

Национальная академия наук Кыргызской Республики
Институт машиноведения

Министерство образования и науки Кыргызской Республики
Кыргызский государственный технический университет
им. И. Раззакова

Диссертационный совет Д. 05.13.010

На правах рукописи
УДК 625.721: 351.811.122 (575.2) (043.3)

Машиев Исманали Аскаралиевич

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В БАТКЕНСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ Г. КЫЗЫЛ-КИЯ)

Специальность: 05.22.10 – «Эксплуатация автомобильного транспорта»

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2014

Работа выполнена в Кыргызском институте природо-
пользования и геотехнологии Кыргызского государственного
технического университета им. И. Раззакова (КИПИГ КГТУ)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Маткеримов
Таалайбек Исманалиевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Шаршембиев
Жыргалбек Сабырбекович

кандидат технических наук
Курманов Улан Эсембекович

Ведущая организация: Кыргызско-Российский
Славянский университет
им. Б.Н. Ельцина
(г. Бишкек, ул. Киевская, 44)

Защита диссертации состоится 11 апреля 2014 г. в 14⁰⁰ часов
на заседании диссертационного совета Д.05.13.010 при Институте
машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики
и Кыргызском государственном техническом университете имени
И. Раззакова по адресу: 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек,
проспект Мира 66.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, за-
веренной гербовой печатью, просим направлять по адресу: 720055,
г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, диссертационный совет Д. 05.13.010,
e-mail: *imash_kg@mail.ru*. Телефон для справок: (0312) 54-11-24,
факс: (0312) 56-27-85

Автореферат диссертации разослан «7» марта 2014 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
Д.05.13.010, к.т.н., с.н.с.

Квитко С.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Актуальность исследований. С каждым годом увеличивается количество подвижного состава автомобильного транспорта, что негативно влияет на безопасность дорожного движения. Ежегодно происходит аварии, в которых гибнут и получают ранения десятки людей, в Кыргызстане это число превышает тысячи. Низкая скорость сообщения и продолжительные задержки на перекрестках городов увеличивают транспортные заторы. В свою очередь это приводит к неоправданному расходу топлива, износу агрегатов и узлов автотранспортных средств.

Низкая пропускная способность перекрестков малых городов является причиной частых остановок транспортных средств, повышением шума и загрязнения воздушного бассейна выбросами продуктов сгорания газов.

Поэтому разработка методов и путей, снижающих аварийность на перекрестках, является актуальной.

Предмет исследования – состояние и методы организации дорожного движения в городе Кызыл-Кия.

Целью работы является совершенствование организации дорожного движения в Баткенской области (г. Кызыл-Кия) для снижения неоправданных задержек и аварий.

Для достижения данной цели решены следующие задачи:

1. Исследование и анализ дорожно-транспортных происшествий в Кыргызской Республике и Баткенской области.
2. Сравнительный анализ состояния аварийности по Баткенской области.
3. Выявление факторов и причин возникновения дорожно-транспортных происшествий.
4. Определение путей снижения аварийности, направленных на искоренение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий.
5. Определение влияния возможных факторов на обоснованное введение светофорного регулирования на перекрестках г. Кызыл-Кия.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. математическая модель, описывающая влияние различных факторов на необходимость введения светофорного регулирования на перекрестках и безопасность движения;
2. методика расчета показателей, характеризующих необходимость введения светофорного объекта для применения на перекрестках с помощью уравнений корреляции и множественной регрессии;

3. методика обоснования критериев введения светофорного регулирования в малых городах республики и времени разрешающего сигнала в одном цикле регулирования с учетом интенсивности движения транспортных средств.

Научная новизна:

- разработанная математическая модель введения светофорного регулирования отличается от существующих тем, что в ней учитываются следующие факторы: освещение перекрестков, средняя скорость движения автомобилей на перекрестках и интенсивность их движения;
- методика определения необходимости введения светофорного регулирования на перекрестках, отличается от известных тем, что она учитывает ширину проезжей части, интенсивность движения, боковую видимость, скорость движения и т.п.;

- предлагаемая методика обоснования критериев для введения светофорного регулирования отличается от общепринятой тем, что в ней предлагается снизить максимальный порог интенсивности движения, пешеходных потоков и количество ДТП в малых городах для необходимости введения светофоров.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- использование результатов расчетов разрешающего сигнала светофорного регулирования позволило снизить среднее время задержки одного автомобиля на второстепенных улицах г. Кызыл-Кия;
- использование математической модели и оптимизации времени разрешающего сигнала светофорного регулирования в одном цикле, с учетом интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков для их поэтапного пропуска, позволило увеличить пропускную способность перекрестков. В связи с чем уменьшены суммарные потери времени, связанные с задержками при движении через перекрестки, для пешеходов – на 152 ч и транспортных средств – на 1233 ч.

- совершенствование организации движения и эффективное использование краев проезжей части на перекрестках улиц У. Асаналиева и 60 лет Киргизии; улиц Молодежная и 20 лет Независимости, позволило рационально организовать пропуск транспортных потоков через перекрестки улично-дорожной сети.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы доложены на международных и республиканских научно-практических конференциях: IV Международная конференция «Горное, нефтяное, геологическое, геоэкологическое и инженерное образование в XXI веке» (г. Цхинвал, 2009 г.); республиканская научно-практическая конференция «Современные проблемы в архитек-

туре, строительстве и на транспорте» (г. Худжанд, 2012 г.); VII международная конференция, посвященная 80-летию КГТК им. Г. Кулатова «Горное, нефтяное, геологическое и геологическое инженерное образование в XXI веке» (г. Кызыл-Кия, 2013 г.).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 20 печатных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 155 наименований, 3-х приложений, изложена на 174 страницах машинописного текста, в том числе 48 рисунков, 30 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, изложены цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проведен анализ состояния аварийности в Кыргызской Республике и по Баткенской области, в том числе и по г. Кызыл-Кия за 2008–2012 годы.

В 2012 году в Кыргызстане был отмечен самый большой за последние 14 лет (1999–2012 гг.) рост количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП), числа погибших и раненых людей. Всего за этот период численность пострадавших составила более 70 тыс. человек, что эквивалентно населению небольших городов, таких как Кызыл-Кия, Сулюкта, Баткен, Кок-Янгак и т.п. Сегодня проблема дорожно-транспортного травматизма в Кыргызстане, без преувеличения, представляет угрозу безопасности граждан и государства.

За пять лет (с 2008 г. по 2012 г.) на территории Баткенской области было совершено 927 дорожно-транспортных происшествий, что составляет 4,1% от совершаемых в республике, при которых погибло 205 и ранено 1304 человека.

Проводя сравнительную оценку (с 2008 по 2012 гг.) состояния безопасности дорожного движения шести регионов Баткенской области, можно увидеть сложившееся состояние аварийности (табл. 1). Наибольшая концентрация дорожно-транспортных происшествий сосредоточена в г. Кызыл-Кия, из-за большого числа дорожно-транспортных происшествий, присущих данной территории (небольшая площадь). Относительные показатели аварийности (числа ДТП и погибших, отнесенных к 1000 км² территории) можно определить по формулам:

$$a_{\text{ДТП}} = \frac{D * 1000}{S}, \quad a_{\text{погиб}} = \frac{P * 1000}{S}, \tag{1}$$

где D – количество дорожно-транспортных происшествий; S – площадь территории, км²; P – количество погибших, чел.

Таблица 1 – Показатели аварийности регионов Баткенской области

Регион	кол-во ДТП, D	кол-во погиб-ших, P, чел.	площадь терри-тории, S, км ²	относительный показатель ава-рийности по кол-ву ДТП, $\frac{a_{\text{ДТП}}}{100 \text{ км}^2}$	относительный показатель ава-рийности по числу погиб-ших, $\frac{a_{\text{погиб}}}{100 \text{ км}^2}$
Баткенский район	110	29	5948	18,49	4,87
Кадамжайский район	454	102	6146	73,86	16,59
Ляйлякский район	90	25	4653	19,34	5,37
г. Кызыл-Кия	173	29	53	3264,15	547,16
г. Сулюкта	20	7	18	1111,1	388,9
г. Баткен	80	13	205	390,24	63,4

Помимо относительного показателя, отнесенного к 1000 км² территории, была проведена оценка аварийности, отнесенная к 1 км протяженности дорог (табл. 2), рассчитываемая как

$$a_{\text{ДТП}}^* = \frac{D}{L}, \quad a_{\text{погиб}}^* = \frac{P}{L}, \tag{2}$$

где L – протяженность автомобильных дорог, км.

Наибольшая концентрация аварийности также сосредоточена в г. Кызыл-Кия.

При анализе дорожно-транспортных происшествий было выявлено, что с 2008 по 2011 годы, из всех видов происшествий (рис. 1) наибольшим был наезд на пешехода (24,0% – 57,9%) за исключением 2011 года, затем столкновение (26,3% – 48,0%) и опрокидывание (9,1% – 24,0%).

Таблица 2 – Показатели аварийности регионов Баткенской области

Регион	кол-во ДТП, D	кол-во погиб-ших, P, чел.	протяженность автомобильных дорог, L, км	относительный показатель ава-рийности по кол-ву ДТП, а * ДТП км	относительный показатель ава-рийности по погиб-шим, а * погиб-ших км
Баткенский район	110	29	370	0,29	0,08
Кадамжайский район	454	102	1420	0,32	0,07
Лайлакский район	90	25	405	0,22	0,06
г. Кызыл-Кия	173	29	76,9	2,25	0,38
г. Сулюкта	20	7	60	0,33	0,12
г. Баткен	80	13	314	0,25	0,04

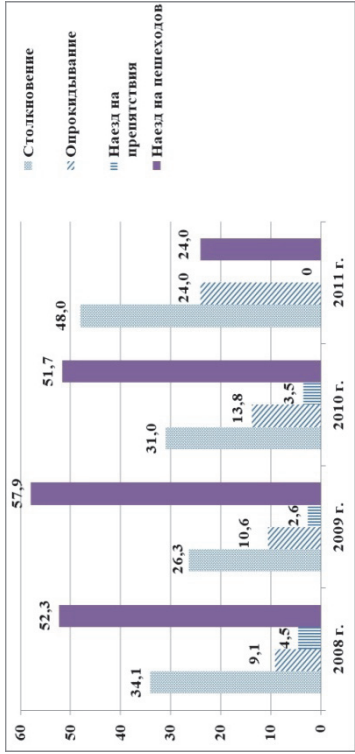


Рисунок 1 – Распределение дорожно-транспортных происшествий в 2008–2011 гг. по видам

Проанализировав дорожно-транспортные происшествия, совершенные в г. Кызыл-Кия по сезонам года выявлено, что наибольшее их количество было совершено в конце весны (май месяц), осенью (октябрь и ноябрь месяцы) и зимой (декабрь). Наименее аварийными можно считать апрель и сентябрь.

Результаты анализа дорожно-транспортных происшествий показали, что пиковыми считаются обеденное время (14⁰⁰ ч.), конец рабочего дня (17⁰⁰ ч.) и вечерний периоды (20⁰⁰ – 22⁰⁰ ч.), а также в вечерний период наблюдается наибольшее количество погибших, а раненных увеличивается с обеденного времени до полуночи.

Анализ аварийности за 2012 год по дням недели (рис. 2) показал, что наибольшее количество происшествий приходится на среду, а, следовательно, середина рабочей недели отмечается большим числом аварий, начало и конец рабочей недели – небольшим.

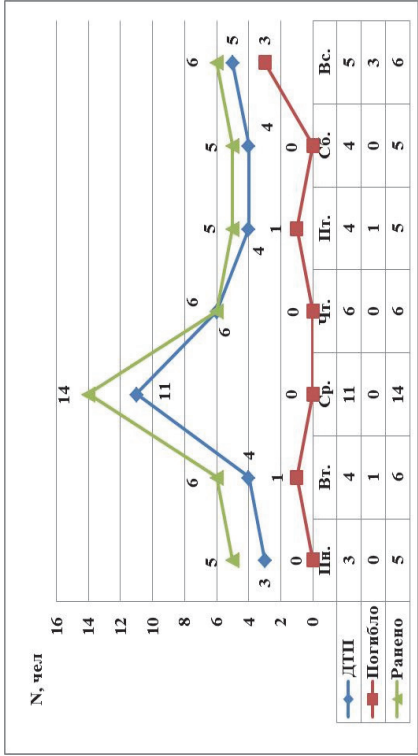


Рисунок 2 – Количество дорожно-транспортных происшествий по дням недели за 2012 год

Во второй главе рассмотрены факторы, влияющие на безопасность дорожного движения, и возможные пути, способствующие снижению аварийности. В целом факторы, влияющие на безопасность движения, принято связывать с действиями водителей и других участников движения, а также с состоянием транспортных средств и дорожных условий.

Чтобы повысить безопасность движения необходимо рассмотреть в отдельности каждый элемент системы «У-А-Д-С» (участник-автомобиль-дорога-среда). В первую очередь надо обратить внимание на водителя, так как он является главной активной фигурой, от действий которого в большой степени зависит состояние аварийности.

Для решения задач в области организации движения прибегают к математическим методам описания транспортных потоков. Первоначальными задачами в моделировании транспортного потока являлось изучение и обоснование пропускной способности дорог и перекрестков. Поведение потока очень изменчиво и зависит от многих факторов: транспортных средств, дороги, водителей и пешеходов, а также от среды движения.

Одна из попыток описать движение автотранспортных средств (АТС) в потоке принадлежит М. Трайберу, которую считают «удачной». Модель «разумного водителя» Трайбера состоит из модели оптимальной скорости и следования за лидером.

Детерминированная модель, являясь «упрощенной динамической моделью», описывает поток автомобилей, в основе ее лежит зависимость между отдельными показателями, например, скоростью и дистанцией между автомобилями в потоке как предлагает Г.И. Клинкавштейн, ее используют для определения максимальной интенсивности движения по одной полосе $N_{a \max}$:

$$N_{a \max} = A \cdot v_a / L_d, \quad (3)$$

где A – коэффициент размерности; v_a – скорость движения, км/ч; L_d – динамический габарит, м.

При выражении динамического габарита в метрах, а скорости в км/ч формула (3) приобретает следующий вид для определения пропускной способности полосы:

$$P_n = 1000 v_a / L_d. \quad (4)$$

Эта зависимость получена на основе двух допущений: транспортные средства имеют равные динамические габариты; скорость автомобилей в потоке одинакова.

Вероятностная модель отличается большей объективностью. В ней поток рассматривается как вероятностный (случайный) процесс, например, распределение временных интервалов между автомобилями в потоке принимается не строго определенным, а случайным.

Описан новый подход к моделированию транспортных потоков и построена аналитическая модель обслуживания с двумя очередями для транспортных потоков на нерегулируемом перекрестке. Данная модель описывает поведение водителей АТС в условиях высокой интенсивно-

сти движения и позволяет найти средние длины очередей и среднее время ожидания.

Изучением подобных ситуаций занимается теория массового обслуживания (ТМО). Как было показано в ряде последних исследований, например, Вандэйла, Ван Вознела, Кретена и Вандэйла, модели ТМО позволяют получать хорошие результаты при моделировании плотных транспортных потоков. Методы системы массового обслуживания (СМО) использовались и другими исследователями Литвока Н.В., Федоткина М.А. для изучения конфликтных транспортных потоков, проезжающих через регулируемый перекресток.

В третьей главе представлены методы экспериментальных исследований, а также их результаты.

Исследования в области организации движения проводились с использованием автомобиля Мерседес-Бенц Е230 с видеорегистратором (Blackbox DVR FHD 1080P), фото и видео аппаратуры, секундомера, электрических счетчиков и человека-наблюдателя со специальными бланками для учета.

В результате исследования транспортных потоков была получена информация об интенсивности движения, составе транспортного потока, скорости и задержках транспортных средств.

Для определения скорости движения и задержки АТС применялся автомобиль, движущийся со скоростью, присущей основной массе транспортных средств в потоке. Задержки фиксировались на перекрестках.

Определение задержек АТС на пересечениях дорог и участках прилегающих к ним также проводились с помощью натурных исследований, они были получены путем регистрации продолжительности остановки непосредственно каждого остановившегося транспортного средства.

Интенсивность и состав транспортного потока был получен двумя методами: с помощью натурных исследований и в камеральных условиях путем просмотра записей видео и авторегистратора; результаты оформлялись в виде протоколов и картограмм.

Исследование интенсивности движения на перекрестках проводилось по пятиминутным периодам в течение часа, и результаты заносились в протоколы. Интенсивность движения транспортных средств фиксировалась в утреннее время с 7.00 до 9.00 часов; днем – с 12.00 до 14.00 часов; вечером – с 17.00 до 19.00 часов.

Часовая пиковая интенсивность движения транспортных средств определялась по известной формуле:

$$N_{тс} = 10,7 \cdot N_{тс} - 15,0, \quad (5)$$

где $N_{тс}$ – пятиминутная приведенная интенсивность движения транспортных средств, соответствующая потоку легковых автомобилей, авт./5мин, определяемая как

$$N_{тс} = \sum N_{тсi} \cdot K_i, \quad (6)$$

где $N_{тсi}$ – интенсивность движения по типам транспортного средства; K_i – коэффициент приведения интенсивности движения различных транспортных средств к легковому автомобилю.

Кроме пятиминутных периодов определяли фактическую часовую интенсивность на перекрестках. Интенсивность движения на перекрестках также нужна для определения необходимости введения светового регулирования.

Из анализа ДТП было установлено, что количество аварий на регулируемых перекрестках увеличивается с каждым годом и с учетом не фиксированных ДТП на перекрестках их соотношение к общему количеству ДТП составило: в 2008 году – 4,5%; 2009 году – 5,3%; 2010 году – 10,4%; 2011 году – 12%.

Исследуя один из перекрестков (транспортный узел) города по улице Молодежная и 20 лет Независимости, на котором происходят аварии, определили степень сложности перекрестка.

Транспортный узел, имеющий 9 конфликтных точек, имеет показатель степени сложности: $M = P_o + 3P_c + 5P_n = 3+3 \cdot 3+5 \cdot 3=27$, где P_o – количество точек отклонения; P_c – количество точек слияния; P_n – количество точек пересечения.

При $M = 27$ транспортный узел считается простым, однако, проанализировав конфликтные точки с учетом интенсивности конфликтующих потоков, для каждой конфликтной точки (без разделения их по типам) определено максимально возможное число столкновений.

Столкновение

равно меньшему из значений интенсивности движения N_a для двух конфликтующих потоков. Так, на исследуемом перекрестке, показанном на рис. 3, были проведены наблюдения по часовой интенсивности движения транспортных средств и определено число конфликтов в точках: I – 220; II – 140; III – 140; IV – 140; V – 151; VI – 145; VII – 140; VIII – 220; IX – 151. Суммарное число, таким образом, составило 1447 возможных конфликтов в час. Из этой методики

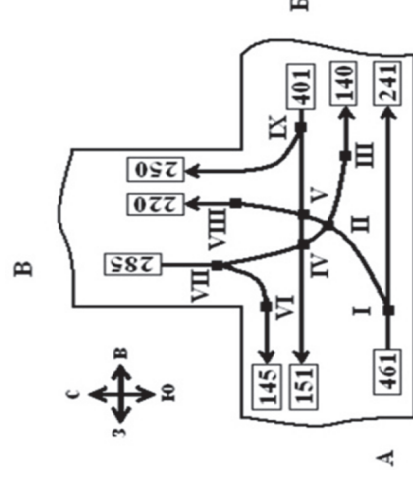


Рисунок 3 – Условная картограмма интенсивности движения транспортных средств на Т-образном перекрестке улиц Молодежная и 20 лет Независимости

видно, что возможное число столкновений очень велико, однако с помощью этой методики можно рассмотреть как изменится ситуация на перекрестке при изменении схемы разрешенных направлений путем введения светового регулирования.

Одним из методов снижения возможного числа столкновений и времени задержки на перекрестках является введение светового регулирования.

Однако при анализе интенсивности движения на перекрестках выясняется то обстоятельство, что они не всегда соответствуют критериям введения светового регулирования, которое наблюдается во многих малых городах республики, но необходимость в них существует. Для снижения ДТП и увеличения пропускной способности на перекрестках предлагается увеличение числа существующих критериев и отворок для установки световых объектов:

- 1 – снижение допустимой нормы интенсивности движения автомобилей N_a max с 900 ед/ч до 750 ед/ч;
- 2 – снижение допустимой нормы интенсивности движения пешеходов $N_{пеш}$ max с 150 чел/ч до 100 чел/ч;
- 3 – введение светового объекта считать оправданным, если в разрезе десятиминутного периода времени интенсивность движения до-

стигает пикового максимально допустимого предела, рассматриваемого в течение часа, любых 8 часов обычного рабочего дня;

4 – введение светофорного объекта считать оправданным, если за последние 12 месяцев на перекрестке произошло 1 ДТП для малых городов с численностью населения менее 50 тыс. человек и не менее 2 ДТП для городов с численностью от 50 до 70 тыс. человек из-за отсутствия светофорного объекта;

5 – введение светофорного регулирования считать оправданным, если на перекрестке снизится среднее время задержки одного остановившегося автомобиля на наиболее заторном направлении до допустимого предела (к примеру, до 40 с) и одновременно снизится число конфликтов (представленных выше) в два раза.

При организации движения на перекрестках особую роль можно отвести применению технических средств организации дорожного движения: дорожной разметке, дорожным знакам и светофорным объектам.

Основное количество происшествий на перекрестках происходит ли в зимний период года и после восемнадцати часов, что указывает на ночной период суток. Другой причиной аварийности на перекрестках является отсутствие фонарного освещения, которое существенно проявляется в зимний период года (быстро темнеет), и ухудшенное ориентирование в темное время суток.

Из выше изложенного следует, что необходимо проводить мероприятия по снижению аварийности, задержек движения на перекрестках, способствующих увеличению пропускной способности дороги.

В четвертой главе предлагается математическая модель обоснования введения светофорного регулирования на перекрестках малых городов и определен годовой экономический эффект, полученный от проведения указанных мероприятий.

На основе исследований и данных о дорожно-транспортных происшествиях было установлено, что наиболее аварийным и загруженным из перекрестков города Кызыл-Кия является перекресток ул. У. Асаналиева и 60 лет Киргизии. Другим загруженным перекрестком является перекресток улиц Молодежная и 20 лет Независимости. Для улучшения параметров аварийно-опасного участка автомобильной дороги, были определены исходные данные.

Для получения данных о планировочных особенностях и геометрических параметрах перекрестков, оказывающих решающее влияние

на характеристики транспортных потоков и состояние дорожного движения, использовались снимки перекрестков (рис. 4).

Кроме планировочных параметров были определены и другие данные, такие как: движение по улицам двухстороннее, по одной полосе в каждом направлении; на поворотах имеются искусственные сооружения, не обеспечивающие нормальную видимость; дорожное покрытие имеет выбоины, влияющие на скорость движения транспорта; на перекрестке отсутствуют пешеходные переходы (горизонтальная разметка, дорожные знаки), пешеходные переходы – нерегулируемые.



а)

б)

Рисунок 4 – Перекрестки города Кызыл-Кия: а) улиц У. Асаналиева и 60 лет Киргизии, б) улиц Молодежная и 20 лет Независимости

Для определения задержек транспортных средств на перекрестках проводились хронометражные наблюдения с регистрацией продолжительности остановки каждого остановившегося и проехавшего через перекресток без остановки транспортного средства. Результаты замеров по каждому направлению заносились в составленные заранее протоколы (табл. 3).

Определить среднюю задержку автомобиля в данном направлении перекрестка для остановившихся и проехавших транспортных средств можно определить по формулам

$$t\Delta_j = \frac{\delta \cdot n_{ст}}{n_{ост}}, \quad t\Delta_j = \frac{\delta \cdot n_{ст}}{n_{пр}}, \quad (7)$$

где δ – периоды времени, с; $n_{ст}$ – число транспортных средств, стоящих на данном подходе к перекрестку по 15-секундным периодам; $n_{ост}$ – число транспортных средств, остановившихся за данный период;

n_{np} – число транспортных средств, проследовавших через перекресток без остановок за определенный период.

Таблица 3 – Протокол измерения продолжительности задержек на перекрестке улиц У. Асаналиева и 60 лет Киргизии (направление В)

Время наблюдения, ч, мин	Запись первого наблюдателя				Запись второго наблюдателя	
	число стоящих автомобилей в для периодов δ				число остановившихся автомобилей	число автомобилей, проехавших без остановок
	0-15	15-30	30-45	45-60		
12.20 (1-я мин)	3	2	4	2	6	13
12.21 (2-я мин)	4	4	3	5	9	15
12.22 (3-я мин)	3	-	5	2	5	16
12.23 (4-я мин)	4	11	10	12	8	19
12.24 (5-я мин)	9	8	10	8	9	11
Сумма	$n_{ст}=109$				$n_{ост}=37$	$n_{np}=74$

Условная задержка на перекрестке в направлении В составила для одного остановившегося транспортного средства – 44,2 с, для проехавшего – 14,7 с. Из определения времени задержек транспортных средств на перекрестках было установлено, что наибольшее время тратится на второстепенных дорогах.

На основании имеющихся протоколов хронометражных наблюдений интенсивности движения определяется приведенная интенсивность движения транспортных средств по формуле

$$N_{np} = N_{л}K_{л} + N_{гр}K_{гр} + N_{авт}K_{авт} + N_{ант}K_{ант}, \tag{8}$$

где $N_{л}$, $N_{гр}$, $N_{авт}$ – соответственно интенсивность движения легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов в данном направлении за час в физических единицах, авт./ч; $K_{л}$, $K_{гр}$, $K_{авт}$ – соответственно коэффициенты приведения легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов к легковому автомобилю.

Подставляя численные значения для определения приведенной интенсивности по направлению (АВ), получаем:

$$N_{1\ np} = 59 \cdot 1 + 6 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,5 = 73 \text{ ед./ч.}$$

Таким же способом определяется приведенная интенсивность движения транспортных потоков для других направлений и заносится в табл. 4.

Таблица 4 – Приведенная интенсивность транспортных потоков на перекрестке улиц У. Асаналиева и 60 лет Киргизии

Тип транспортного средства	Результаты наблюдений по направлениям					
	второстепенная дорога, направление В		главная дорога, направление Б		главная дорога, направление А	
	ВА	ВБ	БА	БВ	АБ	АВ
Легковые	194	159	65	184	59	41
Грузовые	19	5	4	12	6	3
Автобусы	8	4	3	4	2	2
Приведенная интенсивность движения, ед./ч	242,5	176,5	78,5	212	73	50,5

Используя результаты табл. 4, построена условная картограмма приведенной интенсивности движения транспортных средств на перекрестке (рис. 5).

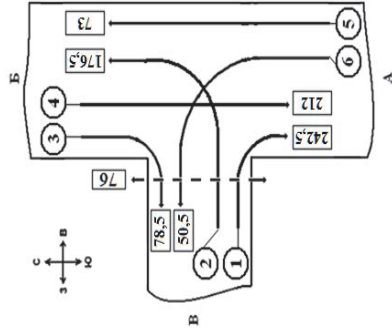


Рисунок 5 – Условная картограмма интенсивности движения транспортных средств (перекресток улиц У. Асаналиева и 60 лет Киргизии)

Анализ картограммы интенсивности движения указывает на необходимость введения двух фаз регулирования с пропуском: в 1-ой фазе транспортных потоков, следующих в направлениях АБ, АВ, БА и БВ (рис. 7), во 2-ой фазе – в направлениях ВА и ВБ. Увеличение фаз регулирования ведет к увеличению неоправданных задержек транспортных средств на перекрестке, поэтому необходимо стремиться к их снижению.

Для более эффективного использования ширины проезжей части на перекрестке, в направлениях АБ и БА (ширина проезжей части 13,5 м) необходимо организовать движение в 2 ряда в каждом направлении при ширине полос движения 3,3 м с нанесением горизонтальной разметки направлений движения (выделение полос движения).

С введением светофорного регулирования снижаются задержки на перекрестке, а также возможное число столкновений.

Решение проблемы снижения аварийности можно осуществить построением модели множественной регрессии, для ее составления было рассмотрено четырнадцать факторов, которые могут влиять на введение светофорного объекта. После анализа была сделана выборка и оставлено десять факторов для более детального анализа. Выбор факторов проводился на основе статистического анализа с помощью коэффициентов парной корреляции.

Используя возможности табличного редактора «Microsoft Excel», построена точечная диаграмма зависимости показателя, характеризующего введение светофора от наиболее значимых факторов. Затем подбирается линия тренда, наиболее точно проходящая через скопление точек и соответственно лучше описывающая зависимость между фактором и результирующим показателем.

На рис. 6 представлены диаграммы рассеяния и линии трендов линейных зависимостей показателя, характеризующего необходимость введения светофора от интенсивности движения, скорости движения и процентного соотношения количества работающих фонарей.

По статистическим данным строится многофакторная математическая модель зависимости светофорного объекта от выбранных факторов, в которой фактор (у) связан с n-ым количеством факторов (x_1, \dots, x_n) неизвестной истинной зависимостью, тогда первоначальная модель будет иметь обобщенную формулу следующего вида:

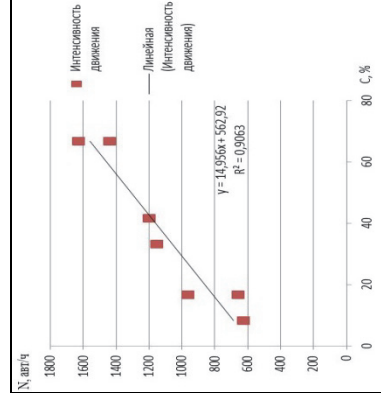
$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n + u,$$

где α – постоянная величина; β_i – постоянная величина независимой переменной; u – случайное число.

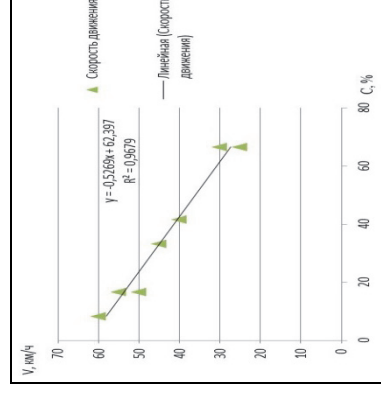
Анализ данных проводился с помощью программ «Microsoft Excel» и «STATISTICA», были произведены расчеты (табл. 5) для построения математической модели:

$$C = 103,7670 + 1,1708\Phi - 0,0407N - 1,3011V, \quad (9)$$

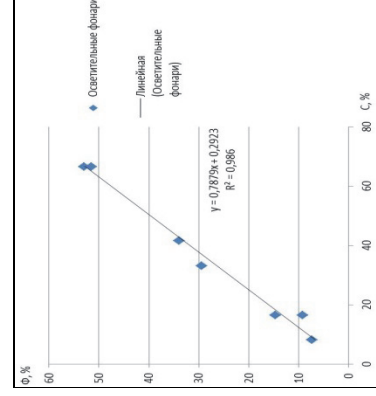
где С – показатель, характеризующий необходимость введения светофора на перекрестке; Φ – количество работающих фонарей, %; N – интенсивность движения транспортных средств, ед/ч; V – скорость движения транспортных средств, км/ч.



а)



б)



в)

Рисунок 6 – Графики зависимостей введения светофорного объекта:

- а) от интенсивности движения,
- б) от скорости движения,
- в) % соотношения количества работающих фонарей к общему количеству

Статистический анализ модели показал, что коэффициент корреляции равен 0,999 и коэффициент детерминации – 0,999, то есть имеет место высокая надежность построения модели. Это говорит о том, что уравнение хорошо описывает существующую зависимость светофорного объекта от факторов, влияющих на его введение.

Таблица 5 – Результаты расчетов множественной регрессии

Наблюдений 7	Итоги регрессии для зависимой переменной: Светофор R= 0,99974199 R2=0,99948405 Скоррек- тир.R2=0,99896811 F(3,3)=1937,2 p< 0,00002 Стандарт- ная ошибка оценки: 0,76878			
		Коэффициенты	Стандартная ошибка	Критерий, t
	Свободный член	103,7670	13,40640	7,74011
	Работающие фонари, %	1,1708	0,10028	11,67550
	Интенсивность дви- жения, авт/ч	-0,0407	0,00474	-8,58046
Скорость движения, км/ч	-1,3011	0,18621	-6,98766	

На основе выведенной математической модели были построены гистограммы факторов, влияющих на введение светофорного объекта.

Из рис. 7, а видно, что с увеличением интенсивности дорожного движения возрастает вероятность обоснованного введения светофорного регулирования, со снижением интенсивности движения необходимость введения снижается. Представленная гистограмма рис. 7, б описывает изменение скорости движения на необходимость введения светофорного объекта.

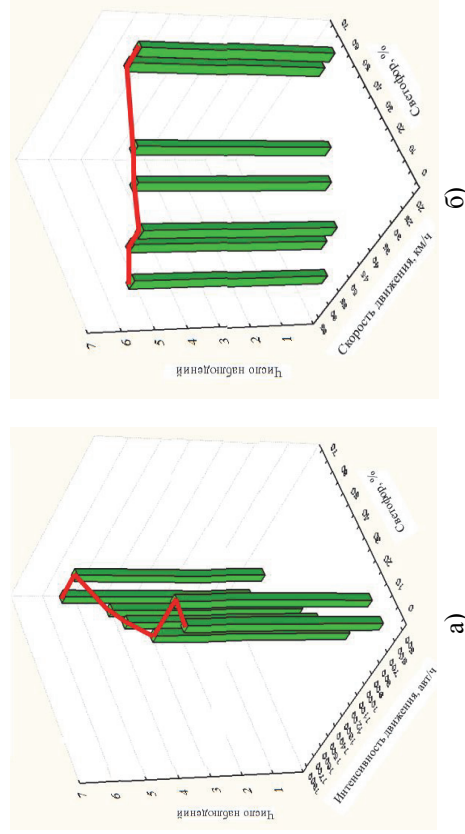


Рисунок 7 - Гистограммы зависимостей: а) от интенсивности движения и светофорного объекта, б) от скорости движения и светофорного объекта

Введение светофорного объекта считается одним из методов снижения аварийности, как и искусственное освещение (осветительные фонари) цель у них одна – снижение аварийности, а значит, они взаимосвязаны. С ухудшением освещения перекрестков, и, учитывая состояние, сложившееся с освещением в г. Кызыл-Кия, необходимость введения светофорного объекта становится более актуальным.

Показано, что годовой экономический эффект от внедрения работы составляет свыше 15800 сом. Учитывая то, что коэффициент эффективности для объектов, используемых для организации движения, равен 0,3, то в этом случае срок окупаемости составит 3,3 года.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В результате выполненных исследований решена задача по снижению аварийности и неоправданных задержек на перекрестках улично-дорожной сети города Кызыл-Кия с применением технических средств регулирования.

По результатам диссертационной работы можно сделать выводы:

1. Установлено, что во многих городах республики, особенно в малых, имеются недостатки в организации дорожного движения, из-за чего наблюдается увеличение числа дорожно-транспортных происшествий с чреватыми последствиями. Одна из причин этого явления – отсутствие научно-обоснованного подхода и методических рекомендаций по снижению аварийности, как на дорогах города, так и на перекрестках.
2. Рациональным и перспективным направлением в совершенствовании дорожного движения является применение современных технических средств, отвечающих требованиям города. Из-за сложности взаимосвязи между отдельными структурами в обеспечении безопасности движения, невозможно решением одной поставленной задачи, достичь полного успеха. В этой связи необходимо решить одну из проблемных задач повышающих безопасность движения, это снижение аварийности на перекрестках, неоправданных задержек транспортных и пешеходных потоков. Тем самым увеличивая пропускную способность перекрестков, которые впоследствии дадут положительный результат в передвижении индивидуального и общественного транспорта по городу.

3. На основе системного подхода разработаны методы совершенствования организации дорожного движения, с помощью снижения времени и количества задержек и аварий на перекрестках, обеспечивающих

условия по бесконфликтному передвижению по городу для удовлетворения потребностей народного хозяйства и населения.

4. Показано, что внедрение результатов исследования позволяет увеличить пропускную способность со стороны второстепенной дороги за счет снижения задержек транспортных средств на перекрестке в одном цикле регулирования на 20...30 секунд.

5. Разработка и внедрение теоретических принципов введения светофорного регулирования на аварийно-опасных перекрестках города Кызыл-Кия приводит к более рациональной организации движения, которые использовались при совершенствовании организации дорожного движения на перекрестках улиц У. Асаналиева и 60 лет Киргизии; улиц Молодежная и 20 лет Независимости.

6. Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработки на перекрестке улиц У. Асаналиева и 60 лет Киргизии за год составил 15831,04 сом, срок окупаемости 3,3 года.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ

1. Машиев, И.А. Причины увеличения аварийности на автодорогах Кыргызстана и мероприятия по их снижению [Текст] / И.А. Машиев, А.С. Сабилов, М.К. Мурзаханов // Известия КГТУ, №12. – Бишкек: КГТУ, 2007. – С. 61–64.

2. Машиев, И.А. Влияние дорожных условий и аварийность на автодорогах Кыргызской Республики [Текст] / И.А. Машиев, А.С. Сабилов, М.К. Мурзаханов // Известия КГТУ, №12. – Бишкек: КГТУ, 2007. – С. 65–68.

3. Машиев, И.А. Дорожные условия, влияющие на аварийность города Кызыл-Кия [Текст] / И.А. Машиев // Материалы 51 – юбилейной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Научный потенциал молодежи – будущее Кыргызстана». – Бишкек: КГТУ, 2009. – С. 421–424.

4. Машиев, И.А. Влияние дорожных условий на аварийность г. Кызыл-Кия [Текст] / И.А. Машиев // Материалы IV международной конференции «Горное, нефтяное, геологическое, геоэкологическое и инженерное образование в XXI веке». – Москва: РУДН, 2009. – С. 105–108.

5. Машиев, И.А. Причины роста аварийности в Южном регионе Республики [Текст] / И.А. Машиев // Материалы IV международной кон-

ференции «Горное, нефтяное, геологическое, геоэкологическое и инженерное образование в XXI веке». – Москва: РУДН, 2009. – С. 108–111.

6. Машиев, И.А. Меры по обеспечению безопасности движения в зимних условиях [Текст] / И.А. Машиев // Материалы 6-конференции молодых ученых и студентов «Горнодобывающая промышленность, проблемы и перспективы развития». – Кызылкия, 2010. – С. 55–58.

7. Машиев, И.А. Оптимизация параметров улично-дорожной сети [Текст] / И.А. Машиев // Наука и новые технологии, №9. – Бишкек, 2012. – С. 11–15.

8. Машиев, И.А. Роль автотранспорта в освоении горнорудных объектов юга Кыргызстана [Текст] / Т.Ы. Маткеримов, И.А. Машиев // Материалы VI международной конференции «Горное, нефтяное, геологическое, геоэкологическое и инженерное образование в XXI веке». – Бишкек, 2012. – С. 164–166.

9. Машиев, И.А. Автомобильные дороги и аварийность в Кыргызстане [Текст] / Т.Ы. Маткеримов, Ш.С. Алиев, И.А. Машиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы в архитектуре, строительстве и на транспорте». – Худжанд, 2012. – С. 252–258.

10. Машиев, И.А. Влияние аварийности на перевозочный процесс [Текст] / И.А. Машиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы в архитектуре, строительстве и на транспорте». – Худжанд, 2012. – С. 262–267.

11. Машиев, И.А. Модель целесообразности введения светофорного объекта на перекрестках города [Текст] / Т.Ы. Маткеримов, И.А. Машиев, А.Р. Абдукаюмова // Наука, образование, техника, №1. – Ош: КУУ, 2013. – С. 60–62.

12. Машиев, И.А. Анализ исследований дорожного движения по г. Кызыл-Кия [Текст] / И.А. Машиев // Наука, образование, техника, №1. – Ош: КУУ, 2013. – С. 62–64.

13. Машиев, И.А. Аварийность г. Кызыл-Кия и пути к их снижению [Текст] / Т.Ы. Маткеримов, А.О. Абидов, И.А. Машиев // Известия ОшТУ, №1. – Ош: ОшТУ, 2013. – С. 25–30.

14. Машиев, И.А. Повышение качества преподавания путем исследования дорожного движения и аварийности г. Кызыл-Кия [Текст] / Т.Ы. Маткеримов, И.А. Машиев // Материалы VII Международной конференции, посвященной 80-летию КГТК им. Т. Кулагова «Горное, нефтяное, геологическое и геоэкологическое инженерное образование в XXI веке». – Москва: РУДН, 2013. – С. 49–51.

15. Машиев, И.А. Методические вопросы подготовки учащихся к водительскому мастерству [Текст] / Ч.М. Ажибекова, И.А. Машиев, А. Арзыбеков, Т.М. Абдулкасымов // Материалы VII Международной конференции, посвященной 80-летию КГТУ им. Т. Кулатова «Горное, нефтяное, геологическое и геоэкологическое инженерное образование в XXI веке». – Москва: РУДН, 2013. – С. 53–54.
16. Машиев, И.А. Технические средства обучения и средства подготовки [Текст] / Ч.М. Ажибекова, И.А. Машиев // Материалы VII Международной конференции, посвященной 80-летию КГТУ им. Т. Кулатова «Горное, нефтяное, геологическое и геоэкологическое инженерное образование в XXI веке». – Москва: РУДН, 2013. – С. 71–72.
17. Машиев, И.А. Применение в учебном процессе исследований движения через перекрестки города [Текст] / И.А. Машиев // Материалы VII Международной конференции, посвященной 80-летию КГТУ им. Т. Кулатова «Горное, нефтяное, геологическое и геоэкологическое инженерное образование в XXI веке». – Москва: РУДН, 2013. – С. 112–114.
18. Машиев, И.А. Дорожное движение и его проблемы [Текст] / И.А. Машиев // Научно-технический журнал Ферганского политехнического института, №3. – Фергана: ФерПИ, 2013. – С. 115–120.
19. Машиев, И.А. Факторы, влияющие на безопасность движения [Текст] / И.А. Машиев // Известия КГТУ, №30. – Бишкек: КГТУ, 2013.
20. Машиев, И.А. Светофорное регулирование и её значимость в дорожном движении [Текст] / Т.Ы. Маткеримов, И.А. Машиев // Известия КГТУ, №30. – Бишкек: КГТУ, 2013.

Машиев Исманали Аскаралиевичтин “Баткен областынын (Кызыл-Кыя шаарынын мисалында) жол кыймылын уюштуруусун өркүндөтүү” аттуу темадагы 05.22.10 – автомобиль унаасын колдонуу адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуу-лук даражасын изденүүгө диссертациясынын
КЫСКАЧА МАЗМУНУ

Ачыч сөздөр: жол кырсыктарын талдоо, ургалдуулугу интенсивдүүлүгү, татаалдык даражасы, кармалуу, светофордук объект, жөнгө салуу мерчими, каныккандык агымы, өткөрүү жөдөмдүүлүгү, кыймылды уюштуруу.

Изилдөө объекти: бир деңгээлде кесилишкен көчөлөрдө унаа агымынын кыймылынын шарттары.

Иштин максаты: Баткен областындагы (Кызыл-Кыя шаарындагы) жол кыймылын уюштурууну жакшыртуу үчүн негизиз кармалууну жана кырсыктарды томондотүү.

Изилдөө ыкмалары жана аппаратурасы: байкоочуну атайын эсептөө бланкалары менен жана электр эсептөөчү, секундомерди, (Blackbox DVR FHD 1080P) видеорегистраторлуу автомобилди, жана фото, видео аппаратураны колдонуу менен ошондой эле натурдук изилдөөлөрдүн жардамы менен Кызыл-Кыя шаарынын унаа агымынын кыймылынын шарттарына байкоо жүргүзүү.

Шаардын автомобилдик паркынын өсүү жана жол кырсыктарынын көрсөткүчтөрүнө байкоолорду жана статистикалык маалыматтарды иштеп чыгуу.

Алган натыйжалар жана алардын жаңылыгы: сунушталган иш чаралар көчө кесилиштеринде өткөрүү жөдөмдүүлүгүн жогорулатууга жана унаа каражаттарынын кармалуусун кыскартууга мүмкүндүк берет; көрсөтүлгөн иш чаралар шаардын көчө кесилиштеринде жол кырсыктарын кыскартууга мүмкүндүк берет;

Пайдалануу даражасы: алган натыйжалар Кызыл-Кыя шаарынын бир деңгээлде кесилишкен көчөлөрүндө жайылтылган, окуу жараянында дипломдук жана курстук долбоорлоодо, эсеп-графикалык жана практикалык иштерде пайдаланылат.

Колдонуу жааты: жол кыймылын уюштуруу.

РЕЗЮМЕ

диссертации Машиева Исманали Аскаралиевича на тему: «Совершенствование организации дорожного движения в Баткенской области (на примере г. Кызыл-Кия)» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 – эксплуатация автомобильного транспорта

Ключевые слова: анализ аварийности, интенсивность движения, степень сложности, задержка, светофорный объект, цикл регулирования, поток насыщения, пропускная способность, организация движения.

Объект исследования: условия движения транспортных потоков на пересечениях улиц в одном уровне.

Цель работы: улучшение организации дорожного движения в Баткенской области (г. Кызыл-Кия) для снижения неоправданных задержек и аварий.

Методы исследования и аппаратура: наблюдения за условиями движения транспортных потоков в г. Кызыл-Кия проводились с помощью натурных исследований, при использовании фото и видео аппаратуры, а также автомобиля с видеорегистратором (Blackbox DVR FHD 1080P), секундомера, электрических счетчиков подсчета интенсивности движения.

Обработка результатов проводилась методами статистического анализа и наблюдений показателей аварийности и роста автомобильного парка города.

Полученные результаты и их новизна: предложенные мероприятия позволят снизить задержки, и увеличить пропускную способность на перекрестках; представленные мероприятия позволят снизить на перекрестках города количество дорожно-транспортных происшествий.

Степень использования: полученные результаты внедрены в систему организации дорожного движения на городских перекрестках в одном уровне города Кызыл-Кия, используются в учебном процессе при выполнении практических и расчетно-графических работ, курсовом и дипломном проектировании.

Область применения: организация дорожного движения.

SUMMARY

Mashieva Ismanali Askaralievicha dissertation on the topic: "Improving traffic management in the Batken region (for example, Kyzyl-Kiya)" for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.22.10 – operation of motor transport.

Keywords: analysis of accident, traffic intensity, degree of difficulty, delay, traffic lights, cycle control, saturation flux, bandwidth, traffic organization.

Object of study: traffic flow conditions at the intersections of streets in one level.

Objective: To improve traffic management in the Batken region (Kyzyl-Kiya) to reduce unnecessary delays and accidents.

Research Methods and apparatus: observation of traffic flow conditions in Kyzyl -Kiya using in situ investigations, as well as using photo and video equipment, use of a car with DVR (Blackbox DVR FHD 1080P), stopwatch, electric meters for traffic counting .

Analysis was performed using methods of statistical analysis and observations in the accident and the vehicle fleet growth of the city.

The results obtained and their novelty: the proposed activities will reduce delays and increase capacity at intersections; presented measures will reduce the city at the crossroads of the number of traffic accidents.

Extent of use: results implemented in traffic management in the urban intersections in the same level of Kyzyl-Kiya, are used in the learning process when the practical and computational graphic works, course and diploma design.

Scope: traffic management .



Подписано в печать 07.03.14. Формат 60×84^{1/16}
Офсетная печать. Объем 1,5 п.л.
Тираж 100 экз. Заказ 339.

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Горького, 2