

Министерство образования и науки Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания
по выполнению курсового проекта
для студентов, обучающихся по направлению 190700
«Технология транспортных процессов»
профиля «Безопасность дорожного движения»



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
2013

УДК 629.331.07(076)
ББК 0331-08я73-5
П256

Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета

Рецензент

Кандидат технических наук,
доцент кафедры «АиАТ» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
В.М. Мелисаров

Составители:

Н.В. Пеньшин, В.А. Гавриков

П256 Технические средства организации движения : метод. указания / Н.В. Пеньшин, В.А. Гавриков. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 32 с. – 25 экз.

Сформулированы общие требования по выполнению курсовой работы, описаны порядок и методика расчёта курсовой работы, приведены примеры графического материала. Подготовлены в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 190700.62 «Технология транспортных процессов».

Предназначены для студентов направления подготовки бакалавров 190700 «Технология транспортных процессов» профиля «Безопасность дорожного движения».

УДК 629.331.07(076)
ББК 0331-08я73-5

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2013

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с учебным планом подготовки бакалавров направления 190700 «Технология транспортных процессов» профиля «Безопасность дорожного движения» предполагается ежегодная подготовка студентами курсового проекта.

Курсовой проект, самостоятельная учебная работа, выполняемая в течение учебного года (курса, семестра) студентами под руководством профессоров и преподавателей, состоит из графической части (чертежей) и расчётно-пояснительной записки.

В процессе курсового проектирования студенты приобретают навыки работы со специальной литературой фундаментального и прикладного характера, с государственными и нормативными актами, со справочной и методической литературой, учатся анализировать, обобщать и систематизировать фактический и статистический материал, делать определённые выводы и предложения.

Подготовка курсовых проектов играет большую роль в развитии навыков самостоятельной работы в области организации и безопасности дорожного движения, так как позволяет приобщить будущих специалистов к достижениям науки и практики, воспитывает у них чувство ответственности, прививает навыки исследовательской деятельности. Подготовка курсовых проектов является содержанием одного из видов научно-исследовательской работы студентов, встроенной в учебный процесс.

Таким образом, целью разработки и выполнения студентами курсового проекта является закрепление, углубление и обобщение полученных знаний, обучение анализу, обобщению материалов по вопросам дисциплины, проектированию организации дорожного движения, расчёту программы светофорного регулирования и определению эффективности внедрения технических средств организации движения.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по дисциплине «Технические средства организации движения» состоит из четырёх основных разделов:

1. Расчёт светофорных циклов на магистрали.
2. Построение графика координированного управления.
3. Техничко-экономическая оценка внедрения светофорного объекта.
4. Проектирование технических средств организации дорожного движения.

1.1. ВЫБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Задание студентам дневной формы обучения выдаёт преподаватель, ведущий курсовое проектирование. В качестве исходных данных используются параметры условной магистрали, представленные в табл. 1.1 – 1.3. Исходные данные выбираются на основании трёх последних цифр зачётной книжки. Из таблицы 1.1 выбирается вариант по последней цифре номера зачётной книжки, из таблицы 1.2 – по последней цифре суммы двух последних цифр, из таблицы 1.3 – по последней цифре суммы трёх последних. Перед выполнением работы необходимо внимательно изучить данные табл. 1.2, так как в некоторых вариантах перекрёстки А, Б, В или Г могут быть трёхсторонними (Т-образный перекрёсток), рис. 1.1.

1.1. Параметры магистрали

Вариант	Перегон L_A		Перегон L_B		Перегон L_B	
	длина, м	уклон, %	длина, м	уклон, %	длина, м	уклон, %
0	230	0	270	+3	150	+5
1	460	+6	320	0	420	-2
2	150	0	270	-3	290	+3
3	320	-4	180	+4	290	+4
4	180	0	330	0	220	+2
5	330	-5	240	0	270	0
6	250	+4	260	+4	190	0
7	220	+2	390	-2	310	+3
8	200	0	300	0	230	+1
9	370	+3	270	0	340	+3

Примечание. В данных продольного уклона на перегонах знак (+) означает подъём от предыдущего перекрёстка к последующему, (-) – спуск.

1.2. Параметры перекрёстков

Вариант	А		Б		В		Г	
	$l_A, \text{ м}$	число сторон	$l_B, \text{ м}$	число сторон	$l_B, \text{ м}$	число сторон	$l_G, \text{ м}$	число сторон
0	14	4	11	4	14	4	10	3
1	11	3	7	4	14	4	7	4
2	11	4	11	4	11	4	8	3
3	14	4	8	3	11	4	11	3
4	10	4	7	3	11	3	7	4
5	14	4	11	4	14	4	10	4
6	14	4	10	3	11	3	8	4
7	11	3	11	4	14	4	11	4
8	10	4	7	3	14	4	11	4
9	14	4	10	4	11	4	7	3

1.3. Интенсивности транспортных потоков по направлениям перекрёстков (ед/ч)

Вариант	Перекрёсток												$N_M, \text{ ед./ч}$
	А			Б			В			Г			
	N_A	N_B	N_C	N_A	N_B	N_C	N_A	N_B	N_C	N_A	N_B	N_C	
0	350	190	140	200	80	90	400	230	150	150	60	90	1200
1	330	180	130	180	75	60	450	250	170	180	70	85	1350
2	300	177	130	170	80	80	380	200	190	200	50	100	1400
3	370	200	150	175	70	85	430	190	200	175	55	105	1000
4	290	170	120	190	65	70	390	210	165	210	60	70	1300
5	375	210	170	190	75	80	420	240	250	200	45	98	1250
6	310	165	125	150	50	75	400	225	230	220	40	100	1150
7	360	220	165	155	40	55	435	245	260	195	70	120	980
8	380	230	180	160	55	60	440	205	170	230	35	120	1380
9	320	184	150	200	70	85	410	225	280	250	40	115	1270

Примечания:

- N_M – интенсивность движения на магистрали в одну сторону.
- Если перекрёсток А, Б, В или Г оказался трёхсторонним, то N_A для этого перекрёстка принимается равным нулю, а интенсивности N_B и N_C в сумме увеличиваются на величину N_A .
- Число грузовых автомобилей и автобусов в транспортных потоках составляет 20%.
- Ширина проезжей части магистрали равна 23 м.

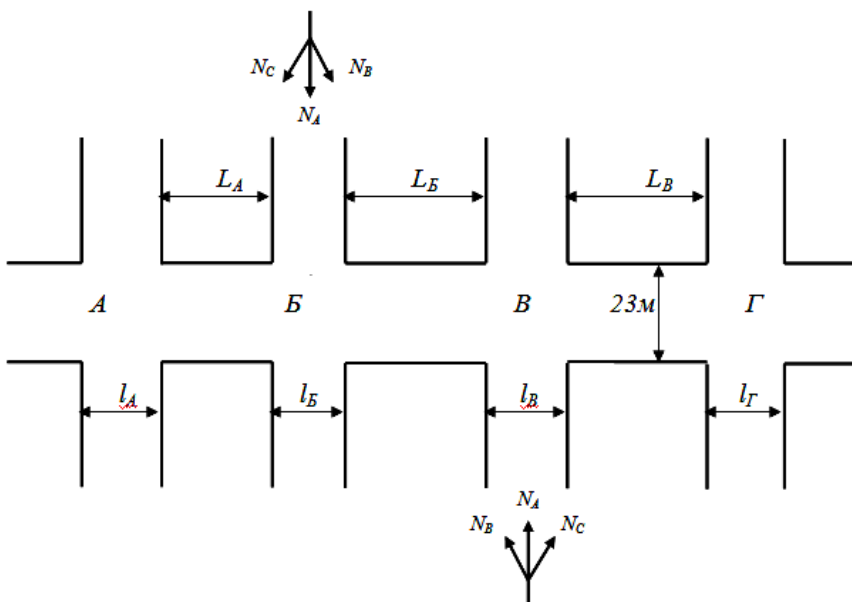


Рис. 1.1. Схема магистрали

1.2. СОСТАВ РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

В расчётно-пояснительной записке должны быть подробно рассмотрены следующие вопросы:

- 1) оценка планировочных параметров перекрёстка;
- 2) расчёт цикла светофорного регулирования;
- 3) построение графика координированного управления;
- 4) расчёт основных показателей качества организации дорожного движения;
- 5) выводы о качестве организации дорожного движения на основе проведенных расчётов;
- 6) подготовка предложений по совершенствованию организации дорожного движения на регулируемом перекрёстке.

Графическая часть курсовой работы, выполненная на трёх листах формата А1, должна содержать:

- 1) план-схему магистрали с указанием на ней расположения светофоров, дорожных знаков и разметки;

2) схемы пофазных разъездов транспортных средств с нумерацией фаз, тактов и группировкой ламп светофоров;

3) график координированного управления.

Расчётная скорость транспортных средств при подходе к перекрёстку и в зоне перекрёстка 50 км/ч.

2. ОЦЕНКА ПЛАНИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕКРЁСТКА

Оценка ОДД на РП предполагает наличие заданных планировочных параметров перекрёстков. Однако и при согласовании проектов, и при обследовании соответствующих перекрёстков следует обращать внимание на те планировочные параметры, которые могут быть улучшены без существенных капитальных затрат и в то же время позволяют повысить эффективность ОДД. К ним относятся: ширина проезжей части на подходе к перекрёстку, наличие и тип приподнятых направляющих островков и островков безопасности, радиусы закруглений проезжей части.

Разработка проекта строительства или реконструкции перекрёстка выполняется в соответствии с требованиями строительных норм. Они косвенным образом (через нормированную ширину проезжих частей пересекающих улиц) определяют габаритные размеры перекрёстка и общую ширину проезжих частей на подходах к нему. Подходящий к РП транспортный поток в общем случае распределяется на все выходы с РП. Причём единовременная нагрузка выхода с РП, как правило, ниже, чем входа на него. Поэтому целесообразно после соответствующих обоснований предлагать несимметричное деление проезжей части на подходе к РП за счёт разделительной полосы (создание «шлюза» для левоповоротного транспортного потока) или газона между проезжей частью и тротуаром («шлюз» для правоповоротного транспортного потока), а при отсутствии разделительной полосы – за счёт отклонения осевой линии разметки. Это позволит отдельно регулировать транспортные потоки различных направлений движения через РП, что повысит уровень безопасности движения или уменьшит задержки транспортных средств и увеличит пропускную способность РП.

Радиусы закруглений проезжей части на перекрёстках согласно СНиП 2.07.01–89*, п. 6.22* должны быть не менее 8 м. При минимальных радиусах ширина полосы движения для правого поворота должна быть 4...4,5 м на расстоянии 25...30 м до и после перекрёстка. Увеличение радиуса позволяет не только повысить скорость движения правоповоротных

ТС и улучшить условия видимости, но и использовать более эффективно некоторые методы ОДД: устройство двойной стоп-линии для приоритетного пропуска маршрутных ТС через РП, организацию петлеобразного поворота ТС, шлюзование малоинтенсивного правоповоротного транспортного потока с выносом предназначенной для него стоп-линии к границе пересекаемой проезжей части (при отсутствии наземного пешеходного перехода).

Условия применения направляющих островков и островков безопасности оговорены ГОСТ Р 52289–2004. Островки безопасности по п. 8.2.6 стандарта должны предусматриваться при интенсивности транспортного потока не менее 400 ед./ч на полосу движения и расстоянии между тротуаром и островком не менее 10,5 м.

Направляющие островки, канализируя движение ТС, позволяют значительно снизить опасность на РП. Их конфигурация определяется исходя из конкретных дорожно-транспортных условий.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОФАЗНОГО РАЗЪЕЗДА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Пофазный разъезд обеспечивает разделение конфликтующих потоков во времени. Число фаз, а следовательно, и выделенных групп транспортных и пешеходных потоков в соответствующих фазах зависит от характера конфликтных точек на перекрёстке и интенсивности движения в каждом направлении. С точки зрения безопасности движения, число фаз должно быть таким, чтобы не было ни одной конфликтной точки. Вместе с тем, увеличение числа фаз ведёт к увеличению длительности цикла.

В процессе пофазного разъезда каждый участок движения получает право на пересечение стоп-линии, как правило, лишь в одной фазе. С ростом их числа время ожидания права проезда каждого участника движения увеличивается, следовательно, увеличивается суммарная задержка на перекрёстке. Кроме того, каждой фазе должна соответствовать минимум одна своя полоса движения на подходах к перекрёстку. В противном случае реализовать пофазный разъезд не удастся. Выделение для каждой фазы своей полосы (или полос) движения в свою очередь приводит к недоиспользованию пропускной способности полосы. Следствием этого является уменьшение пропускной способности перекрёстка с ростом числа фаз.

Таким образом, определение оптимального числа фаз регулирования является решением компромиссным. В интересах высокой пропускной

способности следует всегда стремиться к минимальному числу фаз настолько, насколько позволяют условия безопасности движения.

Как правило, регулирование должно быть двухфазным, в отдельных случаях – трёхфазным. Циклы, состоящие из четырёх или пяти фаз, можно принять лишь в исключительных случаях (обычно при трамвайном перекрёстном движении) и только при наличии резерва пропускной способности пересекающихся проезжих частей.

В целях сокращения задержек транспортных средств и пешеходов надо стремиться к уменьшению числа фаз в цикле регулирования. Введение третьей фазы (для пропуска левоповоротных потоков транспорта или специально для пешеходов) является необходимым только при выполнении хотя бы одного из двух условий (см. ГОСТ 52289–2004):

– интенсивность левоповоротного потока составляет более 120 ед./ч при достаточно большой интенсивности прямого конфликтующего потока (например, по одной полосе более 400 ед./ч);

– значения интенсивности конфликтующих транспортного и пешеходного потоков N_T и N_P , пропускаемых в одной фазе, удовлетворяют неравенствам: $N_T > 120$ ед./ч; $N_P > 900$ пеш./ч.

Для каждого направления, обслуживаемого в отдельной фазе, должно быть хотя бы одна полоса движения для ожидания в очереди.

Для левоповоротных потоков транспортных средств, проезжающих на «просачивание» или же пропускаемых по методу «ранней отсечки» (или «задержки старта»), желательно предусмотреть отдельную полосу на подходе к перекрёстку. Но более удачным решением является такой вариант планировки, при котором предусматривается специальное место на перекрёстке, где левоповоротные транспортные средства могли бы скапливаться в ожидании возможности проезда, не блокируя движение в других направлениях, разрешённых в данной фазе.

Пропуск правоповоротных потоков может быть выполнен двумя способами в зависимости от использования правой полосы на подходе к перекрёстку.

Первый – только для правоповоротного потока, второй – для правоповоротных и следующих в прямом направлении транспортных средств.

В первом случае правоповоротные потоки можно пропускать независимо от транспортных средств, движущихся в прямом направлении. Часто это позволяет разрешить выполнение правого поворота в течение всего цикла, т.е. полностью устранить задержки правоповоротных транспортных средств.

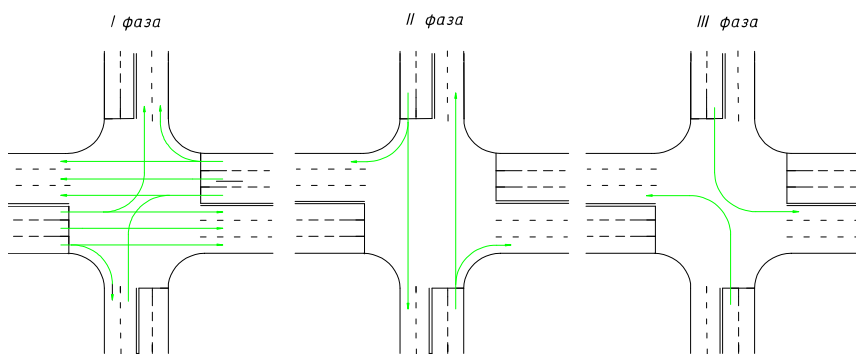


Рис. 3.1. Пример трёхфазного цикла

С другой стороны, в этом случае транспортные средства, движущиеся в прямом направлении, могут использовать меньшее число полос движения. Это может привести к увеличению фазового коэффициента соответствующей фазы, что, в свою очередь, приведёт к росту цикла регулирования и увеличению транспортных задержек на других подходах к перекрёстку.

При большой ширине проезжей части (более двух полос для движения в одном направлении) в некоторых случаях целесообразно предусмотреть поэтапный пропуск пешеходов через проезжую часть с использованием островка безопасности.

Очень важно на перекрёстке и на подходе к нему установить необходимые дорожные знаки и нанести горизонтальную разметку. От правильности их установки и нанесения будет зависеть правильность организации дорожного движения на перекрёстке, а следовательно, и безопасность движения.

При организации пофазного разъезда следует придерживаться следующих принципов:

1. Стремиться к минимальному числу фаз в цикле регулирования.
2. Учитывать, что допускается совмещать в одной фазе:
 - левоповоротный поток, конфликтующий с определяющим длительность фазы встречным потоком прямого направления, если левоповоротный поток не превышает 120 авт./ч;
 - пешеходный и конфликтующий с ним поворотные транспортные потоки, если пешеходный поток не превышает 900 чел./ч, а поворотные не превышают 120 авт./ч.
3. Не выпускать из одной и той же полосы ТС, движение которых предусмотрено в разных фазах, т.е. полосы движения закрепляют за определёнными фазами.

4. Стремиться к равномерной загрузке полос. Интенсивность движения, в среднем приходящаяся на одну полосу, не должна превышать диапазон 600...700 ед./ч.

5. При широкой проезжей части (3 полосы движения и более в одном направлении) следует рассматривать возможность поэтапного перехода пешеходами улицы в течение двух следующих друг за другом фаз регулирования.

4. РАСЧЁТ ЦИКЛА СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ НАСЫЩЕНИЯ

Потоки насыщения определяются для всех направлений перекрёстка в каждой фазе. Для четырёхстороннего перекрёстка таких направлений – 12, для трёхстороннего – 6. Если ширина проезжей части находится в пределах 5,4...18 м, то поток насыщения для движения прямо определяется по формуле

$$M_{ijпр} = 525B_{п.ч}, \quad (4.1)$$

где $B_{п.ч}$ – ширина проезжей части (полосы движения), м; i – номер полосы движения; j – номер фазы.

При ширине проезжей части менее 5,4 м потоки насыщения для движения прямо определяются по табл. 4.1.

Таблица 4.1

$B_{п.ч}$	5,1	4,8	4,2	3,6	3,3	3,0
M , ед/ч	2700	2475	2075	1950	1875	1850

В зависимости от продольного уклона дороги на подходе к перекрёстку расчётное значение M_{ij} меняется. Каждый процент уклона на подъёме снижает, а на спуске увеличивает поток насыщения на 3%.

Если суммарная интенсивность лево- и правоповоротного потоков составляет более 10% от общей интенсивности движения в данной фазе и отдельные полосы для них не выделены, то рассчитанные по формуле (4.1) потоки корректирует:

$$M_{ij} = M_{ijпр} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (4.2)$$

где a , b , c – интенсивность движения транспортных потоков 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 $M_{ij\text{пов}}$ определяется в зависимости от радиуса поворота R по формулам:

– для одnorядного движения

$$M_{ij\text{пов}} = \frac{1800}{1 + 1,525/R}; \quad (4.3)$$

– для двухрядного движения

$$M_{ij\text{пов}} = \frac{3000}{1 + 1,525/R_{\text{ср}}}, \quad (4.4)$$

где R – радиус поворота, м; $R_{\text{ср}}$ – средний радиус поворота двух полос, м.

Факторы, влияющие на поток насыщения, учитывают с помощью поправочных коэффициентов. Эти коэффициенты отражают условия движения на перекрёстке (табл. 4.2), которые можно подразделить на три группы: хорошие, средние и плохие. Отнесение условий на данном направлении движения через перекрёсток к одной из групп влечёт за собой изменение потока насыщения. Его значение, определённое по формулам или по данным табл. 4.1, должно быть умножено на соответствующий поправочный коэффициент.

Таблица 4.2

Условия движения	Описание условий	Поправочный коэффициент
Хорошие	Отсутствует влияние пешеходов и стоящих автомобилей. Хороший обзор, достаточная ширина проезжей части на выходе с перекрёстка. В тёмное время суток освещение перекрёстка в пределах норм	1,2
Средние	Наличие характеристик из групп «Хорошие» и «Плохие» условия	1,0
Плохие	Низкая средняя скорость движения. Неудовлетворительные ровность и сцепные качества покрытия. Имеется влияние стоящих автомобилей, конфликтов с транспортными потоками при поворотном движении, пешеходов. Плохой обзор перекрёстка, слабая освещённость проезжей части	0,85

4.2. РАСЧЁТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ТАКТОВ

В соответствии с назначением промежуточного такта его длительность должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к перекрёстку на зелёный сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зелёного на жёлтый смог либо остановиться у стоп-линий, либо успеть освободить перекрёсток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движение в следующей фазе).

Длительность промежуточного такта должна включать в себя не только время, необходимое для освобождения автомобилем перекрёстка, но и время его движения в пределах расстояния, равного остановочному пути. С другой стороны, автомобилю, начинающему движение в следующей фазе, также необходимо определённое время, чтобы достигнуть точки конфликта с автомобилем предыдущей фазы. Это способствует уменьшению длительности промежуточного такта.

Длительность промежуточного такта t_{Π} в секундах определяется по формуле

$$t_{\Pi} = \frac{V_a}{7,2a_T} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{V_a}, \quad (4.5)$$

где V_a – средняя скорость автомобиля на подходе к перекрёстку и в зоне перекрёстка без торможения, км/ч; a_T – среднее замедление автомобилей при включении запрещающего сигнала, м/с²; l_i – расстояние от стоп-линии до дальней конфликтной точки (ДКТ), м; l_a – длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

В качестве расчётного значения V_a в проекте принимается скорость, равная 50 км/ч, при движении в прямом направлении и 25 км/ч в поворотном. Если при построении графика координированного управления возникла необходимость изменить эту скорость, то после выбора новой скорости повторно рассчитывается значение t_{Π} . Величина среднего замедления a_T принимается равной 4 м/с². Расстояние l_i определяется на основе геометрических размеров перекрёстка (при определении длины l_i необходимо учитывать, что стоп-линия должна располагаться на расстоянии 10 м от пересекаемой проезжей части, радиус закругления определяется согласно СНиП 2.07.01–89*). Длина транспортного средства l_a принимается равной 5 м.

В период промежуточного такта пешеходы могут заканчивать движение, начатое на основной разрешающий сигнал. За время t_{Π} пешеходы должны завершить переход или дойти до островка безопасности на раздельной полосе, либо успеть вернуться назад в точку начала движения. Время, которое потребуется для этого одному пешеходу, можно определить по формуле:

$$t_{п(пш)} = \frac{B_{п.ч}}{4V_{пш}}, \quad (4.6)$$

где $V_{пш}$ – расчётная скорость движения пешеходов, $V_{пш} = 1,3$ м/с.

Для дальнейших расчётов за величину промежуточного такта (время горения жёлтого сигнала светофора), следует принимать наибольшее из значений $t_{п}$ и $t_{п(пш)}$, которое округляется до целого числа секунд и должно находиться в пределах 3...4 с.

4.3. РАСЧЁТ ФАЗОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Значения фазовых коэффициентов для каждого из направлений движения на пересечениях в данной фазе регулирования определяются по формуле

$$y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{ij}}, \quad (4.7)$$

где N_{ij} – интенсивность движения транспорта по направлениям перекрёстка, взятая из табл. 1.3.

За расчётный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент y принимается наибольшее его значение y_{ij} в данной фазе. 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 расчётного. Однако этот фазовый коэффициент должен быть не более суммы расчётных фазовых коэффициентов тех фаз, в течение которых этот поток пропускается. Если это условие не соблюдается, то один из расчётных фазовых коэффициентов, входящих в эту сумму, должен быть искусственно увеличен.

Для каждой из фаз регулирования выбирается максимальное значение фазового коэффициента и находится их сумма:

$$Y = y_{i1} + y_{i2} + y_{in}. \quad (4.8)$$

4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА И ОСНОВНЫХ ТАКТОВ

Для расчёта длительности цикла светофорного регулирования (совокупности всех повторяющихся фаз) можно использовать формулу Ф. Вебстера:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5T_{\text{п}} + 5}{1 - Y}, \quad (4.9)$$

где $T_{\text{п}}$ – сумма промежуточных тактов.

По соображениям безопасности движения длительность цикла, больше 120 с, считается недопустимой, так как водители при продолжительном ожидании разрешающего сигнала могут посчитать светофор неисправным и начать движение на запрещающий сигнал. Если расчётное значение $T_{\text{ц}}$ превышает 120 с, необходимо добиться снижения длительности цикла путём увеличения числа полос движения на подходе к перекрёстку, запрещения отдельных маневров, снижения числа фаз регулирования, организации пропуска интенсивных потоков в течение двух фаз и более. По тем же соображениям нецелесообразно принимать длительность цикла менее 25 с.

Длительность каждого основного такта пропорциональна величине максимального фазового коэффициента данной фазы, поэтому эти длительности определяются по формуле

$$t_{\text{он}} = \frac{(T_{\text{ц}} - T_{\text{п}})y_n}{Y}, \quad (4.10)$$

где y_n – максимальный фазовый коэффициент в соответствующей фазе.

По соображениям безопасности движения $t_{\text{он}}$ обычно принимают не менее 7 с. В противном случае повышается вероятность цепных ДТП при разезде очереди на разрешающий сигнал светофора. Поэтому, если длительность основного такта получается менее 7 с, её следует увеличить до минимально допустимой. Расчётную длительность основных тактов необходимо проверить на обеспечение ими пропуска в соответствующих направлениях пешеходов и трамвая.

Далее, расчётную длительность основных тактов проверяют на обеспечение безопасного перехода проезжей части пешеходами в соответствующих направлениях. Время, необходимое для перехода проезжей части пешеходом, рассчитывают по формуле

$$t_{\text{пш}} = \frac{B_{\text{п.ч}}}{V_{\text{пш}}} + 5, \quad (4.11)$$

В случае, устройства на магистрали разделительной полосы, значение $t_{\text{пш}}$ уменьшаем в два раза.

Далее необходимо сравнить полученные значения $t_{\text{пш}}$ с длительностью соответствующих основных тактов. Если значения $t_{\text{пш}}$ оказались больше $t_{\text{о}}$, окончательно принимают новую уточнённую величину $t_{\text{о}}$, равную наибольшему значению $t_{\text{пш}}$.

4.5. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА РЕЖИМА РАБОТЫ СВЕТОФОРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ВЫБОР КЛЮЧЕВОГО ПЕРЕКРЁСТКА

Порядок чередования и длительность сигналов для каждого светофора, установленного на перекрёстке, отражает график режима светофорной сигнализации (рис. 4.1). Это позволяет использовать его для коммутации ламп светофоров в период монтажных работ. Каждая строка графика соответствует одному или нескольким светофорам с одинаковым режимом работы. В левой части графика указывают номера светофоров и дополнительных секций, присваиваемых им в процессе проектирования светофорного объекта. В средней части графика соответствующими цветами показано чередование сигналов светофоров. Эту часть графика выполняют в масштабе, который отражает длительности сигналов, записанных в правой части графика. Масштаб выбирают произвольно. Перед выполнением графика вычерчивают генплан перекрёстка с нанесёнными на нём техническими средствами организации движения.

Для технической реализации координированного управления движением на магистрали необходимо выполнять ряд условий, одним из которых является одинаковая длительность цикла светофорного регулирования на всех перекрёстках. Для этого требования выбираем самый длительный светофорный цикл. Перекрёсток магистрали, имеющий такой цикл, называется ключевым.

Для всех остальных перекрёстков делаем перерасчёт основных тактов. Этот цикл будет оптимальным только для ключевого перекрёстка, для остальных он будет избыточным, в результате чего возможны заторы на второстепенных дорогах.







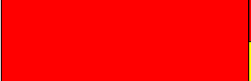


№ светоров	График включения сигналов			Длительность			
	1 фаза	2 фаза	3 фаза	T_*	T_x	T_k	$T_{кк}$
1,2,3,4				14	4	28	4
6,7,9,12				17	4	25	4
5,8,10,11				7	4	35	4

Рис. 4.1. Режим работы светофорной сигнализации

5. КООРДИНИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Координированным управлением называется согласованная работа ряда светофорных объектов с целью сокращения задержки транспортных средств.

Принцип координации заключается во включении на последующем перекрёстке по отношению к предыдущему зелёного сигнала с некоторым сдвигом, длительность которого зависит от времени движения транспортных средств между этими перекрёстками. Таким образом, транспортные средства следуют по магистрали (или какому-либо маршруту движения) как бы по расписанию, прибывая к очередному перекрёстку в тот момент, когда на нём в данном направлении движения включается зелёный сигнал. Это обеспечивает уменьшение числа неоправданных остановок и торможений в потоке, а также уровня транспортных задержек.

Для организации координированного управления необходимо выполнение следующих условий: наличие не менее двух полос для движения в каждом направлении; одинаковый или кратный цикл регулирования на всех перекрёстках, входящих в систему координации; транзитность потока должна быть не менее 70%; расстояние между соседними перекрёстками не должно превышать 800 м.

Первое условие связано с необходимостью безостановочного движения транспортных средств с расчётной скоростью и своевременного их прибытия к очередному перекрёстку. Их задержка в пути приведёт к нарушению процесса координированного управления, так как увеличение времени движения на перегонах способствует прибытию автомобиля к перекрёстку с опозданием (в период действия запрещающего сигнала). При узкой проезжей части вероятность задержки в пути повышается, так как затруднён объезд возможных препятствий на дороге (остановившихся у тротуара автомобилей, остановочных пунктов общественного транспорта и т.д.).

Одинаковый или кратный цикл на всех перекрёстках обеспечивает необходимую периодичность смены сигналов, сохранение расчётного сдвига включения фаз, разрешающих движение вдоль маршрута координации.

Требование к транзитности потока означает преобладание на рассматриваемой магистрали потоков прямого направления. Интенсивные поворотные потоки с магистрали и на неё ухудшают эффективность координированного управления.

Ограничение, накладываемое на длину перегона, связано с процессом группообразования в транспортном потоке. Группа автомобилей об-

разуется при разъезде очереди, скопившейся в ожидании разрешающего сигнала светофора. В начале перегона непосредственно за перекрёстком интенсивность такой группы близка потоку насыщения. В процессе дальнейшего движения группы начинается её распад из-за различных скоростей транспортных средств, составляющих эту группу.

По данным многочисленных наблюдений установлено, что группа полностью распадается при длине перегона 800...1000 м и более. Прибытие автомобилей к перекрёстку, удалённому от предыдущего на большее расстояние, будет носить случайный характер, взаимосвязь по потоку с соседним перекрёстком прерывается. Естественно, на динамику этого процесса, помимо состава потока и индивидуальных качеств водителей, оказывает влияние число полос с данным направлением движения, интенсивность движения, наличие на перегонах остановочных пунктов общественного транспорта, пунктов притяжения пешеходов и т.п.

Группообразный характер потоков играет большую роль при организации координированного управления. Чем короче расстояние между перекрёстками, тем меньше вероятность распада группы и, таким образом, меньше времени требуется для её пропуска на следующем перекрёстке. При увеличении временного размера группы в процессе её распада длительность зелёного сигнала на последующем перекрёстке необходимо увеличивать (что ущемляет интересы конфликтующего направления) или пропускать только часть группы, задерживая входящие в её состав медленно движущиеся автомобили. Остановленные у стоп-линий на запрещающий сигнал, они проедут данный перекрёсток лишь в следующем цикле вместе с очередной (следующей) группой.

При координированном управлении используются оба способа, причём первый (удлинение зелёного сигнала) ограничено — лишь для выпуска задержанной части предыдущей группы автомобилей с тем, чтобы они не являлись препятствием для безостановочного проезда через перекрёсток большей части автомобилей следующей группы.

При расстоянии между соседними перекрёстками более 800 м в связи с полным распадом группы её задержанная часть резко увеличивается и координированное управление становится малоэффективным.

Поэтому рекомендуется между этими перекрёстками организовывать светофорный объект (например, регулируемый пешеходный переход) даже, если не выполняются условия 1 – 4 введения светофорной сигнализации.

Правильный выбор расчётной скорости, а следовательно, и сдвига включения зелёных сигналов на соседних перекрёстках оказывают боль-

шое влияние на эффективность координированного управления. Естественно, при выборе расчётной скорости следовало бы ориентироваться на среднюю скорость группы. Однако это вызовет задержку лидирующих автомобилей, которые в свою очередь помешают безостановочному проезду через перекрёсток основной части группы. Поэтому обычно в качестве расчётной выбирают скорость, которую не превышают 85% автомобилей группы. Эта скорость определяется методом натуральных наблюдений для всех перегонов участка магистрали, где вводится координированное управление (для прямого и обратного направлений движения). Если разница между полученными значениями невелика, данные осредняются для получения единой расчётной скорости на этом участке. Это облегчает расчёт планов координации, так как потоки попутного и встречного направлений прибывают к перекрёстку практически одновременно.

Если на отдельных перегонах скорость существенно отличается от общей расчётной для всей магистрали (например, на участках подъёмов и спусков), то для этих перегонов принимают свою расчётную скорость. Аналогично поступают, если есть существенное различие между скоростями попутного и встречного направлений. В этих случаях в силу указанной причины координация работы светофорных объектов затрудняется. Однако искусственное выравнивание скорости, т.е. «навязывание» водителю скорости, отличающейся от реальной, даже с помощью знаков 6.2 «Рекомендуемая скорость», как показывает практика, является малоэффективным.

5.1. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

На первом этапе построения графика изображают прямоугольную систему координат: вертикальная ось – путь, горизонтальная – время. Рядом с вертикальной осью вычерчивают план магистрали с соблюдением масштаба (рис. 5.1). При этом существующие на реальной магистрали повороты «распрямляют», продольные уклоны дороги не учитывают.

В выбранной системе координат вправо через границы перекрёстков проводят линии параллельные оси времени. Между парой горизонтальных линий, соответствующих ключевому перекрёстку, наносят слева направо с соблюдением горизонтального масштаба, повторяющуюся последовательность светофорных сигналов ключевого перекрёстка. От начала зелёных сигналов и точек, отстоящих вправо на интервал времени $t_{д}$, который определяется по формуле

$$t_{\text{л}} = 0,4 \dots 0,5 T_{\text{ц}}, \quad (5.1)$$

проводят наклонные линии. Тангенс угла наклона этих линий определяется по формуле

$$\text{tg } \alpha = \frac{V_a \mu_{\Gamma}}{3,6 \mu_{\text{В}}}, \quad (5.2)$$

где μ_{Γ} – горизонтальный масштаб, число секунд в 1 см; $\mu_{\text{В}}$ – вертикальный масштаб, число метров в 1 сантиметре.

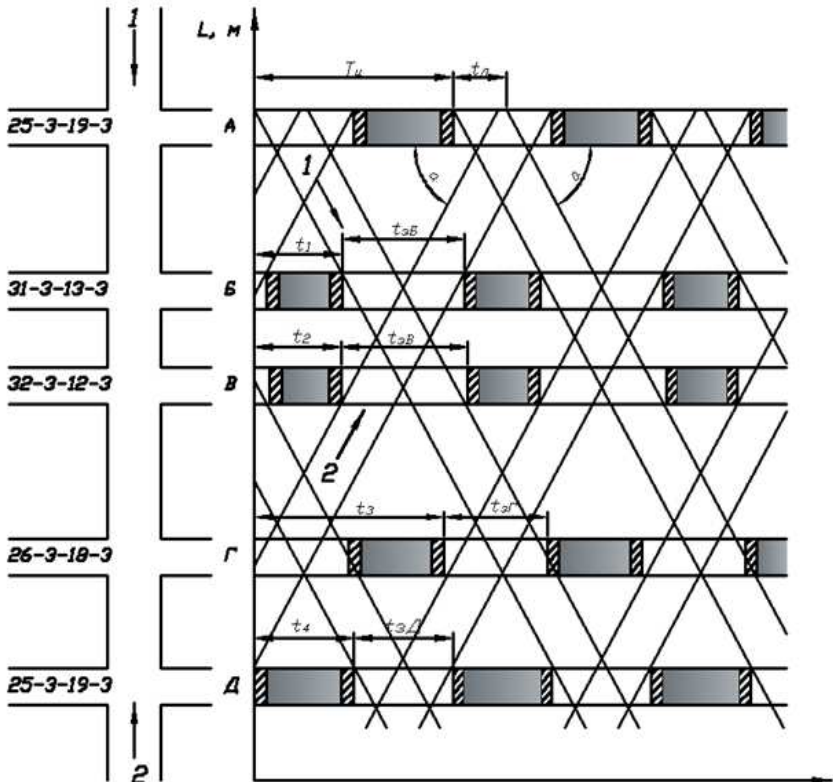


Рис. 5.1. Пример графика координированного управления

Величина t_d определяет ширину так называемой «ленты времени». Если ритм движения автомобиля находится внутри этой ленты, то ему гарантируется безостановочное движение.

Лента времени для встречного направления берётся такой же ширины, но имеет обратный наклон, определяемый по формуле (5.2) в соответствии с расчётной скоростью обратного направления.

Необходимое условие, которому должна удовлетворять максимальная длительность зелёного сигнала $t_{3 \max}$ выражается формулой

$$t_{3 \max} \leq T_{\text{ц}} - (T_{\text{п}} + 7), \quad (5.3)$$

где 7 – минимально возможная длительность основного такта конфликтующего направления, с.

Варьирование длительности зелёного сигнала на перекрёстки можно следующими путями: изменение ширины ленты времени, изменение расчётной скорости по всей магистрали или на отдельном перегоне.

6. РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

6.1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Качество ОДД на РП характеризуется показателями транспортной эффективности, безопасности движения и экологического воздействия транспортных потоков, которые связаны между собой. Оценка качества ОДД на РП должна носить комплексный характер и предусматривать анализ показателей каждой из трёх указанных групп.

Традиционный подход к решению задач ОДД применительно к РП заключается в минимизации показателей, характеризующих затраты времени на проезд перекрёстка (показатели транспортной эффективности) при учёте ограничений, соответствующих требованиям безопасности движения и допустимого уровня экологического воздействия. Однако с учётом конкретных условий движения, состояния аварийности и общей экологической обстановки комплекс показателей может рассматриваться и в других соотношениях.

6.2. ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Для оценки качества ОДД на РП по критерию ущерба от задержек ТС используется задержка второго рода, т.е. общие потери времени (включая потери тех ТС, которые снизили скорость движения перед РП, но не до полной остановки).

Среднюю задержку второго рода для данного регулируемого направления можно определить по формуле

$$t_{\Delta 2} = 0,9 \left[\frac{T_{\text{ц}} \left(1 - \frac{t_p}{T_{\text{ц}}} \right)^2}{2 \left(1 - \frac{N_i}{M_{\text{ни}}} \right)} + \frac{x^2 3600}{2N_i(1-x)} \right], \quad (6.1)$$

$$x = \frac{N}{M_{\text{н}}} \frac{T_{\text{ц}}}{t_p}, \quad (6.2)$$

где x – степень насыщения данного регулируемого направления (удовлетворительным показателем следует считать степень насыщения не более 0,85. Для тех направлений, по которым осуществляется координированное регулирование, удовлетворительной является степень насыщения не более 0,7); N_i – интенсивность движения ТС i -го регулируемого направления, авт./ч; $M_{\text{ни}}$ – поток насыщения 1-го направления, авт./ч; $T_{\text{ц}}$ – длительность светофорного цикла, с; t_p – длительность разрешающего движение сигнала светофора, с.

Если перекрёсток перегружен, то путём применения запрещающих и предписывающих знаков ограничивается движение и возможность маневра.

6.3. ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

6.3.1. Общие требования безопасности движения на РП

К элементарным требованиям обеспечения безопасности движения на РП относятся:

1) удовлетворительное состояние дорожного покрытия по ровности и коэффициенту сцепления на подходах и в зоне РП, в том числе на путях движения пешеходов и велосипедистов;

2) наличие в тёмное время суток искусственного освещения зоны РП с предусмотренными нормативами величинами освещённости и яркости;

3) наличие необходимых ограждений, направляющих устройств и островков для защиты и предотвращения опасного ошибочного движения пешеходов в зоне перекрёстка, особенно при широкой проезжей части;

4) достаточная дальность видимости и различимость всех технических средств и их сигналов, применённых на подходах к РП и непосредственно на РП;

5) соответствие принятого режима регулирования реально существующим потокам;

б) отсутствие в схемах пофазного движения при работе светофоров потенциальных конфликтных точек как между транспортными средствами, так и между ТС и пешеходами, за исключением обоснованно допустимых.

Хотя первые два требования не имеют прямого отношения к ОДД, их следует учитывать при разработке или оценке качества схемы ОДД.

Выполнение требований к состоянию дорожных покрытий необходимо для предотвращения внезапных торможений или манёвров водителей при обнаружении разрушений дорожного покрытия на подходах к перекрёстку. Без нормативного значения коэффициента сцепления нельзя обеспечить эффективное торможение и исключить случаи заносов ТС при торможении. Следует так же обратить внимание на то, что разрушенные или не очищенные зимой пешеходные пути вызывают движение пешеходов в не предусмотренных Правилами дорожного движения местах.

Нормативные требования к состоянию дорожных покрытий и наружного освещения изложены в ГОСТ РФ «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения» ГОСТ Р 50597–93.

Размещение технических средств ОДД регламентировано стандартом. Однако он не может в полной мере учитывать местные условия. Поэтому в проверку правильности расположения средств регулирования необходимо включать оценку их видимости и различимости с места водителя автомобиля при приближении к объекту по всем направлениям и полосам проезжей части. Размещение дорожных светофоров должно обеспечивать видимость их сигналов с расстояния не менее 100 метров с любой полосы движения, на которую распространяется их действие.

6.3.2. Определение конфликтной загрузки пересечения

Конфликтная загрузка пересечения определяется взаимодействием транспортных потоков и будет различной до и после внедрения светофорного регулирования. Поэтому необходимо провести анализ конфликтных точек.

Для этого на графическом листе формата А4 в произвольном масштабе вычерчивается схема перекрёстка, на которую наносятся разрешённые траектории движения транспортных средств до внедрения свето-

форного регулирования. Количество точек и интенсивности определяются по картограмме интенсивностей и схеме конфликтности перекрёстка.

При внедрении светофорного регулирования число конфликтных точек сокращается и довольно часто снижается степень опасности оставшихся, что является эффективным средством обеспечения безопасности движения. Поэтому по схемам пофазного разъезда проводится анализ конфликтных точек и определяется конфликтная нагрузка для каждой фазы.

Конфликтность определяется по одной из методик, предложенных преподавателем в лекционном курсе. Простейший метод с учётом интенсивностей транспортных потоков – определение индекса конфликтности по формуле

$$m = 0,01 \left[1 \sum_{i=1}^{n_o} N_{oi} + 3 \sum_{i=1}^{n_c} N_{ci} + 5 \sum_{i=1}^{n_n} N_{ni} \right], \quad (6.3)$$

где n_o , n_c , n_n – количество точек ответвления, слияния и пересечения; N_{oi} , N_{ci} , N_{ni} – меньшие интенсивности из каждой пары конфликтующих между собой транспортных потоков.

6.4. ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Неоптимальные решения в ОДД на РП приводят, как правило, к повышенным задержкам ТС. Работа автомобильных двигателей на холостом ходу, а также в форсированном режиме при разгоне после остановки влечёт за собой повышенный расход ГСМ и, как следствие, увеличение выброса в атмосферу токсичных компонентов отработавших газов.

Самостоятельным показателем, характеризующим транспортную эффективность, является доля остановленных ТС в целом на РП, вычисляемая по формуле

$$D_o = \frac{\sum_{i=1}^{\chi} d_{oi} N_i}{\sum_{i=1}^{\chi} N_i}, \quad (6.4)$$

где χ – число регулируемых направлений; N_i – интенсивность движения ТС на данном регулируемом направлении, авт./ч; d_{oi} – доля остановленных ТС на данном регулируемом направлении.

$$d_{oi} = \frac{T_{ц} - t_{pi}}{m_{ц}} \left(1 - \frac{0,37N_i}{M_{ni} - N_i} \right), \quad (6.5)$$

где $T_{ц}$ – длительность цикла светофорного регулирования, с; t_{pi} – длительность сигнала светофора, разрешающего движение в регулируемом направлении i , с; M_{ni} – поток насыщения для данного регулируемого направления.

Удовлетворительным показателем следует считать долю остановленных транспортных средств $\leq 0,5$.

При расчёте показателей дополнительного расхода топлива и выброса ТКОГ учитывается не только доля остановленных ТС, но и снизивших скорость перед РП, но не до полной остановки. Эта доля определяется по формуле

$$d_{п} = 1,37 \frac{(T_{ц} - t_{pi})N_i}{T_{ц}(M_{ni} - N_i)}, \quad (6.6)$$

Экологическое воздействие транспортных потоков на РП характеризуется дополнительными расходами топлива и выбросом ТКОГ, что соответствует увеличению показателей по сравнению с уровнем показателей при условии преодоления данного РП всеми ТС остановки и снижения скорости.

7. ПОДГОТОВКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА РЕГУЛИРУЕМОМ ПЕРЕКРЁСТКЕ

Характер обустройства РП определяется направлениями, интенсивностью и составом ТП. Программа работы светофоров должна быть увязана с планировочными характеристиками РП и схемой ОДД на нём.

Большое значение для оптимизации движения через РП имеет рациональное использование проезжей части на подходе к нему. Обычно число полос перед стоп-линией сохраняется после РП. Однако при наличии перед РП специализированных полос, предназначенных для движения ТС только направо или налево, за перекрёстком число полос может быть меньше на одну.

Поворотные потоки затрудняют разъезд очереди в прямом направлении. Поэтому следует избегать совместного использования полос для

движения потоков разных направлений. При этом оставшиеся полосы для прямого направления должны иметь достаточную пропускную способность.

Длина левоповоротной полосы, полученной за счёт уширения проезжей части перед перекрёстком, должна складываться из участков переоборудования, замедления и отстоя ТС в период образования очереди при запрещающем сигнале светофора. При сложившейся скорости потока при подходе к РП менее 50 км/ч опасность конфликтных ситуаций при переоборудовании и замедлении ТС снижается. Поэтому можно ограничиться лишь участками отстоя. При отсутствии специальной фазы для левого поворота эта длина определяется исходя из двукратного среднего числа автомобилей, прибывающих за цикл на эту полосу к РП, с учётом наличия в этом случае конфликта между левым поворотом и прямым потоком встречного направления. При невозможности выполнить это требование рекомендуется сократить длительность цикла.

Водители ТС, поворачивающие направо, должны пропускать пешеходов. Это вызывает их задержку, а следовательно, и задержку ТС прямого направления, если для правоповоротного и прямого потоков используется одна и та же полоса. Отсюда потребность в специализации правоповоротных полос.

Разворот ТС создаёт дополнительные конфликтные ситуации. На РП без ущерба для безопасности движения и пропускной способности он может быть осуществлён, если:

- подход к перекрёстку имеет специальные полосы для левого поворота, которые также могут справляться с движением на разворот;
- разворачивающиеся ТС не создают препятствий для пешеходных потоков, движущихся через проезжую часть.

В противном случае целесообразно место разворота устраивать вне перекрёстка.

Рациональным решением является устройство места разворота непосредственно перед РП. В период действия запрещающего сигнала он осуществляется практически бесконфликтно. Место разворота может быть предусмотрено и непосредственно за РП. Это место, как правило, используется в качестве отнесённого левого поворота. В обоих случаях перед разворотом необходимо наличие специальной накопительной полосы.

При неудовлетворительном состоянии ОДД необходимо выделить наиболее неблагоприятные регулируемые направления и принять соответствующие меры.

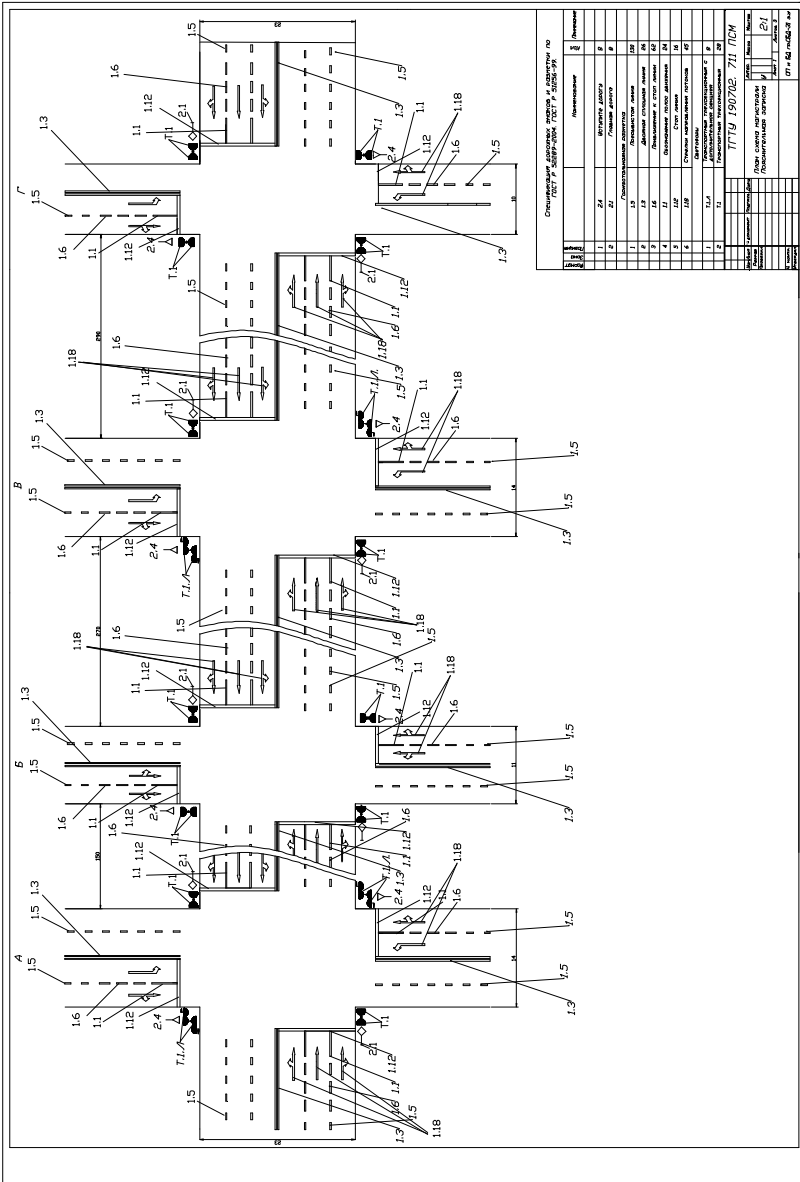
1. Увеличить поток насыщения путём:
 - улучшения состояния проезжей части в зоне РП;
 - увеличения числа полос движения для данного регулируемого направления;
 - увеличения радиуса поворота для правоповоротных ТС;
 - канализирования движения просачивающихся поворотных ТС в целях минимизации помех для ТС прямого направления;
 - отнесения от перекрёстка пешеходного перехода;
 - ограничения движения левоповоротных ТС (запрещение левого поворота для грузовых автомобилей или общее запрещение левого поворота);
2. Уменьшить интенсивность движения на данном регулируемом направлении за счёт:
 - введения соответствующих ограничений на смежном перекрёстке, «питающем» данное регулируемое направление (ограничение движения грузовых автомобилей или общее ограничение движения в соответствующих направлениях).
 - рационального использования средств маршрутного ориентирования на смежном перекрёстке.
3. Пересмотреть структуры цикла регулирования для увеличения доли зелёного сигнала.

Указанные меры должны использоваться с учётом их влияния на условия движения на других регулируемых направлениях данного РП и элементах УДС.

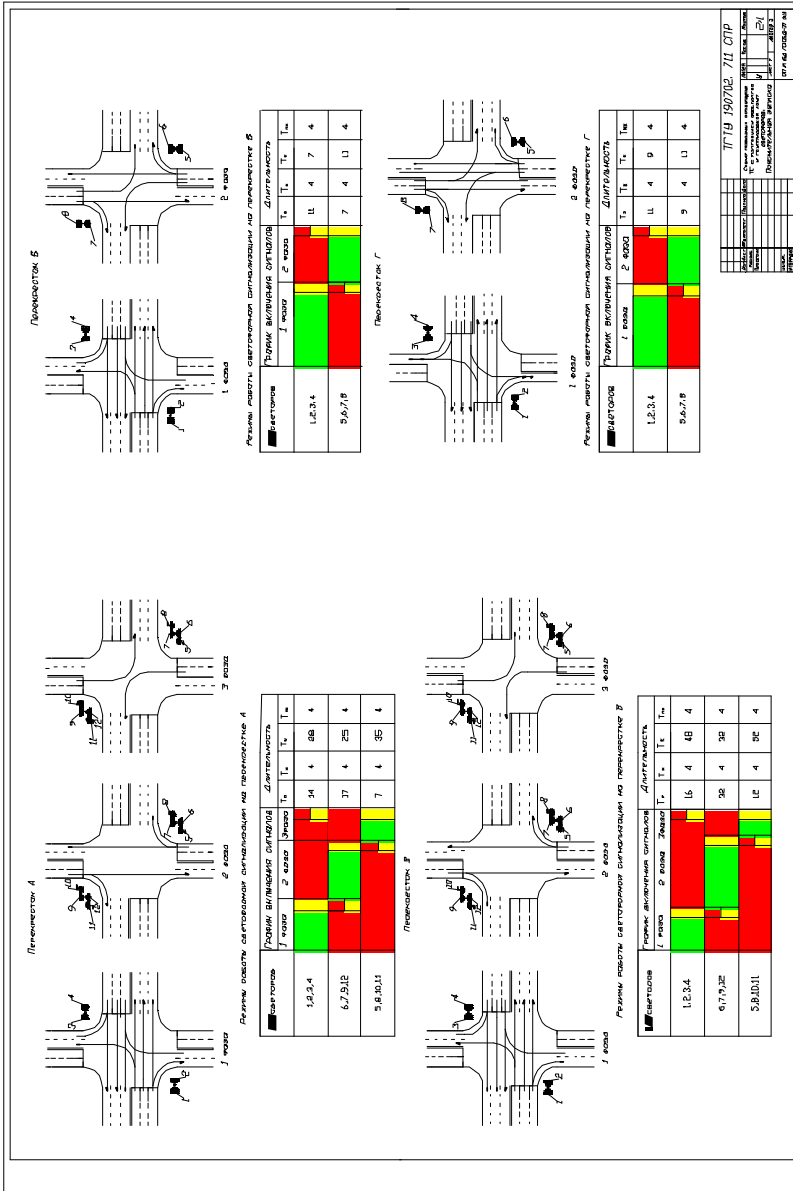
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 23535–79 АСУД. Условные обозначения на схемах и плакатах.
2. ГОСТ 23457–79. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения.
3. Клинковштейн, Г.И. Организации дорожного движения / Г.И. Клинковштейн. – М. : Стройиздат, 1974.
4. Кременец, Ю.А. Технические средства регулирования дорожного движения / Ю.А. Кременец. – М. : Транспорт, 1997.
5. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. – М. : Стройиздат, 1974.
6. СНИП II-60–75. Нормы проектирования. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населённых пунктов. – М. : Стройиздат, 1976.
7. Полукаров, В.М. Организация транспортных потоков / В.М. Полукаров. – М. : ВНИИ безопасности дорожного движения, 1974. – 78 с.

Лист 1 графического материала «План-схема автомагистрали»



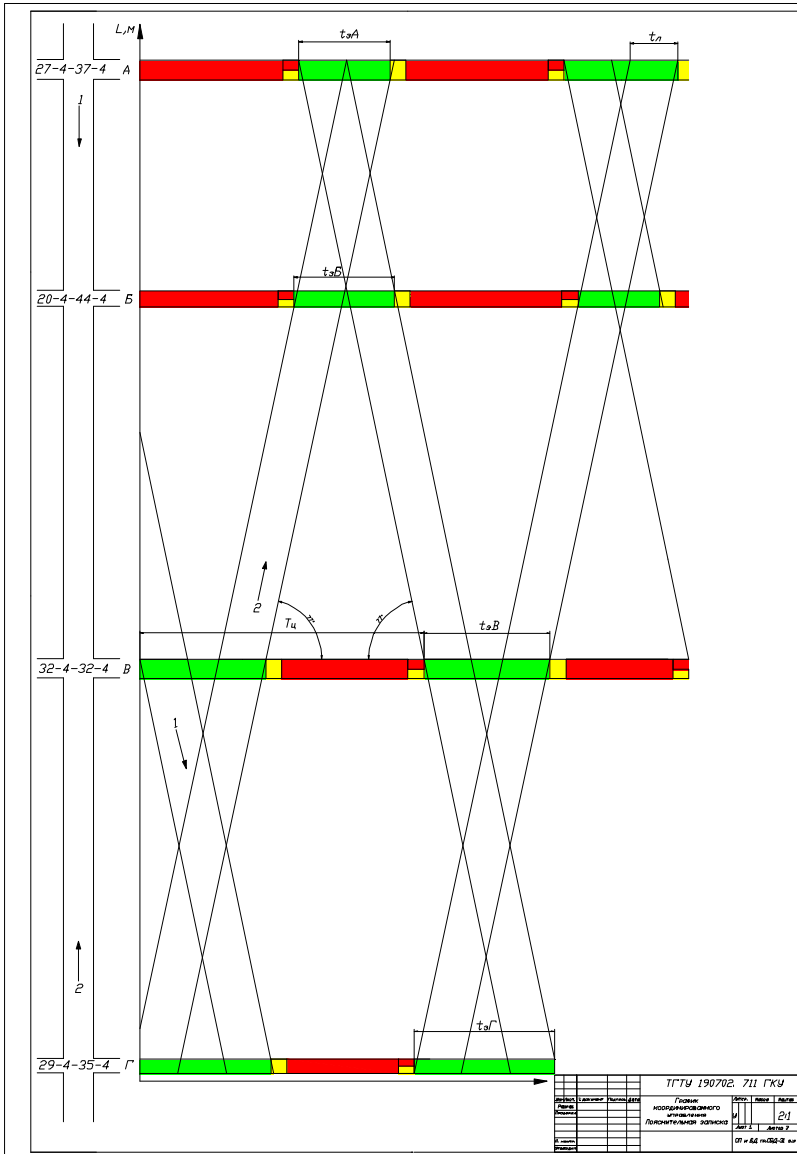
Лист 2 графического материала «Схема пофазных разрездов»



Итого: 1719 190702 711 СДР

Составитель: [Имя]
 Проверил: [Имя]
 Утвердил: [Имя]

Лист 3 графического материала
«График координированного управления»



Учебное издание

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания

Составители:

ПЕНЬШИН Николай Васильевич,
ГАВРИКОВ Владимир Александрович

Редактор З.Г. Чернова
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 22.05.2013
Формат 60 × 84/16. 1,86 усл. печ. л. 25 экз. Заказ № 261
Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14