

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт

Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ
по дисциплине

«ТЕХНИЧЕСКИЕ
СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ»

Направление подготовки:
190700 – Технология транспортных процессов
Профиль подготовки:
Организация и безопасность движения

Форма обучения: *заочная*

Тула - 2012

Содержание

Введение	3
1. Цель и задачи выполнения контрольной работы	4
2. Основные требования к контрольной работе	4
2.1. Тематика контрольной работы	4
2.2. Исходные данные к контрольной работе	5
2.3. Задание на контрольную работу	7
2.4. Объём контрольной работы	8
3. Методические указания по выполнению контрольной работы	8
3.1. План построения и содержания разделов пояснительной записки	8
3.2. Методические указания по выполнению контрольной работы	9
3.3. Оформление пояснительной записки контрольной работы	21
Библиографический список	22

Введение

В системе мер по обеспечению безопасности дорожного движения значительная мера принадлежит надзору за дорожными условиями и организации дорожного движения (ОДД). По мере насыщения улично-дорожной сети (УДС) транспортными средствами, роста числа конфликтов между участниками движения, всё шире становится арсенал средств организации движения.

В настоящее время инженер дорожного движения имеет в своём распоряжении примерно 170 разновидностей технических средств организации движения на перекрёстке, применение которых регламентируется требованиями около 300 статей нормативных документов.

Особую сторону приобретает задача рациональной организации движения на пересечении улиц и дорог, где наиболее сильно проявляется влияние технических средств ОДД, и переплетаются зоны действий их предписаний. Можно выделить следующие этапы работ:

- анализ планировочных способностей перекрёстка, статистики и причин ДТП в их зоне;
- обследование транспортных и пешеходных потоков на перекрёстке;
- выбор метода организации дорожного движения с учётом особенности его организации на прилегающих элементах дорожной сети;
- выбор технических средств для реализации данного метода ОДД (в случае необходимости выбор режимов регулирования светофорного объекта);
- размещение технических средств организации дорожного движения в зоне перекрёстка;
- подготовка предложений по реконструктивным мероприятиям.

От выбора комплексов технических средств ОДД и правильности их размещения в зоне перекрёстка в значительной мере зависит эффективность организации движения в целом. В конечном случае водитель воспринимает информацию о допустимых направлениях движения и приоритете проезда на конкретном перекрёстке только посредством соответствующих технических средств ОДД.

Практика показывает, что для организатора движения наличие стандарта на применение технических средств ОДД (ГОСТ Р 52289-2004) недостаточно. Его статьи направлены не на условия использования технических средств, а на их назначение.

Выполнение контрольной работы по расчету и размещению технических средств ОДД на перекрёстках различной конфигурации иллюстрируют особенности комплексного применения средств ОДД и способствуют лучшему пониманию основного материала изучаемой дисциплины.

1. Цель и задачи выполнения контрольной работы

Целью выполнения контрольной работы является закрепление студентами знаний, полученных в лекционном курсе “Технические средства организации движения”, посредством выполнения расчёта режимов работы светофоров при регулировании движения транспортных средств на перекрёстке. Контрольная работа способствует развитию у студента навыков выполнения самостоятельной работы при проведении инженерных расчётов режимов работы светофоров, грамотного оформления работы с использованием нормативных документов, технической документации и специальной литературы.

Содержанием контрольной работы является расчет режимов работы светофоров и совершенствование организации дорожного движения на реальном участке улично-дорожной сети.

Особое внимание уделяется разработке альтернативных вариантов технических решений и их оценке по существующим критериям эффективности.

Задачами контрольной работы являются:

- проведение студентом самостоятельных натуральных наблюдений;
- оценка целесообразности существующей схемы ОДД;
- разработка и обоснование вариантов новых решений ОДД на рассматриваемом объекте или по заданию руководителя курсовой работы.
- выбор и размещение на объекте необходимых технических средств, обеспечивающих реализацию предложенных вариантов ОДД;
- выполнение необходимых расчётных и графических работ;
- заключение о преимуществах новой системы ОДД (разработанной студентом) по сравнению с существующей.

По полученным расчётным данным необходимо построить график режима работы светофорной сигнализации и картограмму интенсивности транспортных и пешеходных потоков.

2. Основные требования к контрольной работе

Конкретное содержание контрольной работы может определяться тематикой научной работы студента, предложением со стороны ГИБДД или же представлять собой разработку отдельных частей предстоящего дипломного проекта.

2.1. Тематика контрольной работы

Тематикой контрольной работы является организация движения на реальном (по предложению руководителя работы или работников ГИБДД) объекте улично-дорожной сети города или участке автомобильной дороги. Такими объектами или участками могут быть: перекрёсток, площадь, пешеходный

переход, остановочный пункт маршрутного пассажирского транспорта, пешеходная или жилая зона, автомобильная стоянка, примыкание на автомобильной дороге и т.п.

Признаком неудачной ОДД при выборе объекта могут быть: заторы в движении, большое количество конфликтных точек или наличие опасных конфликтов, беспорядочный переход пешеходами проезжей части, неудачное расположение остановочных пунктов, отсутствие организованных стоянок транспортных средств, поворачивающие налево методом “просачивания” автомобили, мешающие прямому движению и т.п.

В контрольной работе по изучаемой дисциплине предусматривается выполнение расчета светофорного регулирования на основе заданных данных о транспортных и пешеходных потоках. Задание предусматривает перечень вопросов, подлежащих проработке, библиографический список рекомендуемой нормативной и специальной литературы. Задание выдается преподавателем и подписывается студентом и преподавателем.

2.2. Исходные данные к контрольной работе

В контрольной работе рассматриваются: организация и расчёт режима работы светофорной сигнализации на перекрёстке (рис. 1) с разработкой схемы ОДД. В контрольной работе план перекрестка в масштабе вычерчивается свой, с учетом данных табл. 1.

В качестве **исходных данных** задаются:

- ширина проезжих частей на улицах горизонтальной и вертикальной, образующих перекрёсток (см. рис.1 и табл.1);
- необходимое число полос движения студент определяет самостоятельно в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51256-99 «ТСОДД. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования»;
- радиусы закругления тротуаров во всех случаях - 12 м;
- состав потока и интенсивность движения по направлениям представлены соответственно в таблицах 2 и 3;
- наличие боковых или центральных разделительных полос оговаривается в табл.1 в разделе “Примечания”;
- скорость движения автомобиля через перекрёсток с ходу (без торможения и разгона) в прямом направлении - 50 км/ч, при поворотах направо или налево - 25 км/ч;
- скорость пешехода – 1,3 м/с;
- замедление автомобиля при остановке на запрещающий сигнал - 4 м/с^2
- средняя длина автомобиля - 5 м;
- из двух пересекающихся улиц главной считается та, по которой проходит поток большей интенсивности, а при примерно одинаковых интенсивностях на пересекающихся улицах - улица с более широкой проезжей частью;
- условие движения средние (поправочный коэффициент равен 1,0).

Вариант задания по таблицам 1, 2 и 3 устанавливается преподавателем.

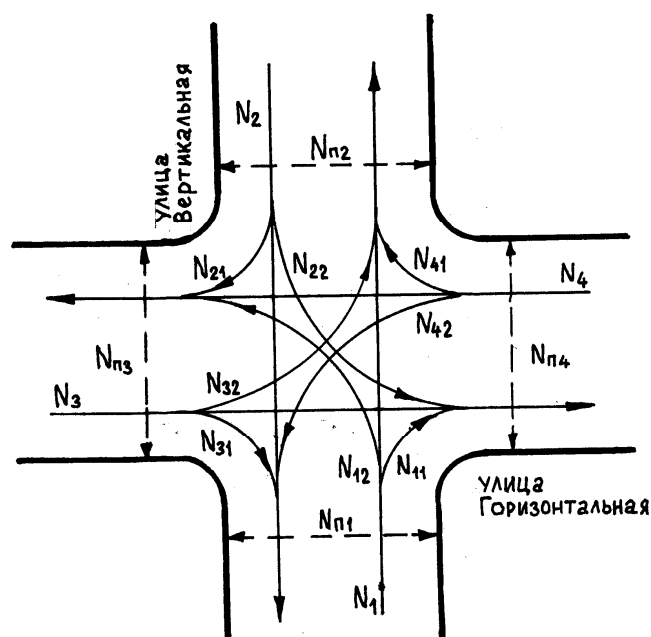


Рис. 1. План перекрёстка с обозначением транспортных и пешеходных потоков (пешеходные потоки показаны прерывистой линией)

Таблица 1

Характеристика проезжих частей улиц

Вариант задания	Ширина проезжих частей, м		Примечание
	по Вертикальной улице	по Горизонтальной улице	
0, 1	15	11	-
2, 3	22	14	-
4, 5	15	15	-
6, 7	22	22	Имеются центральные разделительные полосы шириной 3 м
8, 9	28	28	Имеются боковые разделительные полосы шириной 5 м

Таблица 2

Процентный состав транспортного потока

Вариант задания	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы	Автопоезда
0, 1	90	7	3	-
2, 3	80	15	5	-
4, 5	70	20	5	5
6, 7	60	35	3	2
8, 9	50	45	-	5

Таблица 3

Интенсивность транспортных и пешеходных потоков

Вариант задания	0,1	2,3	4,5	6,7	8,9
N_1	650	350	720	610	280
N_{11}	50	20	300	30	40
N_{12}	130	140	20	120	50
N_2	720	620	350	320	720
N_{21}	70	20	40	20	100
N_{22}	100	100	120	100	140
N_3	520	400	350	250	520
N_{31}	20	90	50	40	120
N_{32}	70	100	50	50	60
N_4	360	360	400	350	320
N_{41}	60	50	50	50	20
N_{42}	50	110	50	40	100
$N_{п1}$	400	350	500	450	400
$N_{п2}$	350	400	600	300	350
$N_{п3}$	800	1200	350	1800	1200
$N_{п4}$	700	1800	280	1200	900

Примечание: обозначения приведены на рис.1; интенсивность транспортных потоков даны в физических единицах (авт. / ч), пешеходных потоков – чел./ч.

2.3. Задание по выполнению контрольной работы

Контрольная работа предусматривает выполнение следующих заданий:

1. На основе исходных данных, зная состав транспортного потока (табл. 2), выразить интенсивность в приведённых единицах.

2. Построить картограмму интенсивности транспортных и пешеходных потоков.

3. На основе картограммы, с учётом числа полос движения и рекомендации по пофазному разъезду транспортных средств, разработать организацию движения на перекрёстке.

4. Выполнить расчёты по определению режима работы светофорной сигнализации (число фаз, порядок разъезда транспортных средств, потоки насыщения, фазовые коэффициенты, длительность цикла и основных тактов регулирования)

5. Определить степень насыщения направлений движения и средневзвешенную задержку транспортных средств на перекрёстке.

6. Дать краткое заключение об оптимальности выбранной схемы ОДД с точки зрения повышения пропускной способности перекрёстка.

2.4. Объем контрольной работы

Объем пояснительной записки должен составлять 18...25 страниц текста, набранного на ПЭВМ. Номер страницы проставляется в правом верхнем углу арабскими цифрами.

Графическая часть работы (итоговый график режима работы светофоров) выполняется на листе белой бумаги формата А-4 в **цветном исполнении** в виде приложения в конце пояснительной записки.

3. Методические указания по выполнению контрольной работы

3.1. План построения и содержание разделов пояснительной записки

Первой страницей записки является титульный лист, затем следует **задание** на выполнение работы, **содержание, введение, разделы записки, библиографический список, приложения.**

Введение должно быть кратким и отражать цель и задачи работы, место светофорного регулирования в общей системе организации ДД.

Содержание является перечнем всех разделов и подразделов записки с указанием соответствующего номера страницы, с которой начинается раздел или подраздел. Каждый раздел (кроме введения, библиографического списка и приложения) имеет свой порядковый номер, обозначается арабской цифрой. Подраздел также имеет порядковый номер, который указывается после номера раздела через точку.

Примерное содержание основных разделов и подразделов работы.

Введение.

1. Анализ исходных данных для контрольной работы.

1.1. Геометрическая характеристика рассматриваемого перекрестка (в масштабе). Построение картограммы интенсивности движения потоков.

1.2. Вариант исходных данных (данные табл. 1, 2, 3 и п. 2.2).

(План перекрестка с учетом наличия центральных и боковых разделительных полос, см. табл.1).

1.3. Обоснование и выбор структуры светофорного цикла.

1.4. Представить состав потока и интенсивность движения.

1.5. Схема и анализ конфликтных точек своего перекрестка с учетом выбранной схемы и наличия разделительных полос.

1.6. Характеристика применяемых технических средств организации дорожного движения.

1.7. Анализ картограммы интенсивности движения транспортных потоков на перекрестке.

2. Расчет светофорного цикла на перекрестке.

- 2.1. Определение фаз движения на перекрестке.
- 2.2. Расчёт потоков насыщения.
- 2.3. Расчет фазовых коэффициентов.
- 2.3. Определение длительности промежуточного такта.
- 2.4. Определение длительности цикла и основных тактов регулирования (Представить схему для расчета величины t_{ni} в формуле (6)).

3. Разработка и построение графика работы светофорной сигнализации (график включения сигналов, график фазовых коэффициентов, график включения сигналов светофора при пофазном разъезде транспортных средств), учитывая, что время терпеливого ожидания пешеходов на перекрестке составляет не более 30 с.

4. План перекрестка с установленными ТСОДД (дорожная разметка, светофоры транспортные и пешеходные в плане).

5. Нарисовать пофазный разъезд транспортных средств с указанием конфликтных точек (если есть таковые).

6. Выводы и рекомендации.

Библиографический список используемой литературы.

3.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Состав транспортного потока характеризуется соотношением в нём транспортных средств различного типа. Он влияет на загрузку дорог (стеснённость движения), что объясняется, прежде всего, существенной разницей в габаритных размерах автомобилей. Если длина отечественных легковых автомобилей 4...5 м, грузовых 6...8, то длина автобусов достигает 11, а автопоездов достигает 24 м. Сочленённый автобус имеет длину 16,5 м.

При движении в транспортном потоке важен не только в статический, но и динамический габарит автомобиля, который зависит в основном от времени реакции водителя и тормозных качеств транспортных средств. Под динамическим габаритом L_d (рис. 2) подразумевается участок дороги, минимально необходимый для безопасного движения в потоке с заданной скоростью автомобиля, длина которого включает длину автомобиля l_a и дистанцию d , называемую дистанцией безопасности.

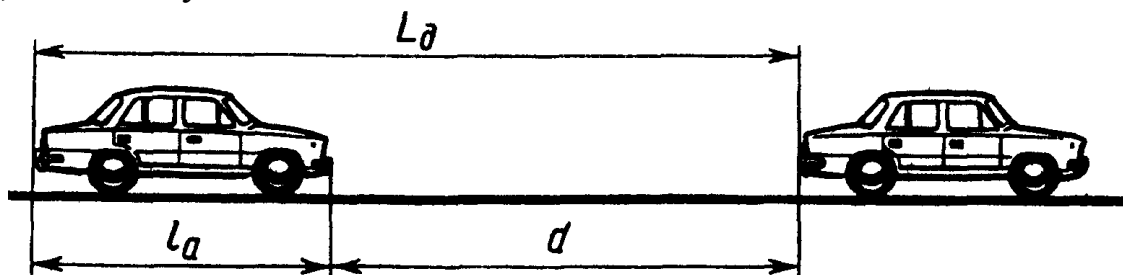


Рис. 2. Динамический габарит автомобиля в плотном транспортном потоке

Для того чтобы учесть в фактическом составе транспортного потока влияние на нагрузку дороги применяют коэффициенты приведения K_{np} к условному легковому автомобилю.

Для решения практических задач организации дорожного движения, особенно в городах, целесообразно использовать следующие значения K_{np} :

1. Легковые автомобили.....1,0
2. Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:
 - до 2.....1,5
 - свыше 2 до 5.....1,7
 - свыше 5 до 8.....2,0
 - свыше 8.....3,5
3. Автобусы.....2,5
4. Троллейбусы.....3,0
5. Сочленённые троллейбусы и автобусы.....4,0
6. Мотоциклы и мопеды.....0,5
7. Велосипеды.....0,3

Для автопоездов рекомендуется использовать следующие значения коэффициента в зависимости от грузоподъёмности транспортных средств (СНиП 2.05.02-85):

Грузоподъёмность автопоезда, т	до 12	свыше 12 до 20	свыше 20 до 30	свыше 30
Коэффициент K_{np}	3,5	4,0	5,0	6,0

С помощью коэффициента приведения можно получить показатель интенсивности движения в условных единицах, ед./ч,

$$N = \sum (N_i K_{npi}),$$

где N_i - интенсивность движения автомобилей данного типа (это число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени);

K_{npi} - соответствующие коэффициенты приведения для данной группы автомобилей;

n - число автомобилей, на которые разделены данные наблюдений.

Анализ конфликтных точек. Оценка потенциальной опасности тех или иных участков улично-дорожной сети производится по числу конфликтных точек. Их анализ позволяет также сравнить между собой различные варианты схем организации движения при камеральной проработке.

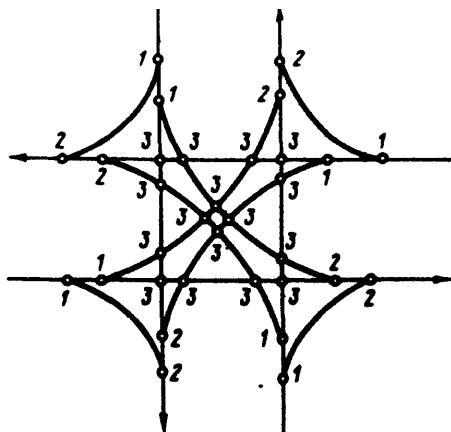


Рис. 3. Конфликтные точки на пересечении двухполосных дорог (в качестве примера):
1 - отклонения; 2 - слияния;
3 - пересечения
(В качестве примера)

Простейшая методика пятибалльной системы оценки узла исходит из того, что точка отклонения оценивается одним условным баллом, слияния - тремя и пересечения - пятью баллами. Сложность (условная опасность) любого пересечения

$$m = n_0 + 3n_c + 5n_{II},$$

где число n_0 , n_c , n_{II} , - число точек соответственно отклонения, слияния и пересечения.

Рассматриваемое типичное пересечение имеет обычно условный показатель сложности 112 баллов.

Принято считать узел (перекрёсток) малой сложности (простым) при $m < 40$, средней сложности при $m = 40 \dots 80$, сложным при $m = 80 \dots 150$ и очень сложным при $m > 150$.

На четырёхстороннем перекрёстке дорог со всеми разрешенными маневрами для односторонних потоков транспортных средств встречного направления можно выявить до 32 типичные конфликтные точки.

При описании применяемых технических средств организации движения следует руководствоваться требованиями нормативных документов [11, 13, 14, 15].

Картограмма строится для комплексного анализа интенсивностей движения транспортных средств и пешеходных потоков. Картограмма – это условный рисунок (рис. 4), на котором стрелками указаны существующие на данном перекрестке направления движения транспортных средств и пешеходов.

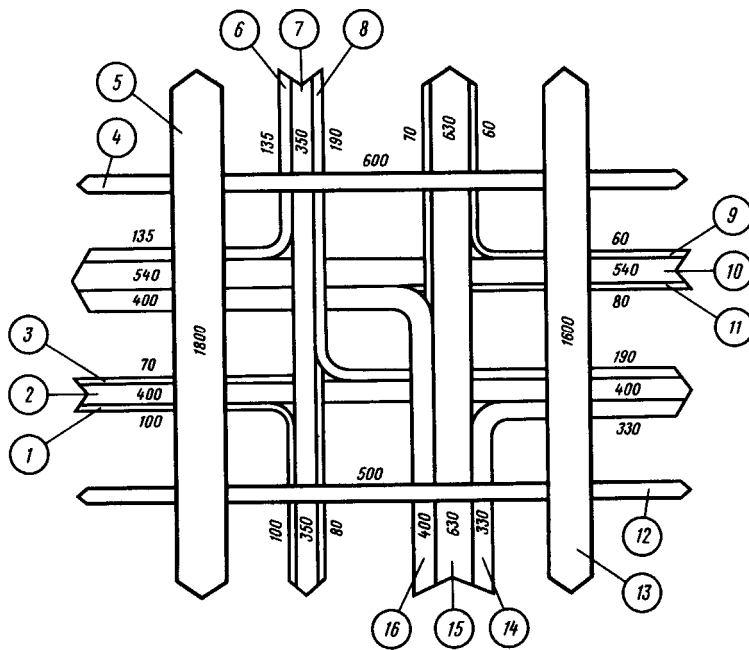


Рис. 4. Картограмма интенсивности транспортных (ед./ч) и пешеходных (чел./ч) потоков (в кружках даны порядковые номера потоков) (в качестве примера)

Ширина стрелок примерно пропорциональна интенсивности движения. Направления пешеходов обозначаются буквой «П». На поле стрелки или рядом с ней пишутся числами интенсивности движения по направлениям. Если нет ограничений, то для транспортных средств существуют 12 направлений движения. Цифры в стрелках транспортных потоков означают интенсивность движения (см. табл. 3) приведенных транспортных средств (ед./ч).

Структура светофорного цикла выбирается исходя из обеспечения полной безопасности движения на перекрестке путем ликвидации всех конфликтных точек между транспортными, транспортными и пешеходными потоками. Однако в целях повышения пропускной способности перекрестка такие конфликты допускаются при следующих условиях. Суммарная интенсивность пешеходных потоков на одном переходе не превышает 900 чел./ч, а интенсивность транспортных лево- и правоповоротных потоков, конфликтующих с пешеходами, - не более 120 ед./ч. Левоповоротные потоки на перекрестке не превышают 120 ед./ч. При превышении этих величин вводится светофорный цикл с полностью пешеходной фазой. На основании выше приведенного анализа выбирается двух или трехфазный цикл регулирования движения.

В контрольной работе расчёт режима работы светофорной сигнализации рассматривается на пересечение двух улиц, условно названных Горизонтальной и Вертикальной.

После определения числа фаз и порядка разъезда транспортных средств рассчитывают потоки насыщения и фазовые коэффициенты для каждого направления в каждой фазе регулирования. Номера фаз и направлений движения обозначены соответствующими индексами. В расчетах для отличия индексов фаз от индексов направления последние заключены в скобки.

Расчет потоков насыщения. В период основного такта транспортные средства движутся в направлении, в котором включен разрешающий сигнал. При включении промежуточного такта интенсивность движения в сечении стоп-линии падает до нуля, и перед запрещающим сигналом светофора выстраивается очередь теоретически бесконечной длины. С включением зеленого сигнала очередь начинает разъезжаться с некоторой задержкой, которая связана с реакцией водителя на разрешающий сигнал и с разгоном транспортного средства. При этом интенсивность движения авт./ч в сечении стоп-линии постепенно нарастает и через некоторое время $t_{ст}$ достигает примерно постоянного значения, равного пропускной способности данного направления. Затем при включении желтого сигнала в следующей фазе падает до нуля также некоторое время t_p . За время прорыва t_p некоторые автомобили проезжают перекресток на желтый сигнал.

Разность $t_0 - (t_{ст} - t_p) = t_{эфф}$ называется эффективной длительностью фазы $t_{эфф}$, а отношение $N / t_{эфф} = M$ называется **потоком насыщения**. Здесь N – число приведенных автомобилей из непрерывной очереди, которые пересекли перекресток за время $t_{эфф}$.

Для случая движения в прямом направлении по дороге без продольных уклонов базовый поток насыщения определяется по формуле

$$M_{ijnр} = 525B_{нч}, \quad (1)$$

где $M_{ijnр}$ – поток насыщения, ед./ч;

$B_{нч}$ – ширина проезжей части в данном направлении данной фазы, м.

Вышеприведенная формула применима при $5,4 \text{ м} \leq B_{нч} \leq 18,0 \text{ м}$, если ширина проезжей части (ширина полосы, обозначенная дорожной разметкой) меньше 5,4 м, то для расчета можно использовать следующие данные, приведенные в табл. 4. В зависимости от продольного уклона дороги на подходе к перекрестку расчетные значения $M_{ijnр}$ меняются. Каждый процент уклона на подъеме снижает, а на спуске увеличивает поток насыщения на 3 %. При этом расчетным уклоном считают средний уклон дороги на участке от стоп-линии до точки, расположенной от неё на расстоянии 6 м на подходе к перекрестку.

Таблица 4

$M_{ijnр}$	1850	1875	1950	2075	2475	2700
$B_{нч}$	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,1

Потоки насыщения для лево- и правоповоротных потоков, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения определяется в зависимости от радиуса поворота R по формулам:

- для одноподвижения

$$M_{nijпов} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}}; \quad (2)$$

- для двухрядного движения

$$M_{nijпов} = \frac{3000}{1 + \frac{1,525}{R_1}}, \quad (3)$$

где R - радиус поворота, м; R_1 - средний радиус двух полос, м.

При этом радиус поворота R определяют по плану перекрестка, вычерченного в масштабе. Если суммарная интенсивность лево- и правоповоротных потоков составляет более 10 % от общей интенсивности движения на соответствующем подходе к перекрестку и отдельные полосы для них не выделены, то применяется коррекция потоков насыщения по формуле

$$M_{ijk} = M_{ijkпрям} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (4)$$

где a, b, c - интенсивность движения транспортных средств соответственно прямо, налево и направо в процентах от общей интенсивности в рассматриваемом направлении данной фазы регулирования.

Поток насыщения зависит от внешних условий проезда транспорта через перекресток. Хорошим условиям (отсутствие пешеходов) присваивается поправочный коэффициент 1,2, средним (наличие характеристик из плохих и хороших условий) – 1,0, плохим (неровная дорога, пешеходы, плохой обзор, слабая освещенность) – 0,85. На эти коэффициенты умножаются значения потоков насыщения, вычисленные по формулам (1) – (4). В расчетах потоки насыщения, длительности циклов и тактов регулирования округлены до целых значения, фазовые коэффициенты и степени насыщения направлений - до второго знака после запятой.

Расчет фазовых коэффициентов. В общем случае фазовые коэффициенты определяются для каждого из направлений движения на перекрестке в данной фазе регулирования по формуле

$$\frac{N_{jk}}{M_{jk}} = y_{jk}, \quad (5)$$

где N_{jk} - интенсивность движения в j – й фазе в k – ом направлении; M_{jk} - поток насыщения в j – й фазе в k – ом направлении; y_{jk} - фазовый коэффициент. Этот коэффициент всегда меньше единицы и определяет степень загруженности рассматриваемого направления в данной фазе.

В качестве расчетных для каждой фазы (j) выбирается наибольший фазовый коэффициент.

Определение длительности промежуточного такта. В соответствии с назначением промежуточного такта его длительность должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к перекрестку на зеленый сигнал, при смене

сигнала зеленого на желтый смог либо остановиться у стоп линии, либо успеть освободить перекресток.

Остановиться у стоп-линий автомобиль сможет только в том случае, если расстояние от него до стоп-линий на проезжей части будет равно или больше остановочного пути. Таким образом, если рассматривать крайний случай, когда автомобиль в момент смены сигналов находился от стоп-линий на расстоянии остановочного пути, то длительность промежуточного такта должна включать в себя не только время, необходимое для освобождения автомобилем перекрестка, но и время его движения в пределах расстояния, равного остановочному пути.

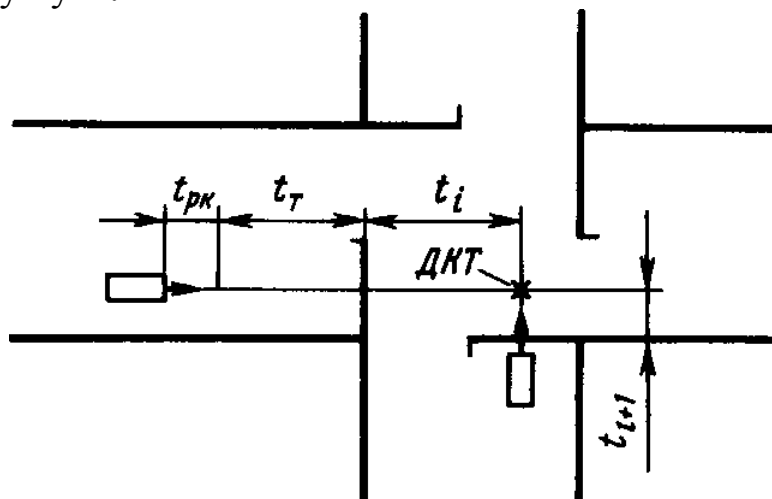


Рис. 5. Составляющие промежуточного такта

С другой стороны, автомобилю, начинающему движение в следующей фазе, также необходимо определенное время, чтобы достигнуть точки конфликта с автомобилем предыдущей фазы. Это способствует уменьшению длительности промежуточного такта. Учитывая, что время проезда расстояния, равного остановочному пути, состоит из времени реакции водителя на смену сигналов светофора и времени торможения, можно в общем виде представить формулу промежуточного такта (рис. 5)

$$t_{ni} = t_{pk} + t_T + t_i - t_{i+1} \quad (6)$$

где t_{ni} - длительность промежуточного такта в данной фазе регулирования, с,

t_{pk} - время реакции водителя на смену сигналов светофора, с,

t_T - время, необходимое автомобилю для проезда расстояния, равного тормозному пути, с,

t_i - время движения автомобиля до самой дальней конфликтной точки, ДКТ, с,

t_{i+1} - время, необходимое для проезда от стоп-линий до ДКТ автомобилю, начинающему движение в следующей фазе.

Так как составляющие формулы (6) t_{pk} и t_{i+1} в большинстве случаев по значению близки друг к другу, на практике обычно их исключают из расчета.

С учетом этого обстоятельства, а также предположения о постоянном замедлении при торможении автомобиля перед стоп-линией формулу для определения длительности промежуточного такта можно представить в следующем виде:

Длительность промежуточного такта рассчитывают при скорости движения в прямом направлении 50 км/ч и в поворотном 25 км/ч по следующей формуле, полагая, что ускорение торможения постоянно:

$$t_{nj} = \frac{v_a}{(7,2a_T)} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{v_a}, \quad (7)$$

где v_a - средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к перекрестку и в зоне перекрестка без торможения (с ходу), км/ч;

a_T - среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала (для практических расчетов $a_T = 3 \div 4$ м/с²);

l_i - расстояние от стоп-линии до самой дальней конфликтной точки (ДКТ), м;

l_a - длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

Длительность промежуточного такта в расчетах и на практике не рекомендуется выбирать более 4 с.

В период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие улицу на зеленый сигнал светофора. За время $t_{ПШ}$ пешеход должен дойти либо до середины проезжей части, либо вернуться на тротуар. Максимальное время, которое потребуется для этого пешеходу, выражается формулой

$$t_{ПШ} = B_{ПШ} / 4v_{ПШ}, \quad (8)$$

где $B_{ПШ}$ - ширина проезжей части, пересекаемой пешеходом в j -й фазе регулирования, м;

$v_{ПШ}$ - расчетная скорость движения пешеходов.

В качестве промежуточного такта выбирают наибольшее значение из $t_{Пj}$ и $t_{Пj(ПШ)}$.

Длительность промежуточного такта $t_{жс}$ должна лежать в пределах

$$4 \text{ с} \geq t_{жс} \geq 3 \text{ с}. \quad (9)$$

Промежуточные такты, образованные таким образом, получили название **переходных интервалов**. В целях снижения транспортной задержки длительность переходных интервалов не назначают более 8 с. При больших значениях переходных интервалов следует рассматривать возможность устройства промежуточных стоп-линий.

Определение длительности цикла и основных тактов регулирования.

Циклом регулирования называется периодически повторяющаяся совокупность всех фаз. Формально длительность светофорного цикла определяется выражением

$$T_u = t_{o1} + t_{П1} + t_{o12} + t_{П2} + \dots + t_{on1} + t_{Пn}, \quad (10)$$

где T_u - длительность цикла регулирования;

$t_{o1} + t_{o12} + \dots + t_{on1}$ - длительность основных тактов;

$t_{П1} + t_{П2} + \dots + t_{Пn}$ - длительность промежуточных тактов;

n - число фаз.

Длительность основного такта t_{oj} определяется по формуле

$$t_{oj} = \frac{N_{jk}}{M_{jk}} T_u. \quad (11)$$

Отношение $\frac{N_{jk}}{M_{jk}} = y_{jk}$ называется фазовым коэффициентом k -го направления j -й фазы. Или длительность основной фазы выражается формулой

$$t_{0j} = y_{jk} T_u. \quad (12)$$

Длительность t_{0j} должна быть достаточной, чтобы пропустить поток автомобилей самого интенсивного направления, поэтому в эту формулу подставляется максимальное из k направлений значение расчетного фазового коэффициента для j -й фазы.

Подставив выражение (12) в формулу (10), получим

$$T_u = y_1 T_u + t_{П1} + y_2 T_u + t_{П2} + \dots + y_n T_u + t_{Пn}. \quad (13)$$

Обозначив $t_{П1} + t_{П2} + \dots + t_{Пn} = T_{П}$, а сумму $y_1 + y_2 + \dots + y_n = Y$ получим формулу для расчета длительности цикла

$$T_u = T_u Y + T_{П} \quad \text{или} \quad T_u = \frac{T_{П}}{1 - Y}. \quad (14)$$

Случайному прибытию транспортных средств на перекресток соответствует формула Ф. Вебстера:

$$T_u = \frac{(1,5T_{П} + 5)}{(1 - Y)}. \quad (15)$$

По соображениям безопасности движения длительность цикла более 120 с считается недопустимой, так как водители при продолжительном ожидании разрешающего сигнала могут посчитать светофор неисправным и начать движение на запрещающий сигнал. Если расчетное значение цикла больше 120 с, необходимо увеличить число полос движения при подходе к перекрестку, запретить левоповоротные потоки, уменьшить число фаз регули-

рования, организовать пропуск интенсивных потоков в течение двух и более фаз.

Длительность основного такта пропорциональна величине максимального фазового коэффициента данной фазы, поэтому

$$t_{01} = \frac{T_0 y_1}{Y}; \quad t_{02} = \frac{T_0 y_2}{Y} \quad \text{и т. д.}, \quad (16)$$

где T_0 - суммарная длительность основных тактов $t_{01} + t_{02} + \dots + t_{0n}$.

По соображениям безопасности движения t_{0j} не может быть менее 7 с, в противном случае повышается вероятность цепных ДТП при разезде очереди на разрешающий сигнал светофора. Если длительность какого-либо основного такта, рассчитанная по формуле $T_{\text{ф}} = \frac{T_{\text{п}}}{1 - Y}$ получается меньше 7 с, то её следует увеличить до минимально допустимой.

Расчетную длительность основных тактов необходимо проверить на обеспечение ими пропуска в соответствующих направлениях пешеходов и трамвая. Время, необходимое для пропуска пешеходов по какому-либо определенному направлению, рассчитывают по формуле

$$t_{\text{пш}} = 5 + \frac{B_{\text{пш}}}{v_{\text{пш}}}, \quad (17)$$

где $B_{\text{пш}}$ - ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в j -ой фазе регулирования, м.

Если какое-либо значение $t_{\text{пш}}$ оказалось больше рассчитанной по формуле (14) длительности соответствующих основных тактов, то окончательно принимают новую длительность этих тактов, равную наибольшим значениям $t_{\text{пш}}$. (Принять время терпеливого ожидания пешеходов на перекрестке 30 с).

Построение графика работы светофорной сигнализации. По результатам расчетов строят график работы светофорной сигнализации, пример, которого приведен на рис. 6. Показать пофазный принцип управления по отдельным направлениям (рис. 6,а). Для этого строят график фазовых коэффициентов (рис. 6,б), отражающий последовательность пропуска через перекресток потоков различных направлений (рис. 6, в).



Рис. 6. Режим работы светофорной сигнализации:
 а - пофазный разъезд транспортных средств; б - управление движением по направлениям перекрестка

Данные о степени насыщения x направлений движения рассчитывают по формуле

$$x = \frac{N_j T_{\text{ц}}}{(M_{nj} t_{oj})}, \quad (18)$$

где N_j и M_{nj} - соответственно интенсивность движения, и поток насыщения в данном направлении, ед./ч;

t_{oj} - длительность основного такта в том же направлении, с;

j - номер направления.

План перекрестка с размещением технических средств организации дорожного движения представлен на рис. 7 (в качестве примера).

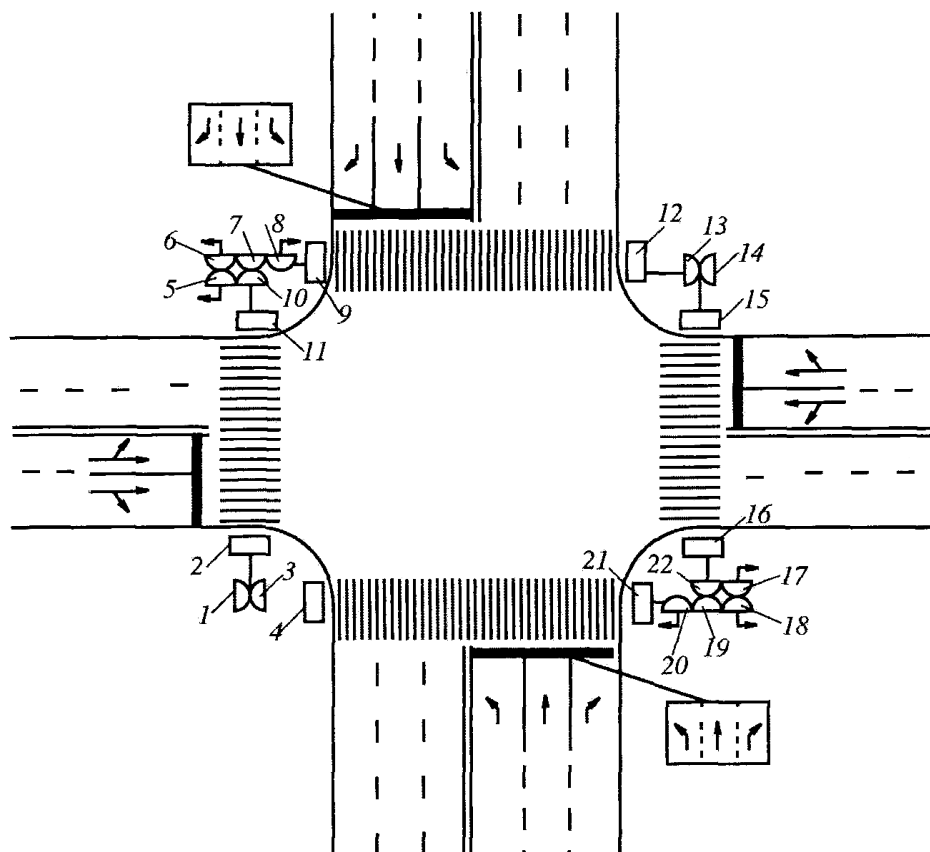


Рис. 7. Пример размещения технических средств на перекрестке
(1- 22 – номера светофоров)

Выводы и рекомендации. Недостатки существующей ОДД могут быть определены по основе показателей, рассматриваемых в курсах « Организация дорожного движения» и «Технические средства организации дорожного движения». Такими показателями могут быть:

- коэффициент загрузки дороги на перегоне улицы;
- степень насыщения направления движения;
- большая величина задержки транспортных средств перед перекрёстком или на перегоне (более 2-х мин.);
- сложность пересечения, полученная на основе анализа конфликтных точек по балльной системе;
- низкая величина потоков насыщения (по направлениям);
- наличие остаточных очередей, когда транспортное средство не может пересечь стоп линию на разрешающий сигнал в течение одного цикла;
- нарушение допустимости конфликтов «транспорт-транспорт», «транспорт-пешеход», предусмотренной рекомендациями по проектированию пофазного разъезда;
- стоянка автомобилей вне предусмотренных для этих целей мест, количество стояночных мест на стоянке меньше потребного (расчётного);
- отсутствие обустроенных пешеходных переходов в местах притяжения пешеходов;

- низкая величина коэффициента безостановочной проходимости при координированном управлении движением.

Для работ, связанных с перекрёстками и площадями, типичной задачей является ликвидация заторов и опасных конфликтных точек.

Обеспечение безопасности движения пешеходов достигается, прежде всего, ликвидацией «просачивания» через пешеходные потоки транспортных средств, поворачивающих налево или направо.

Обеспечение безопасности движения в районе остановочных пунктов общественного транспорта достигается, прежде всего, их правильным расположением.

При организации внеуличной стоянки необходима чёткая информация о месте её расположения, что обеспечивается знаком 5.15 «Место стоянки» совместно с соответствующей табличкой 7.1.3.-7.1.4 «Расстояние до объекта» или 7.3.1-7.3.2 «Направление действия». Для снижения числа конфликтных точек необходимо обеспечить отдельный въезд и выезд со стоянки, а также одностороннее движение по её территории.

Организация кругового движения на транспортной развязке позволяет, как правило, избежать светофорного регулирования и тем самым снизить задержку транспортных средств.

Введение одностороннего движения возможно, если на расстоянии не более 350 м имеется улица, параллельная рассматриваемой, для того, чтобы пропустить по ней встречный поток.

Перечисленные выше методологические положения связаны с наиболее типичными направлениями контрольной работы и не охватывают всего круга вопросов, подлежащих проработке в процессе проектирования новой схемы ОДД.

3.3. Оформление пояснительной записки контрольной работы

Пояснительная записка должна быть набрана на ПЭВМ на одной стороне белой бумаги формата А4. На каждой странице оставляются поля размером не менее: левое - 25 мм, правое - 10 мм, верхнее и нижнее - по 20 мм.

В тексте (кроме названий разделов) могут быть использованы сокращения часто повторяющихся определений. Например, организация дорожного движения - ОДД, дорожно-транспортное происшествие - ДТП и т. п. Первый раз в записке фраза пишется полностью, затем в скобках указывается сокращение. Далее по тексту вместо этой фразы используется только сокращение.

Содержащиеся в тексте записки формулы, таблицы и рисунки должны иметь свои порядковые номера, состоящие из двух цифр, разделенных точкой. Первая цифра - номер раздела, вторая - порядковый номер формулы (таблицы, рисунка) в разделе. Номер формулы, заключенный в скобки, ставится справа от нее у края страницы. Номер рисунка (обычно пишется сокращенно - рис.) ставится под рисунком перед его названием. В дальнейшем, в тексте за-

писки названия формул, таблиц или рисунков не повторяются, а даётся лишь ссылка на их номер. Например, формула (2.1), табл. 1.3, рис. 4.2.

В библиографическом списке источники располагаются в алфавитном порядке или по мере их использования. Примеры оформления списков литературы можно посмотреть в учебниках.

В приложении к записке должны быть представлены распечатки расчетов, выполненных на ПЭВМ; материалы натурных наблюдений и методика их проведения, а также другие попутные материалы, поясняющие отдельные положения записки.

При изображении на схемах технических средств ОДД следует придерживаться рекомендаций нормативных документов, ГОСТов [11, 13, 14, 15] и условных обозначений. Дорожная разметка условно наносится чёрным цветом. Дорожные знаки должны быть расположены на схеме в соответствии с правилами их применения, изложенными в ГОСТ Р 52290-2004. Допускается один из двух вариантов изображения знаков: изображение знака с символом или изображение только наружного контура знака. В последнем случае рядом со знаком должен быть чётко написан его номер, предусмотренный ГОСТ. Изображение знаков должно быть ориентировано по ходу движения. Для лучшего восприятия схемы под каждым знаком даётся условное изображение буквы «Т».

На всех схемах контрольной работы размеры изображений знаков должны быть одинаковы. В случаях, когда изображение знака не может быть размещено в необходимом месте, оно помещается на свободном, близко расположенном от этого места поле. В качестве итога выполнения работы выносятся: план перекрёстка; картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков; схема конфликтных точек; план перекрёстка с размещением технических средств; пофазный разъезд транспортных средств; график режима работы светофорной сигнализации (график включения сигналов **в цвете**); участок улично-дорожной сети, где расположен рассматриваемый объект (при необходимости); отдельные укрупненные фрагменты плана; изображения знаков индивидуального проектирования и т.п.

Библиографический список

1. Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
2. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: Учеб. для вузов. - М.: Транспорт, 1990. - 255 с.
3. Буга П.Г., Шелков Ю.Д. Организация пешеходного движения в городах: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1980. - 232 с.

4. Васильев А.П., Фримштейн М.И. Управление движением на автомобильных дорогах. - М.: Транспорт, 1979. - 296 с.
5. Залуга В.П., Кашкин С.К. Знаки и указатели на автомобильных дорогах. - М.: Транспорт, 1974. - 128 с.
6. Капитанов В.Г., Хилажев Е.Б. Управление транспортными потоками в городах. - М.: Транспорт, 1985. - 94 с.
7. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1981. - 240 с.
8. Кременец Ю.А., Печерский М.П. Технические средства регулирования дорожного движения: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1981. - 252 с.
9. Системы и средства автоматизированного управления дорожным движением в городах. // Хилажев Е.Б., Соколовский В.С., Гурулев В.М. - М.: Транспорт, 1984. - 183 с.
10. Хилажев Е.Б., Кондратьев В.Д. Микропроцессорная техника в управлении транспортными потоками. - М.: Транспорт, 1987. - 175 с.
11. ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения: Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств». - М.: Издательство стандартов, 2006. - 65 с.
12. Рушевский П.В. Организация и регулирование уличного движения с применением автоматических средств управления. - М.: Высшая школа, 1974.
13. ГОСТ Р 52290-2004 «ТСОДД. Знаки дорожные. Общие технические требования».
14. ГОСТ Р 51256-99 «ТСОДД. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования».
15. ГОСТ Р 52282-2004 «ТСОДД. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний»
16. Печерский М.П., Хорович Б.Г. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах. - М.: Транспорт, 1979. - 176 с.
17. Брайловский Н.О., Грановский Б.И. Управление движением транспортных средств. - М.: Транспорт, 1975. - 112 с.
18. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. - М.: Транспорт, 1990. - 240 с.
19. ВСН и П 2 – 85. Нормы проектирования, планирования и застройки Москвы. /Мосгорисполком. - М., 1986. - 190 с.
20. СНиП 2.05.02 – 85. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. /ЦИТП Госстроя СССР. - М., 1985. - 51 с.