

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Организация и безопасность движения»

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания
к выполнению курсового проекта
для студентов всех форм обучения направления
230301 «Технология транспортных процессов»

Курган 2016

Кафедра: «Организация и безопасность движения»

Дисциплина: «Технические средства организации движения»

(направление 230301 «Технология транспортных процессов»)

Составил: доцент, канд. техн. наук И.П. Димова

Утверждены на заседании кафедры

«20» ноября 2015 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«19» декабря 2014 г.

Введение

Данные методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении ими курсового проекта по дисциплине «Технические средства организации дорожного движения».

В данной работе объектом инженерных расчетов является отдельно рассматриваемый перекресток и координированное регулирование на магистрали «Зеленая волна». Расчет производится графоаналитическим методом, получившим в свое время в практике организации дорожного движения широкое распространение.

Курсовой проект дает знания, позволяющие выпускнику успешно решать задачи, связанные с его самостоятельной инженерной, исследовательской, управленческой и организационной деятельностью в области организации дорожного движения.

1 Цель курсового проекта

Целью курсового проекта является закрепление студентами знаний, полученных в лекционном курсе «Технические средства организации дорожного движения» и связанных с расчетом режимов регулирования движения графоаналитическим методом, что способствует развитию у студентов навыков самостоятельной работы, инженерных расчетов, грамотного оформления технической документации, использования нормативных документов и специальной литературы.

2 Оформление курсового проекта

Проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана на одной стороне белой бумаги формата А4. Первой страницей записки является титульный лист (см. приложение А). Титульный лист выполняется на белой плотной бумаге и сшивается с текстом записки с помощью скрепок или шнура. Графическая часть выполняется на листе белой бумаги формата А1 и прилагается к расчетно-пояснительной записке.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы;
- приложение (графическая часть).

После оформления курсового проекта он должен быть представлен комиссии, состоящей из двух преподавателей кафедры, для защиты.

3 Подготовка исходных данных

В проекте рассматривается организация координированного регулирования движения на магистрали. Данные, необходимые для выполнения курсового проекта, студент собирает в ходе проведения натурного обследования произвольного участка дороги (согласуется с преподавателем), состоящего из 3 перекрестков:

- интенсивность движения транспортных средств и пешеходов в час пик;
- геометрические параметры перекрестка (ширина проезжих частей; радиусы поворотов);
- расстояние между перекрестками.

Расчетная скорость движения на выбранном участке при отсутствии знаков 3.24 принимается равной 60 км/ч, при наличии такого знака – 40 км/ч.

Полученные значения приводятся в пояснительной записке в виде схемы участка улицы и таблиц исходных данных.

Последовательность действий при выполнении курсового проекта приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Последовательность выполнения курсового проекта

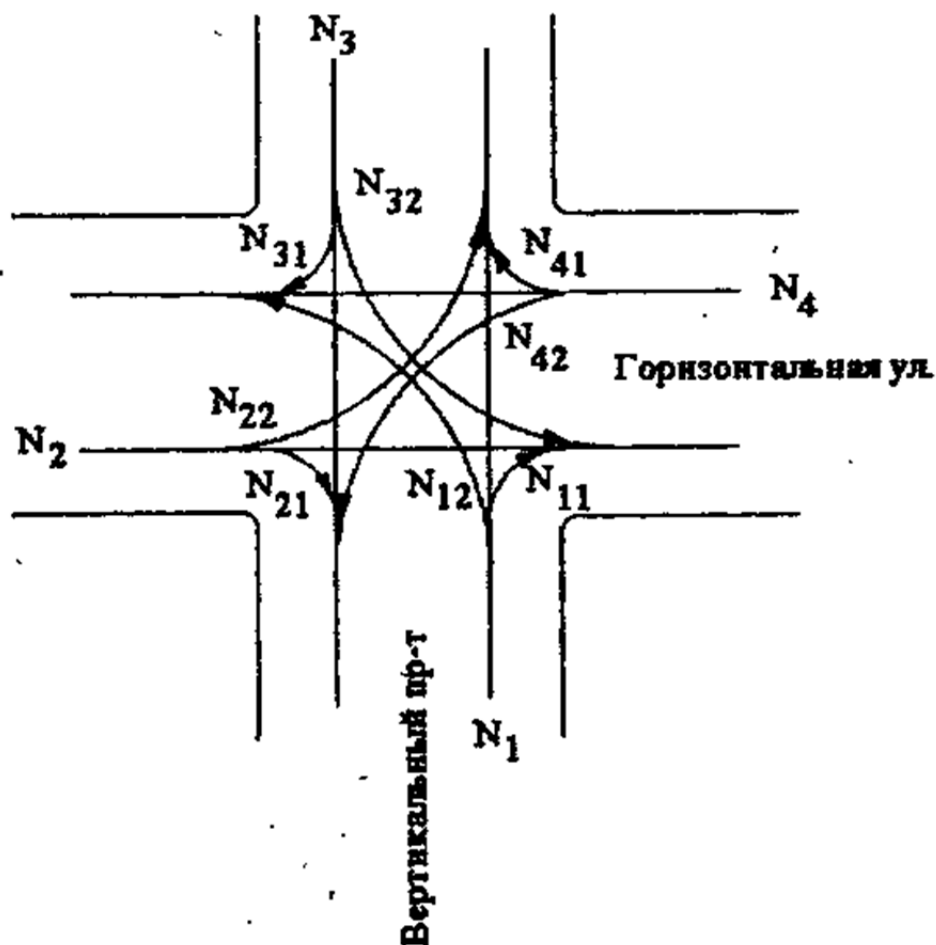


Рисунок 2 - План перекрестка с обозначением транспортных потоков

4 Выполнение разделов курсового проекта

Введение

Во введении к курсовому проекту студенту следует раскрыть влияние координированного управления дорожным движением на безопасность движения, экологическое состояние окружающей среды, комфортабельность и другие показатели эффективности регулирования. Необходимо также описать основные дорожные факторы, от которых зависит оптимальная работа координации регулирования.

4.1 Определение приведенной интенсивности движения транспортных средств и целесообразности введения светофорного регулирования

Интенсивность движения транспортных средств определяется отдельно по типам, а затем приводится к однородному потоку легковых автомобилей с помощью коэффициентов приведения по формуле:

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{л}}K_{\text{л}} + N_{\text{гр}}K_{\text{гр}} + N_{\text{авт}}K_{\text{авт}} + N_{\text{ап}}K_{\text{ап}}, \quad (4.1)$$

где $N_{\text{л}}$, $N_{\text{гр}}$, $N_{\text{авт}}$, $N_{\text{ап}}$ – интенсивность движения легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов соответственно в данном направлении за час в физических единицах, авт./ч;

$K_{\text{л}}$, $K_{\text{гр}}$, $K_{\text{авт}}$, $K_{\text{ап}}$ – коэффициенты приведения легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов соответственно к легковым автомобилям. Принимаются равными 1; 2; 2,5; 4 соответственно.

Результаты расчетов целесообразно свести в таблицу.

На основании полученных данных по интенсивности транспортных средств и пешеходов определяется целесообразность введения светофорного регулирования [2].

Если на рассматриваемых перекрестках не требуется введения светофорного регулирования, то выполнение курсового проекта заканчивается, при этом в графическую часть выносятся схема участка улично-дорожной сети в произвольном масштабе, картограммы транспортных и пешеходных потоков, проверка условий целесообразности введения светофорного регулирования.

Если введение светофорного регулирования целесообразно, то необходимо рассчитать режим работы светофорной сигнализации, учитывая основные принципы пофазного разъезда:

- 1) стремиться к минимальному количеству числа фаз в цикле регулирования;
- 2) учитывать, что допускается совмещать в 1-й фазе левоповоротный поток, конфликтующий с определяющим длительность фазы встречным потоком прямого направления, если левоповоротный поток не превышает 120 авт./ч;
- 3) обеспечивать бесконфликтный пропуск пешеходов, в крайнем случае пешеходный и конфликтующие с ним поворотные транспортные потоки можно пропускать в одной фазе, если пешеходный поток не превышает 900 чел./ч, а поворотные транспортные потоки не превышают 120 авт./ч;
- 4) не выпускать из одной и той же полосы транспортные средства, движение которых предусмотрено в разных фазах;
- 5) стремиться к равномерной разгрузке полос (интенсивность движения в среднем на полосу не должна превышать 700 ед./ч);
- 6) при широкой проезжей части (3 и более полос в каждом направлении) и наличии островков безопасности осуществляется поэтапный переход пешеходами улиц в течение 2-х следующих друг за другом фаз.

4.2 Расчет длительности цикла регулирования и его элементов

Сущность координированного регулирования может быть пояснена с помощью рисунка 3. Автомобиль, покидающий в момент t_1 перекресток А и движущийся с постоянной скоростью v , проходит магистраль без остановки в направлении Ю — С. Аналогично движется и автомобиль, покидающий

перекресток в момент t_2 . Границы t_1 и t_2 образуют ширину «зеленой» ленты, т. е. полосы времени, двигаясь «внутри» которой, автомобили будут проезжать магистраль безостановочно. Разность $t_2 - t_1$ также представляет «длину» группы автомобилей во времени, для которой обеспечено безостановочное движение.

Условиями устойчивости такого режима регулирования являются одинаковая длительность цикла регулирования на всех перекрестках магистрали (допускается применение на отдельных перекрестках цикла регулирования, кратного общему циклу магистрали) и постоянная во времени величина сдвигов фаз на соседних перекрестках (под сдвигом фаз понимается интервал времени между началами основного такта («зеленого») на смежных перекрестках). Для выполнения указанных условий необходимо найти «ключевой» перекресток (наиболее загруженный, с наибольшей длительностью цикла), чтобы принять длительность его цикла регулирования для всех координируемых перекрестков.

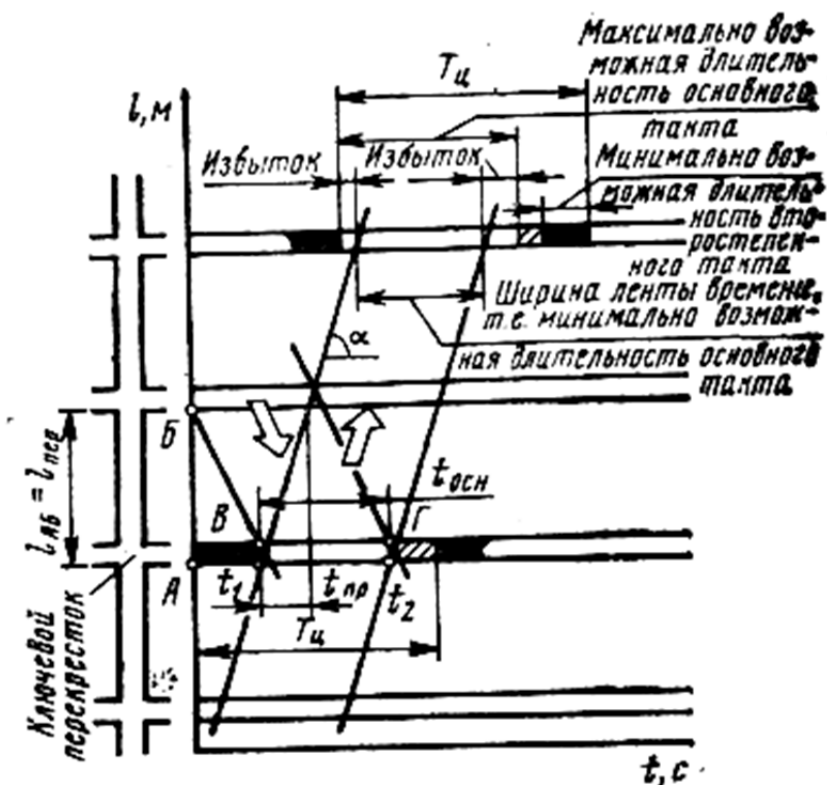


Рисунок 3 - График координированного регулирования

4.2.1 Определение потоков насыщения

Поток насыщения является одним из значимых параметров при расчете светофорного регулирования. Он характеризует интенсивность убытия автомобилей из очереди в условиях максимально возможной загрузки.

Для случая движения в прямом направлении по дороге без продольных уклонов поток насыщения рассчитывают по эмпирической формуле, которая связывает этот показатель с шириной проезжей части

$$M_{nijпрямo} = 525 B_{пч}, \quad (4.2)$$

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

$B_{пч}$ – ширина проезжей части в данном направлении движения, м.

Данная формула применима при $5,4 \text{ м} \leq B_{пч} \leq 18 \text{ м}$. Если ширина проезжей части меньше 5,4 м, для расчета можно использовать данные, приведенные в таблице 4.1 [1].

Таблица 4.1 – Зависимость потока насыщения от ширины проезжей части

| | | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $M_{nijпрямo}$, ед./ч | 1850 | 1875 | 1950 | 2075 | 2475 | 2700 |
| $B_{пч}$, м | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,2 | 4,8 | 5,1 |

Если перед перекрестком полосы обозначены дорожной разметкой, то поток насыщения определяется в соответствии с приведенными данными в таблице 4.1 отдельно для каждой полосы движения.

Для случая движения транспортных средств прямо, а также налево и (или) направо по одним и тем же полосам движения, если интенсивность лево- и правоповоротных потоков составляет более 10% от общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении данной фазы, то приближенная оценка потока насыщения может быть найдена следующим образом [1]:

$$M_{nij} = M_{nijпрямo} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (4.3)$$

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

Для право- и левоповоротных потоков, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения $M_{нпов}$ определяется в зависимости от радиуса поворота R [1]:

- для одnorядного движения

$$M_{nijпов} = \frac{1800}{1 + 1,525/R}; \quad (4.4)$$

- для двухрядного движения

$$M_{nijпов} = \frac{3600}{1 + 1,525/R}. \quad (4.5)$$

Радиус поворота может быть определен по плану перекрестка, вычерченного в масштабе.

Влияние других факторов на поток насыщения учитывают с помощью поправочных коэффициентов (таблица 4.2). Эти коэффициенты отражают условия движения на перекрестке [1]. Отнесение условий на данном направлении движения через перекресток к одной из групп влечет за собой изменение потока насыщения.

Таблица 4.2 – Поправочные коэффициенты к потокам насыщения

| Условия движения | Описания условий | Поправочный коэффициент |
|------------------|--|-------------------------|
| Хорошие | Отсутствует влияние пешеходов и стоящих автомобилей. Хороший обзор, достаточная ширина проезжей части на выходе с перекрестка. В темное время суток освещенность перекрестка в пределах норм | 1,2 |
| Средние | Наличие характеристик из групп «хорошие» и «плохие» условия | 1,0 |
| Плохие | Низкая средняя скорость движения. Неудовлетворительная ровность и сцепные качества покрытия. Имеется влияние стоящих автомобилей, конфликтов с транспортными потоками при поворотном движении, пешеходов. Плохой обзор перекрестка, слабая освещенность проезжей части | 0,85 |

4.2.2 Определение фазовых коэффициентов

Фазовые коэффициенты определяют для каждого из направлений движения на перекрестке в данной фазе регулирования

$$y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{nij}}, \quad (4.6)$$

где y_{ij} – фазовый коэффициент данного направления;
 N_{ij} – интенсивность движения для рассматриваемого периода суток, ед./ч;

M_{nij} – поток насыщения в данном направлении данной фазы регулирования, ед./ч.

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент y_i принимается наибольшее его значение y_{ij} в данной фазе.

$$y_i = \max \{ y_{ij} \}. \quad (4.7)$$

Меньшие значения могут быть использованы в дальнейшем для определения минимально необходимой длительности разрешающего сигнала в соответствующих этим коэффициентам направлениях движения.

При пофазном регулировании и пропуске какого-либо транспортного потока в течение двух фаз и более для него отдельно рассчитывают фазовый коэффициент, который независимо от значения не принимают в качестве расчетного. Однако этот фазовый коэффициент должен быть не более суммы расчетных фазовых коэффициентов тех фаз, в течение которых этот поток пропускается. Если это условие не соблюдается, то один из расчетных фазовых коэффициентов, входящих в эту сумму, должен быть искусственно увеличен.

Например, если на перекрестке организовано трехфазное регулирование (расчетные фазовые коэффициенты равны u_1, u_2, u_3 соответственно), а один из потоков пропускается во 2-й и 3-й фазах (фазовый коэффициент u_{2-3}), то должно соблюдаться соотношение $u_{2-3} \leq u_2 + u_3$. В противном случае u_2 или u_3 необходимо увеличить.

4.2.3 Определение промежуточных тактов

В соответствии с назначением промежуточного такта его длительность должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к перекрестку на зеленый сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог либо остановиться у стоп-линии, либо успеть освободить перекресток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движение в следующей фазе).

Остановиться у стоп-линии автомобиль сможет только в том случае, если расстояние от него до стоп-линии на проезжей части будет равно или больше остановочного пути.

С учетом предположения о постоянном замедлении при торможении автомобиля перед стоп-линией формулу для определения длительности промежуточного такта можно представить в следующем виде [1]

$$t_{\text{пн}} = v_a / (7,2 a_T) + 3,6(l_i + l_a) / v_a, \quad (4.8)$$

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 принимается 3-4 м/с²);

l_i – расстояние от стоп-линии до самой дальней конфликтной точки, м. Расстояние определяется по плану перекрестка, вычерченному в масштабе на миллиметровой бумаге формата А3, который является обязательным приложением РПЗ;

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

В период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие улицу на разрешающий сигнал светофора. За время $t_{\text{пн}}$ пешеход

должен или вернуться на тротуар, откуда он начал движение, или дойти до середины проезжей части (островка безопасности, центральной разделительной полосы, линии, разделяющей потоки встречных направлений). Максимальное время, которое потребуется для этого пешеходу, определяется следующим образом [1]

$$t_{\text{пi(пш)}} = \frac{B_{\text{пш}}}{4v_{\text{пш}}}, \quad (4.9)$$

где $B_{\text{пш}}$ – ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в i -й фазе регулирования, м;

$v_{\text{пш}}$ – расчетная скорость движения пешеходов (обычно принимается 1,3 м/с).

В качестве промежуточного такта выбирают наибольшее значение из $t_{\text{пi}}$ и $t_{\text{пi(пш)}}$.

4.2.4 Определение длительности цикла светофорного регулирования

Длительность цикла регулирования на перекрестках следует определять с помощью выражения:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 L + 5}{1 - Y}, \quad (4.10)$$

где $T_{\text{ц}}$ – длительность цикла регулирования, с;

L – суммарное потерянное время на перекрестке, с;

Y – суммарный фазовый коэффициент, характеризующий загрузку перекрестка.

$$L = \sum_{i=1}^n t_{\text{np}i}, \quad (4.11)$$

где n – число фаз регулирования;

$t_{\text{np}i}$ – длительность промежуточного такта i -й фазы регулирования, с.

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i, \quad (4.12)$$

где n – число фаз регулирования;

y_i – фазовый коэффициент i -й фазы регулирования, равный:

$$y_i = \max \{y_{ij}\}, \quad (4.13)$$

где y_{ij} – фазовый коэффициент i -й фазы j -го подхода к перекрестку.

Если полученная в результате расчета длительность цикла ключевого перекрестка составляет значение меньше 25 с, то ее следует округлять до 25 с. Длительности цикла большие 120 с недопустимы по практическим соображениям, так как водители при продолжительном ожидании разрешающего сигнала могут принять светофор за неисправный и начать движение.

Таким образом, практическая величина длительности цикла лежит в пределах $25 \leq T_{\text{ц}} \leq 120$ с.

Для определения длительности фаз регулирования, используя выражение эффективной длительности любой фазы в цикле регулирования, следует найти длительности основных тактов в каждой фазе ключевого перекрестка и длительности основных тактов для каждого перекрестка по оптимальному значению $T_{\text{ц}}$:

$$t_{om_i} = \frac{y_i}{Y} (T_{\text{ц}} - L), \quad (4.14)$$

где t_{om_i} - длительность основного такта в i -й фазе регулирования, с.

Полученные в результате расчета длительности основных тактов, меньшие 7,0 с, должны округляться до 7,0 с.

Далее необходимо произвести корректировку длительности основных тактов по критерию пропуска пешеходов. Для этого следует рассчитать время, необходимое для пропуска пешеходов по какому-то определенному направлению:

$$t_{nu_i} = 5 + \frac{B}{V_{nu}}, \quad (4.15)$$

где t_{nu_i} - длительность такта регулирования, обеспечивающего пропуск пешеходов, с;

B - длина перехода до противоположного тротуара, м;

V_{nu} – скорость движения пешеходов (принимается равной 1,3 м/с).

Если значение t_{nu_i} оказалось больше значения t_{om_i} , рассчитанного по формуле (4.14), то окончательно принимают новую уточненную длительность этих тактов, равную наибольшим значениям t_{nu_i} . При этом не будет оптимального соотношения фаз в цикле регулирования, так как нарушается

условие пропорциональности между t_{om_i} и y_i . При большем значении t_{om_i} в конфликтующем направлении накапливается в ожидании разрешающего сигнала большее число транспортных средств, которые получают право на движение в других фазах, где основные такты могли остаться без изменения.

Такое нарушение пропорциональности не приводит к существенному возрастанию транспортной задержки, если t_{om_i} и t_{nu_i} незначительно отличаются друг от друга (на 4-5 с). В этом случае можно t_{om_i} увеличить до t_{nu_i} и соответственно увеличить длительность цикла.

При существенном отличии указанных параметров требуется восстановить оптимальное соотношение длительности фаз в цикле. Для этого необходимо изменить также длительность основных тактов, не уточнявшихся по условиям пешеходного движения, то есть скорректировать структуру цикла.

Из практики регулирования дорожного движения известно, что минимальная задержка автомобилей у перекрестка достигается в случае, если отношения эффективных длительностей фаз регулирования равны отношениям величин y_i , при условии, что это отношение одинаково для всех направлений движения данной фазы:

$$\frac{t_{om_1}}{y_1} = \frac{t_{om_2}}{y_2}. \quad (4.16)$$

Воспользовавшись этим, следует произвести корректировку длительности основных тактов каждой фазы регулирования:

$$t_{om_1} = \frac{y_1 t_{om_2}}{y_2}. \quad (4.17)$$

После выполнения указанных действий представляется возможным определить уточненное значение длительности цикла регулирования ключевого перекрестка:

$$T_u = t_{om_1} + t_{om_2} + t_{np_1} + t_{np_2}. \quad (4.18)$$

Коррекция цикла приводит к его увеличению и, следовательно, к росту транспортной задержки. Избежать коррекции можно путем организации поэтапного пропуска пешеходов через проезжую часть. Это позволяет уменьшить длину перехода $V_{пш}$ и таким образом снизить время $t_{пш}$. Однако в этом случае необходимо устройство на проезжей части островков безопасности.

Длительность полученного оптимального цикла регулирования ключевого перекрестка следует принять для всех координируемых перекрестков.

Опираясь на скорректированное значение t_{om_i} и пользуясь выражением (4.16), определяется длительность основных тактов, необходимых для движения транспортных средств на подходах к ключевому перекрестку с наименьшими фазовыми коэффициентами:

$$\frac{t_{om_i}^*}{y_i} = \frac{t_{om_{ij}}}{y_{ij}} \Rightarrow t_{om_{ij}} = \frac{t_{om_i}^* y_{ij}}{y_i}, \quad (4.19)$$

где $t_{om_i}^*$ - скорректированное ранее значение длительности основного такта в i -й фазе регулирования, с;

$t_{om_{ij}}$ - длительность основного такта регулирования, необходимая для пропуска транспортных средств в i -й фазе регулирования j -го подхода к перекрестку, с;

y_{ij} - соответствующее значение фазового коэффициента в i -й фазе регулирования j -го подхода к перекрестку.

4.3 Расчет задержек транспортных средств и пешеходов

Качество различных вариантов схем организации движения на перекрестке оценивают средней задержкой транспортных средств. С этим показателем непосредственно связана степень насыщения направления движения x_{ij} , представляющая собой отношение среднего числа прибывающих в данном направлении к перекрестку в течение цикла транспортных средств к максимальному числу покинувших перекресток в том же направлении в течение разрешающего сигнала:

$$x_{ij} = \frac{N_{ij} T_u}{M_{nj} t_{om_{ij}}}, \quad (4.20)$$

где x_{ij} - степень насыщения фаз регулирования в i -й фазе регулирования j -го подхода к перекрестку.

Заторовое состояние в рассматриваемом направлении возникает при $x_{ij} > 1$. Для обеспечения некоторого резерва пропускной способности следует стремиться к значению x_{ij} , не превышающему 0,85 – 0,90. Немаловажным с точки зрения максимального использования пропускной способности перекрестка является отсутствие малонасыщенных направлений и их равномерная загрузка.

Эффективная доля фаз регулирования на каждом подходе к перекрестку равна:

$$\lambda_{ij} = \frac{t_{om\ ij}}{T_u}, \quad (4.20)$$

где λ_{ij} – эффективная доля i -й фазы регулирования j -го подхода к перекрестку.

Среднюю задержку транспортных средств на перекрестке следует определить, используя выражение:

$$t_{\Delta ij} = 0,9 \left[\frac{T_u (1 - \lambda_{ij})^2}{2(1 - \lambda_{ij} x_{ij})} + \frac{x_{ij}^2 3600}{2 N_{ij} (1 - x_{ij})} \right], \quad (4.21)$$

где $t_{\Delta ij}$ – средняя задержка транспортных средств на перекрестке в i -й фазе регулирования j -го подхода к перекрестку, с.

Средняя задержка одного транспортного средства на перекрестке определяется выражением:

$$\overline{t_{\Delta T}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\Delta ij} N_{ij}}{\sum_{i=1}^n N_{ij}}, \quad (4.22)$$

где $\overline{t_{\Delta T}}$ – средняя задержка одного транспортного средства на перекрестке, с;

n – число фаз регулирования.

Среднюю задержку пешеходов на перекрестке следует определить по формуле:

$$t_{\Delta n_i} = \frac{(T_u - t_{om_i})^2}{2T_u}, \quad (4.23)$$

где $t_{\Delta n_i}$ – средняя задержка пешеходов на перекрестке в i -й фазе регулирования, с.

4.4. Построение графика работы светофорной сигнализации

По определенным значениям основных и промежуточных тактов и длительности цикла регулирования необходимо построить график работы светофорной сигнализации (рисунок 4). Он представляет собой график включения сигналов, определяющий очередность включения сигналов, с указанием номера фазы регулирования, в которой происходит переключение сигналов и продолжительности горения каждого сигнала

| Номер фазы | График включения сигналов | Время | | |
|------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | | t_3 | $t_ж$ | $t_к$ |
| 1 | | 89 | 4 | 27 |
| 2 | | 23 | 4 | 93 |
| 1П | | 89 | - | 31 |
| 2П | | 23 | - | 97 |

- 1, 2 – номера транспортных фаз регулирования;
- 1П, 2П – номера пешеходных фаз регулирования;
- t_3 – время горения зеленого (зеленого мигающего) сигнала;
- $t_ж$ – время горения желтого сигнала;
- $t_к$ – время горения красного сигнала;

Рисунок 4 - График работы светофорной сигнализации

4.5 Построение графика координированного регулирования

Система, при которой осуществляется согласованное управление светофорами на всех перекрестках улицы, дороги или сети улиц и дорог, носит название системы координированного регулирования. Сущность этой системы состоит во взаимоувязке времени движения автомобилей от одного перекрестка к другому со временем включения разрешающих движение сигналов светофоров на этих перекрестках в рассматриваемом направлении. Задача состоит в том, чтобы к каждому из перекрестков движущиеся вдоль улицы или дороги группы автомобилей подходили в период действия сигналов светофоров, разрешающих движение в данном направлении, что уменьшит количество непроизводительных остановок и торможений в потоке, а также уровень транспортных задержек.

Одна из систем координированного управления светофорными сигналами - «зеленая волна» (эта система получила наиболее широкое распространение).

При этой системе с одновременным переключением сигналов на отдельных перекрестках интервалы времени включения зеленых сигналов светофоров вдоль улицы или дороги на отдельных перекрестках устанавливаются с учетом средних скоростей транспортных потоков с тем, чтобы за это время автомобили, движущиеся с заданными скоростями, преодолевали расстояния между перекрестками.

Для выполнения системы координированного управления движением следует построить график движения в координатных осях.

Построение графика координации выполняется в следующем порядке. На листе белой бумаги формата А1 наносится план магистрали. Параллельно ему проводится ось ординат графика координации, на которой откладываются расстояния между перекрестками в метрах в соответствии с принятым масштабом (рисунок 3). Рекомендуемые масштабы для построения графика: по вертикальной оси – 1:50 (в 1 см – 50 м), по горизонтальной оси – 1:10 (в 1 см – 10 с). Через стоп-линии основных направлений каждого перекрестка проводятся горизонтальные прямые, пересекающие под прямым углом ось ординат. У каждого перекрестка имеются две стоп-линии, расположенные на графике близко друг от друга. Между этими линиями в дальнейшем будет наноситься индикация сигналов светофоров. Расстояние между соответствующими стоп-линиями в любом из двух противоположных направлений (например, юг - север или север - юг) представляет собой длину перегона между двумя соседними перекрестками. Первая стоп-линия в направлении юг - север ключевого перекрестка будет условно принята нами за ось абсцисс. В дальнейшем вдоль оси ординат откладывается (в заданном масштабе) путь, проходимый автомобилями, а вдоль оси абсцисс - время, за которое автомобили, движущиеся с задаваемой скоростью, проходят отдельные отрезки пути. Нанесем индикацию сигналов светофоров, т. е. длительности тактов и цикла регулирования для ключевого перекрестка, между его стоп-линиями. Время будем откладывать в удобном масштабе. Всего наносится пять - десять циклов регулирования. Рассмотрим первый из этих циклов регулирования. Через начало основного такта проведем линию скорости движения по перегону А - Б в направлении юг - север. Тангенс наклона этой линии $tg \alpha$ представляет отношение длины перегона $l_{пер}$ к времени проезда по нему $t_{пер}$ и может быть определен с помощью выражения:

$$tg\alpha = \frac{V_p M_\Gamma}{3,6M_B}, \quad (4.24)$$

где $tg \alpha$ – тангенс угла наклона ленты времени;

V_p – расчетная скорость движения, км/ч;

M_Γ – масштаб построения графика по горизонтали;

M_B – масштаб построения графика по вертикали.

Предположим для упрощения, что скорость движения по магистрали одинакова для всех направлений и перегонов. Проведем линию, параллельную

первой, и продолжив эти две линии скорости в пределах графика, получим границы ленты времени, рекомендуемая ширина которой равна:

$$t_n = 0,36T_u, \quad (4.25)$$

где t_n – рекомендуемая ширина ленты времени, с;

T_u – длительность цикла регулирования, с.

Допустимые границы изменения ширины ленты времени лежат в пределах $(0,31-0,5)T_u$.

Левая граница соответствует движению первого автомобиля в группе, а правая - последнего. Необходимо, чтобы полученная лента времени проходила внутри основного такта (зеленый сигнал по магистрали). «Избыток» времени основного такта распределим равномерно по концам ленты времени. Получена лента времени, т. е. лента безостановочного движения по магистрали в направлении юг - север. Теперь аналогично выполним построение такой же ленты на этом же графике для направления север - юг, для чего через точки В - Г проведем линии скорости в этом направлении. Может оказаться, что лента времени в направлении север - юг на ряде перекрестков не попадает полностью внутрь основного такта. Тогда используют избыток зеленого сигнала. Если эта операция не приносит успеха, то необходимо либо увеличить несколько длительность цикла, либо слегка изменить скорость движения (наклон ленты) на всем протяжении магистрали или на отдельных перегонах между перекрестками, при этом лента безостановочного движения получается ломаной. Допустимыми границами изменения скорости являются $\pm 10-12\%$. Допустимое увеличение длительности цикла составляет 10-12%. При увеличении длительности цикла пропорционально изменяются также и длительности основных тактов. Для каждого перекрестка определяются длительности тактов и сдвиги фаз в основном направлении.

Построением лент безостановочного движения в обоих направлениях заканчивается процесс построения графика координации.

Все изменения, связанные с корректировками при построении графика координированного регулирования, необходимо описать в расчетно-пояснительной записке.

Заключение

В заключении необходимо обосновать необходимость введения координированного светофорного регулирования дорожного движения на заданную магистраль. Описать влияние введения координированного регулирования на примере курсового проекта на уровень транспортных задержек и др. показатели эффективности регулирования, а также на характеристики дорожного движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения [Текст] : учебник для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 280 с.

2 ГОСТ Р 52289-2004. ТСОДД. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст]. – Введ. 2006-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 146 с.

3 Гуревич, Л. В. Управление движением на улицах и дорогах [Текст] / Л.В. Гуревич. - М. : Транспорт,1971. - 200 с.

4 Сидоров, Б.А. Технические средства организации дорожного движения [Текст] : методические указания к курсовому проектированию для студентов всех форм обучения, для направления 190700.62 «Технология транспортных процессов» / Б.А. Сидоров. – Екатеринбург : РИО УЛГТУ, 2013. – 28 с.

Приложение А

Титульный лист пояснительной записки
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра организации и безопасности движения

Организация координированного регулирования на магистрали

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Технические средства организации движения»

Выполнил студент гр. _____
/ _____ /

Руководитель
/ _____ /

Проект защищен с оценкой _____
« _____ » _____ 20 ____ г.

Комиссия
/ _____ /

/ _____ /

Курган 20 ____

Димова Ирина Петровна

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания
к выполнению курсового проекта
для студентов всех форм обучения направления
230301 «Технология транспортных процессов»

Редактор Н.Л. Борисова

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------------------|
| Подписано к печати | Формат 60x84 1/16 | Бумага 65 г/м ² |
| Печать цифровая | Усл.печ.л. 1,5 | Уч.-изд. л. 1,5 |
| Заказ | Тираж 25 | Не для продажи |

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.