регулируемых пешеходных переходах с ПВУ;
* с использованием математического моделирования определена область оптимального применения регулируемых пешеходных переходов с ПВУ.

**Практическая ценность работы:**

* предложена методика расчета задержек транспортных средств и пеше­ходов и ущерба от них для регулируемых пешеходных переходов с ПВУ;
* установлен диапазон значений интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков на пешеходных переходах, при которых целесооб­разно использовать ПВУ.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

* для снижения задержек транспортных средств на пешеходных перехо­дах с ПВУ в условиях низкой интенсивности движения пешеходов целе­сообразно применять режимы регулирования с фиксированной длитель­ностью сигнала, разрешающего движение пешеходов;
* модели расчета задержек транспортных средств и пешеходов на пеше­ходных переходах с ПВУ должны рассматривать длительность цикла ре­гулирования как случайную величину, являющуюся функцией интенсив­ности движения пешеходов;
* область эффективного применения ПВУ следует определять на основе методов численного моделирования задержек транспортных средств и пешеходов, позволяющих оценить функционирование различных типов пешеходных переходов в широком диапазоне значений интенсивности движения транспортных средств и пешеходов.

**Реализация работы.** Результаты исследований внедрены в АНО «Ин­ститут Проблем Безопасности Движения» при подготовке текста ОДМ «Ме­тодические рекомендации по оценке пропускной способности автомобиль­ных дорог» (Росавтодор Минтранса России).

**Апробация работы.** Основные положения и результаты исследований докладывались на VI Международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» (Санкт-Петербург 2008 г.); на XVI Международной научно-практической конференции «Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния» (Екатеринбург 2007 г.); на Международ­ной научно-практической конференции «Вместе к эффективному дорожному движению» Минск (2008г.); на XIII Международной научно-практической конференции Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния (Екатеринбург 2009г.); на научно- практической конференции «Проблемы и перспективы развития бизнеса на предприятии и в регионе» (Иркутск 2009), на III Межрегиональной научно- практической конференции «Дорожно-транспортный комплекс: состояние и перспективы развития» (Чебоксары 2009 г.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, в том числе 2 публикации в издании, утверждённым ВАК Минобразования РФ для кандидатских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов, приложения и списка литерату­ры. Объем диссертации составляет *174* стр. машинописного текста, включая *70* рисунков и *27* таблиц. Библиографический список включает *136* наимено­ваний.

**ОБЩИЕ ВЫВОДЫ Диссертация является законченной научно-квалификационной ра­ботой,** в которой на основе выполненных теоретических и эксперименталь­ных исследований, автор решил важную задачу эксплуатации автомобильно­го транспорта, научно обосновав условия эффективного применения пеше­ходных вызывных устройств, что позволяет значительно снизить задержки транспортных средств на пешеходных переходах и повысить качество орга­низации дорожного движения.

Основные выводы и рекомендации состоят в следующем:

1. Теоретически обоснован режим регулирования для пешеходных пере­ходов с **ПВУ,** позволяющий минимизировать задержки транспортных средств. На пешеходных переходах с **ПВУ** в условиях незначительной и средней интенсивности движения пешеходов *(50 - 540 пеш./ч*) предложено применять режим регулирования с фиксированной продолжительностью раз­решающего сигнала для пешеходов, при этом ограничивается минимальная длительность зеленого сигнала для транспортных средств.

Данный режим отличается от режимов регулирования с фиксированной длительностью сигнала, разрешающего движение транспортных средств, применяемых на переходах типа Pelican и Puffin.

Для предлагаемого режима регулирования разработаны модели оценки средней задержки транспортных средств и пешеходов. Основными положе­ниями разработанных моделей является:

* длительность цикла и длительность зеленого сигнала для транспортных средств рассматривается случайная величина, являющаяся функцией интен­сивности движения пешеходов;

о прибытие пешеходов к переходу починяется распределению Пуассона;

* расчет средней задержки транспортных средств производится с исполь­зованием формулы руководства НСМ 2000.

1. Предложена методика оценки суточного ущерба от задержек транс­портных средств и пешеходов для переходов с ПВУ. Для этого необходимо сравнивать различные типы пешеходных переходов по величине суммарного ущерба от задержек транспортных средств и пешеходов.
2. На основе численного моделирования задержек транспортных средств и пешеходов в широком диапазоне значений интенсивностей движения опре­делена область эффективного использования пешеходных переходов с ПВУ.

Предложенный режим регулирования на переходах с ПВУ целесообраз­но применять, если значения интенсивностей движения пешеходов в час пик составляют:

* *50- 440 пеш./ч* для двух полос движения;
* *50- 470 пеш./ч* для трёх полос движения;
* *50* - *540 пеш./ч* для четырех полос движения

При интенсивностях движения пешеходов *50* - *150 чел./ч* применение ПВУ дает меньшие суммарные задержки, чем ЖРР во всем исследованном диапазоне интенсивностей движения транспортных средств.

Сопоставительный анализ полученных в диссертационной работе ре­зультатов и рекомендаций российских и зарубежных руководств подтвердил правильность предложений по применению в ПВУ при интенсивностях дви­жения пешеходов более *50 чел./ч.*

1. Выполнена оценка экономической эффективности применения ПВУ вместо ЖРР на примере группы пешеходных переходов в городе Иркутске. Ожидаемый средний экономический эффект составил *220 ООО руб.* в год на один пешеходный переход.
2. Предметом дальнейших исследований должна быть оценка эффектив­ности применения ІШУ на нерегулируемых и кольцевых пересечениях, что

, уже применяется в мировой практике ОДД.

***Список литературы***

1. ***Аксенов В.А.,*** Попова Е.П., Дивочкин О.А. Экономическая эффектив­ность рациональной организации дорожного движения. - М.: Транспорт, 1987. 128 с.
2. ***Алексеев Е.Р.,*** Чеснокова О.В. MATLAB 7-М.: НТ Пресс, 2006. 464 с.
3. ***Афанасьев М.Б.*** и др. Условия введения различных режимов регули­рования дорожного движения. - М.: Изд-во ВНИИ БД МВД СССР, 1976. 319 с.
4. ***Афифи А.,*** Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. 488 с., ил.
5. ***Бабков В.Ф.*** Дорожные условия и безопасность движения/ В.Ф. Баб­ков. - М.: Транспорт, 1982. 288 с.
6. ***Бабков В.Ф.*** Дорожные условия и организация движения/ В.Ф. Бабков, О.А.Дивочкин, В.П.Залуга. - М.: Транспорт, 1974. 240 с.
7. ***Бируля А.К.*** Учет неравномерности интенсивности движения при про­ектировании автомобильных дорог/ А.К.Бируля// Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура. 1958. №2.
8. ***Боровиков В.*** STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. - СПб.: Питер, 2001. 656 с., ил.
9. ***Браиловский Н.О.,*** Грайновский Б.И. Моделирование транспортных систем - М:, Транспорт, 1978. 125с.
10. ***Буга П.Г.*** Пешеходное движение в городах. - М.: Стройиздат, 1979. 127 с.
11. ***Буга П.Г.****,* Шелков Ю.Д. Организация пешеходного движения в горо­дах. - М.: Высшая школа, 1980. 232 с.
12. *Бурдішския И.Г.,* Михайлов А.Ю. Количественная оценка условий пешеходного движения в центральных зонах крупнейших городов //Город-транспорт-человек. Тез. докл. науч. конф. — Челябинск, 1982. С.

28.

1. ***Венцель Е.С.*** Теория вероятностей/ Е.С. Венцель. — М.: Наука, 1969.
2. ***Верейкин В.Е.*** Исследование эффективности использования свето­форной сигнализации. - Труды/ ВНИИ БД МВД СССР. М., 1979, вып.4, С. 71-78.
3. ***Верейкин В.Е.*** Исследование эффективности светофорной сигнали­зации на изолированных перекрестках. Дис канд. техн. Наук. - М., 1980. 166 с.
4. ***Верейкин В.Е.*** К вопросу об оценке эффективности светофорной сиг­нализации на перекрестках. - Труды/ ВНИИ БД МВД СССР. М., 1978, вып.З, С. 58-64.
5. ВНиП **01-200** "Временные нормы и правила на устройство искусст­венных дорожных неровностей"