

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЕТОФОРНОГО ОБЪЕКТА  
НА ИЗОЛИРОВАННОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ**

Методические указания

к выполнению курсового проекта  
для студентов направления подготовки  
190700 «Технология транспортных процессов»

Казань  
2014

УДК 656.051  
ББК 39  
Н 63

Н 63 Методические указания к выполнению курсового проекта «Проектирование светофорного объекта на изолированном перекрестке» для студентов направления подготовки 190700 «Технология транспортных процессов»/ Сост.: Р.В. Николаева. Казань: КГАСУ, 2014.- 34с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Методические указания предназначены для помощи студентам специальности 190709.62 «Организация и безопасность движения» в подготовке к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технические средства организации движения». Они облегчают работу студентов по подбору необходимого справочного материала для решения поставленных задач, дают пояснения к выполнению проекта, а также содержат требования, предъявляемые к оформлению пояснительной записки и графической части проекта.

Рецензент

зав. кафедрой «Дорожно-строительные машины» КазГАСУ,  
д.т.н., профессор, **Р.Л. Сахапов**

УДК 656.051  
ББК 39

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2014

©Николаева Р.В., 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Светофорное регулирование является одним из эффективных методов повышения безопасности дорожного движения и регулирования транспортных и пешеходных потоков. Светофорные объекты, использующие индивидуальные автоматические переключатели светофорных сигналов и работающие в одном или нескольких жестких режимах, проектируют на пересечениях автомобильных дорог. При значительном взаимном удалении светофорных объектов друг от друга такой способ регулирования дает хорошие результаты. Необходимыми условиями для этого являются обоснованная установка светофора и оптимальное назначение режима его работы в зависимости от объемов транспортного и пешеходного движения и планировочной характеристики пересечения автомобильных дорог.

Светофоры предназначены для поочередного пропуска участников движения через определенный участок дорожной сети, а также для обозначения опасных участков дорог. В зависимости от условий светофоры применяются для управления движением в определенных направлениях или по отдельным полосам данного направления:

- в местах, где встречаются конфликтующие транспортные, а также транспортные и пешеходные потоки (пересечения, пешеходные переходы);
- по полосам, где направление движения может меняться на противоположное;
- на железнодорожных переездах, разводных мостах, причалах, паромах, переправах;
- при выездах автомобилей спецслужб на дороги с интенсивным движением;
- для управления движением маршрутных транспортных средств.

Вопрос применения светофорной сигнализации на том или ином объекте является компромиссным, т.к. применение светофорного регулирования имеет как позитивные, так и негативные стороны. К преимуществам можно отнести:

- повышение безопасности дорожного движения вследствие ликвидации опасных боковых конфликтов транспорт-транспорт и транспорт-пешеход;
- возможность разделения во времени конфликтующих потоков таким образом, чтобы суммарные потери на перекрестке были минимальными;
- возможность организовать движения транспортных средств компактными группами, что позволяет организовывать беспрепятственное их движение через группу светофорных объектов (организовать «зеленую волну»);

- возможность организовать быстрый и беспрепятственный проезд транспортных средств оперативного назначения с включенными проблесковыми маячками синего или синего и красного цвета, запретить въезд на опасные участки и т. д.

К недостаткам светофорного регулирования можно отнести:

- возникновение значительного количества попутных столкновений;
- увеличение потерь из-за остановок на запрещающий сигнал светофора транспортных средств, движущихся по главной дороге, особенно при мало-интенсивном движении по второстепенной дороге;
- значительные потери при неправильном выборе времени и режима работы светофорного объекта и т.д.

Целью методических указаний является систематизация работы студентов при выполнении курсового проекта. Они облегчают работу студентов по подбору необходимого справочного материала для решения поставленных задач, дают пояснения к выполнению проекта, а также содержат требования, предъявляемые к оформлению пояснительной записки и графической части проекта.

Методические указания не заменяют учебников и другой справочной литературы.

Необходимые строительные нормативы для выполнения данного курсового проекта:

- ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний;
- ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств;
- ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования;
- ОДМ 218.6.003-2011 Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Цель курсового проекта «Проектирование светофорного объекта на изолированном перекрестке» заключается в закреплении и систематизации теоретических знаний студентов по дисциплине «Технические средства организации движения».

## **2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

Руководитель курсового проекта выдает каждому студенту индивидуальное задание, в котором указывается:

- план перекрестка со всеми техническими параметрами, необходимыми для разработки проекта;
- интенсивность транспортных и пешеходных потоков на рассматриваемом перекрестке.

## **3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка курсового проекта включает:

1. Анализ картограммы интенсивности движения и выбор методов разъезда транспортных средств для расчета.
2. Введение и обоснование ввода светофорного регулирования.
3. Обоснование режима по организации движения на перекрестке.
4. Предложения по размещению технических средств на перекрестке.
5. Расчет длительности циклов и тактов режимов светофорного регулирования. Построение графиков режимов работы светофорной сигнализации.
6. Проектные решения, повышающие безопасность движения на перекрестке.

Пояснительная записка должна содержать графическую часть.

1. Картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков.
2. Схема размещения технических средств на перекрестке.
3. Графики пофазного разъезда и режима светофорной сигнализации.

Объем пояснительной записки составляет 20-30 листов печатного текста. Графическая часть курсового проекта выполняется на листах формата А3 (297 x 420 мм).

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### Введение

Во введение указываются особенности светофорного регулирования и влияние введения светофорного регулирования на перекрестке на аварийность.

### 1. Анализ параметров дорожного движения

Проектирование и строительство светофорного объекта является многостадийным процессом. Решение о необходимости проектирования светофорного объекта принимается на основании результатов предпроектного обследования транспортных и пешеходных потоков.

Для расчета жесткого программного управления на изолированном перекрестке необходимо определить основные параметры перекрестка по исходным данным:

- количество полос в каждом направлении;
- ширину полос движения.

Проанализировать интенсивность движения транспортных и пешеходных потоков на перекрестке.

Схематично отобразить картограмму интенсивности транспортных и пешеходных потоков с указанием номеров направлений. Пример картограммы интенсивности движения представлен на рис. 1.

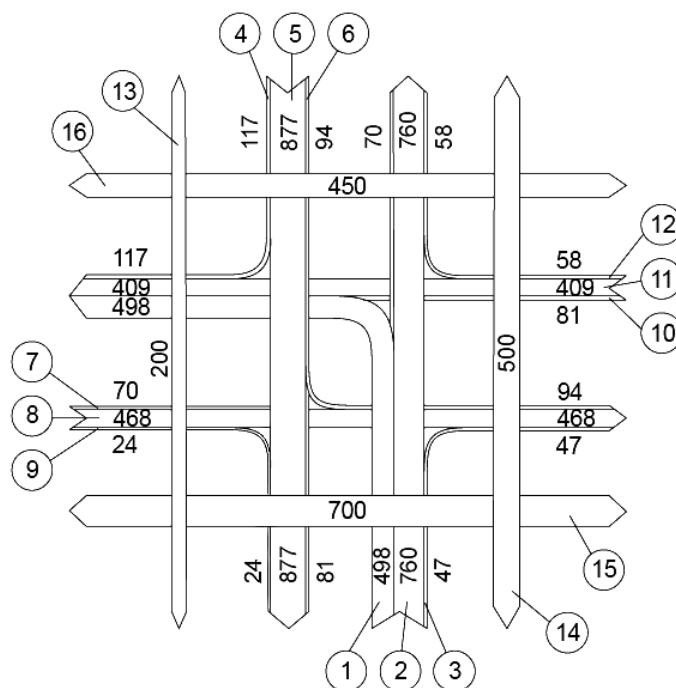


Рис.1. Картограмма интенсивности движения

## 2. Обоснование ввода светофорной сигнализации

Введение светофорного регулирования ликвидирует наиболее опасные конфликтные точки, что способствует повышению безопасности движения транспортных средств и пешеходов. В соответствии с ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» светофорное регулирование на заданном перекрестке можно ввести, если выполняется хотя бы одно из следующих четырех условий:

**Условие 1.** Интенсивность движения транспортных средств пересекающихся направлений в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели не менее значений, указанных в табл.1.

Таблица 1

*Интенсивность движения транспортных потоков пересекающихся направлений*

Число полос движения в одном направлении		Интенсивность движения транспортных средств, ед./ч	
Главная дорога	Второстепенная дорога	по главной дороге в двух направлениях	по второстепенной дороге в одном, наиболее загруженном, направлении
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 и более	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
2 или более	2 или более	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

**Условие 2.** Интенсивность движения транспортных средств по дороге составляет не менее 600 ед./ч (для дорог с разделительной полосой - 1000 ед./ч) в обоих направлениях в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели (рис. 1). Интенсивность движения пешеходов, пересекающих

проезжую часть этой дороги в одном, наиболее загруженном, направлении в то же время составляет не менее 150 пеш./ч.

В населенных пунктах с числом жителей менее 10000 чел. значения интенсивности движения транспортных средств и пешеходов по условиям 1 и 2 составляют 70% от указанных.

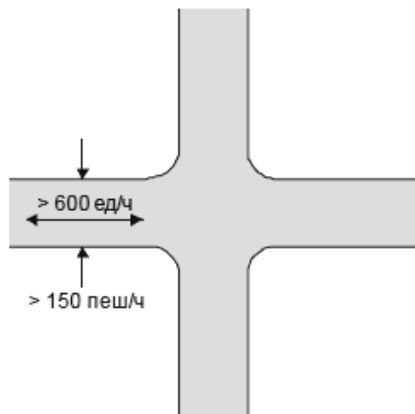


Рис. 1. Условие 2 для введения светофорного регулирования

**Условие 3.** Значения интенсивности движения транспортных средств и пешеходов по условиям 1 и 2 одновременно составляют 80% или более от указанных.

**Условие 4.** На перекрестке совершено не менее трех дорожно-транспортных происшествий за последние 12 месяцев, которые могли быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации. При этом условия 1 или 2 должны выполняться на 80% или более.

### 3. Пофазный разъезд транспортных средств на перекрестке

Поочередное предоставление права на движение предполагает периодичность или цикличность работы светофорного объекта. Для количественной и качественной характеристики его работы существуют понятия такта, фазы и цикла регулирования.

*Тактом регулирования называется период действия определенной комбинации светофорных сигналов.*

Такты бывают основные и промежуточные.

В период основного такта разрешено (а в конфликтующем направлении запрещено) движение определенной группы транспортных и пешеходных потоков.

Во время промежуточного такта выезд на перекресток запрещен, за исключением транспортных средств, водители которых не смогли своевременно остановиться у стоп-линии. Идет подготовка перекрестка к



передаче права на движение следующей группе потоков. Указанная подготовка означает освобождение перекрестка от транспортных средств и пешеходов, имевших право на движение во время предыдущего такта. Целью применения промежуточного такта является обеспечение безопасности движения в переходный период, когда движение предыдущей группы потоков уже запрещено, а последующая группа разрешение на движение через перекресток еще не получила.

*Фазой регулирования называется совокупность основного и следующего за ним промежуточного такта.*

*Совокупность периодически повторяющихся фаз называется циклом регулирования.*

С точки зрения безопасности движения, число фаз должно быть таким, чтобы не было ни одной конфликтной точки, вместе с тем увеличение числа фаз ведет к увеличению длительности цикла и, что особенно важно, его непроизводительных составляющих.

В процессе пофазного разъезда каждый участник дорожного движения получает право на пересечение «стоп-линии», как правило, лишь в одной фазе.

С увеличением числа фаз время ожидания права проезда для каждого участника дорожного движения увеличивается, в результате чего увеличивается задержка транспортных средств. Кроме того, каждой фазе должна соответствовать минимум одна своя полоса движения на подходах к перекрестку, в противном случае реализовать пофазный разъезд невозможно.

Выделение для каждой фазы своей полосы приводит к недоиспользованию пропускной способности полосы движения. Таким образом, определение оптимального числа фаз регулирования является решением компромиссным.

В интересах высокой пропускной способности всегда надо стремиться к минимальному числу фаз регулирования, но не столько, на сколько это позволяют условия безопасности.

Минимальное число фаз равно двум (в противном случае отсутствуют конфликтующие потоки, и необходимость в применении светофоров отпадает). Обычно число фаз регулирования соответствует числу наиболее загруженных конфликтных направлений движения на перекрестке.

На рис. 2 показан пример режима работы светофорной сигнализации для пересечения двух автомобильных дорог.

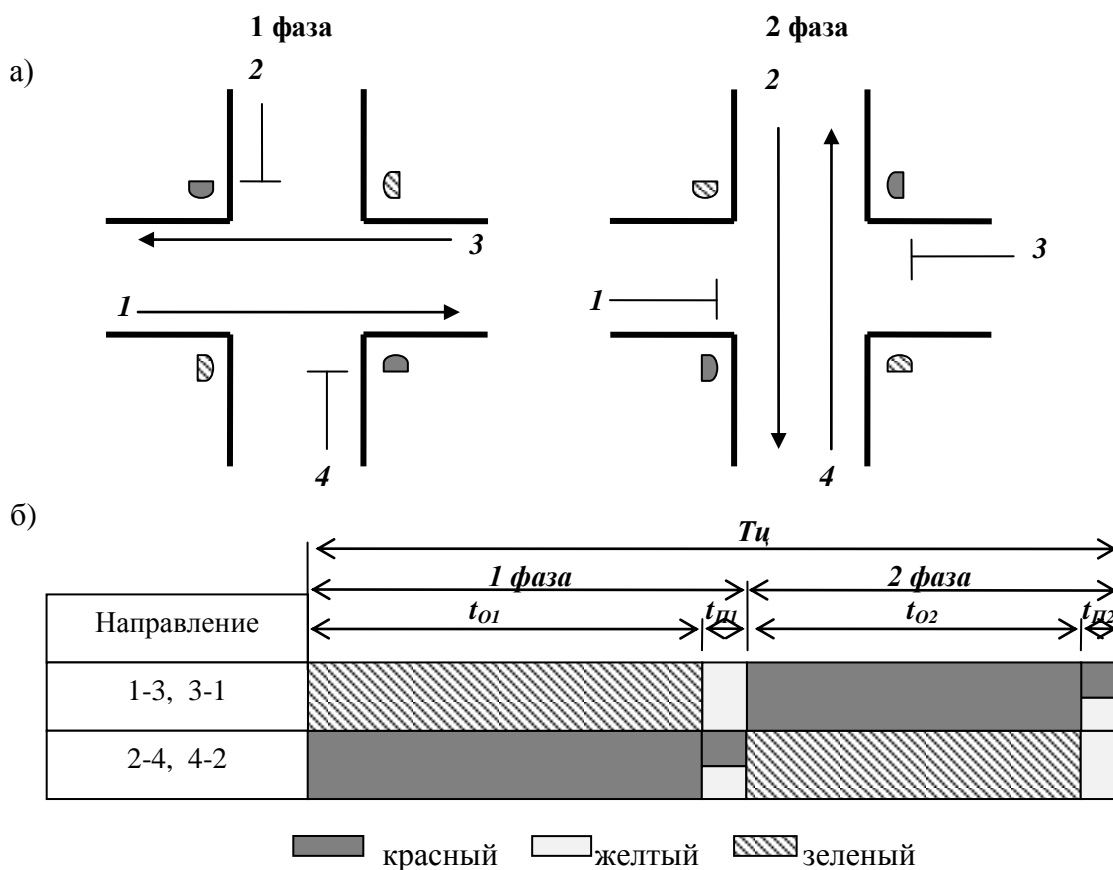


Рис.2. Схема двухфазного регулирования:  
 а) схема пофазного движения; б) диаграмма регулирования  
 $T_{ц}$  – продолжительность цикла:  
 $t_{01}$  и  $t_{02}$  – первый и второй основные такты:  
 $t_{П1}$  и  $t_{П2}$  – первый и второй промежуточные такты:  
 1, 2, 3, 4 - номера дорог на подходах к перекрестку

Примеры пофазного разъезда транспортных и пешеходных потоков на пересечении двух автомобильных дорог приведены на рис. 3, рис. 4.

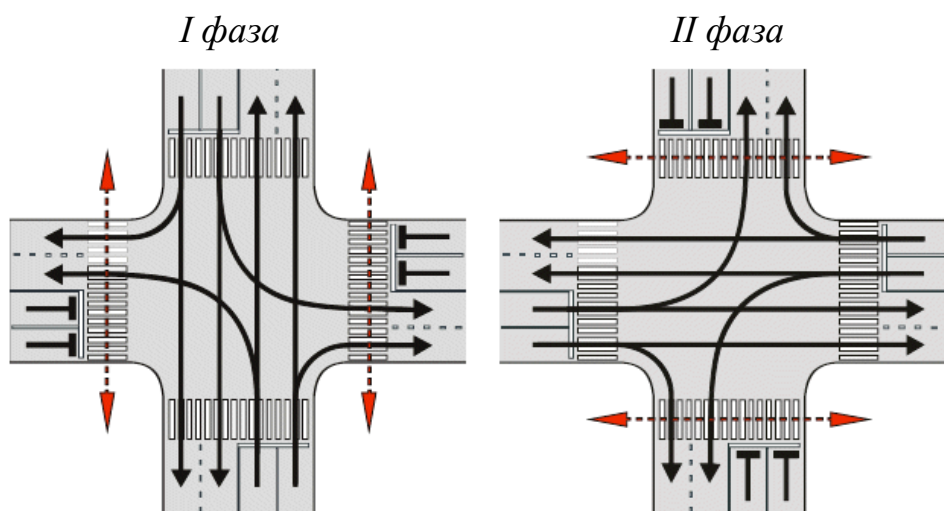
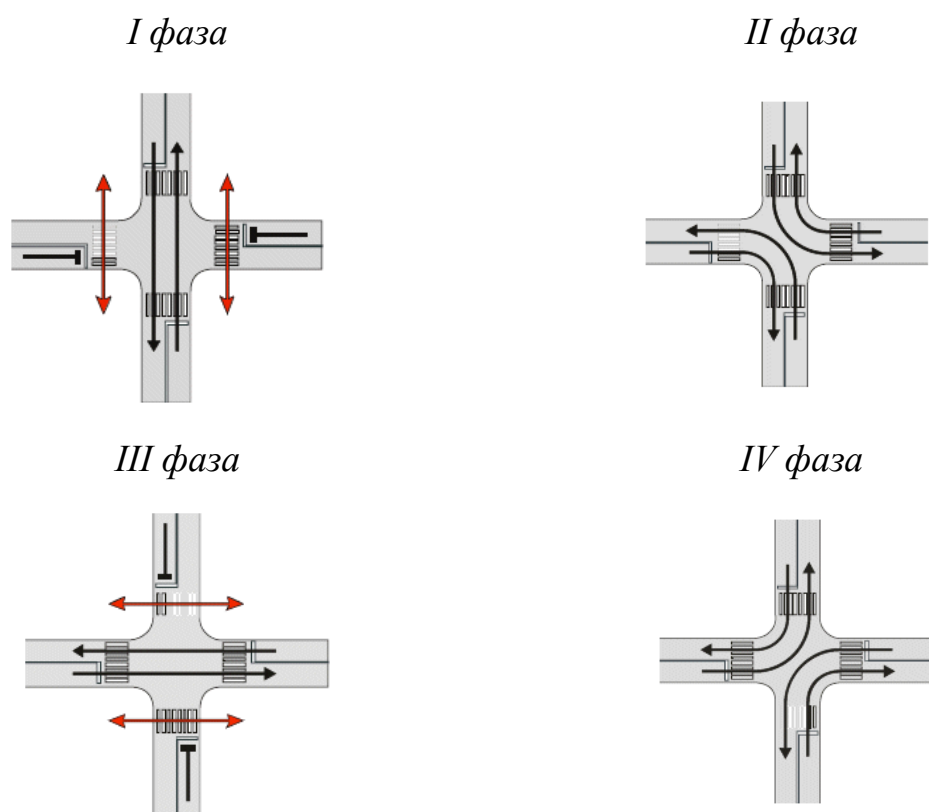
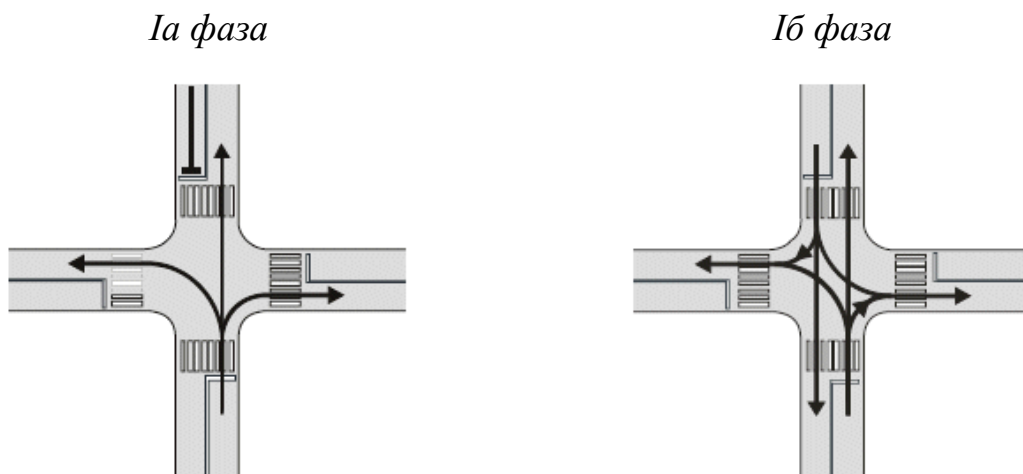


Рис.3. Двухфазное светофорное регулирование



*Рис. 4. Четырехфазное светофорное регулирование*

Необходимо стремиться к равномерной загрузке полос. Не рекомендуется выпускать транспортные средства, следующие в разных фазах, из одной и той же полосы (рис.5).



*Рис. 5. Не рекомендуемая схема организации движения при устройстве светофорного регулирования*

Пропускать транспортный поток на «просачивание» (с частичным конфликтом) через пешеходный поток возможно в случае, если интенсивность транспортного потока не превышает 120 авт/ч, а

интенсивность пешеходного - 900 чел./ч (рис.6).

На рис. 7 и 8 приведены примеры организации движения с выделением отдельных фаз в светофорном регулировании для пропуска пешеходных потоков.

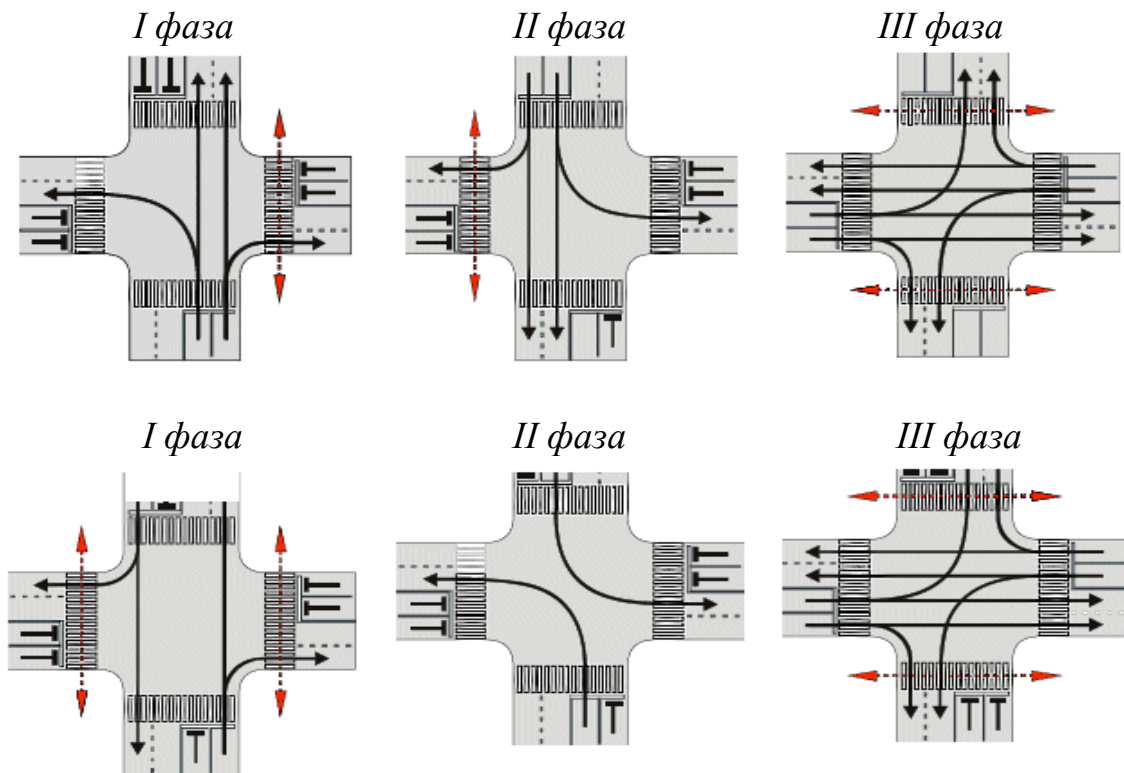


Рис. 6. Светофорное регулирование с обеспечением пропуска транспортного потока с частичным конфликтом через пешеходный поток

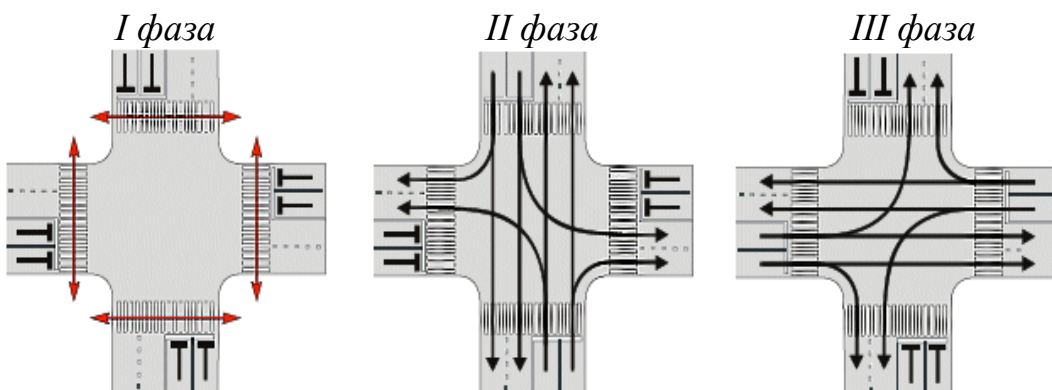
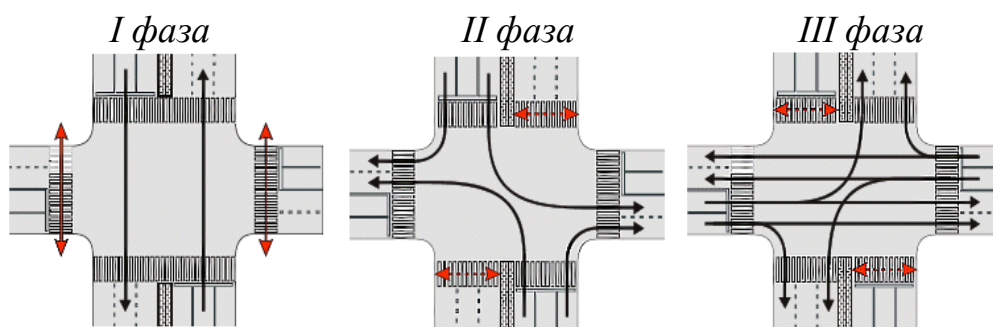


Рис.7. Светофорное регулирование на пересечении автомобильных дорог с выделением пешеходной фазой



*Рис. 8. Светофорное регулирование на пересечении автомобильных дорог и выделения пешеходных фаз при наличии широкой разделительной полосы*

Основные принципы пофазного разъезда.

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 интенсивность левоповоротного потока не превышает 120 авт/ч.
3. Обеспечивать бесконфликтный пропуск пешеходов; в крайнем случае пешеходный и конфликтующие с ним поворачивающие транспортные потоки можно пропускать в одной фазе, если интенсивность пешеходного потока не превышает 900 чел/ч, а поворачивающих транспортных потоков – не превышают 120 авт/ч.
4. Не выпускать из одной и той же полосы транспортные средства, движение которых предусмотрено в разных фазах, т.е. полосы движения закрепляют за определенными фазами.
5. Стремиться к равномерной загрузке полос. Интенсивность движения, в среднем приходящаяся на одну полосу, не должна, превышать 700 ед/ч.
6. При широкой проезжей части (три полосы движения и более в одном направлении) и наличии островков безопасности следует рассматривать возможность поэтапного перехода пешеходами улицы в течение двух следующих друг за другом фаз регулирования.

После определения числа фаз производится расчет длительности цикла и элементов светофорной сигнализации, последовательность расчета приведена на рис. 9.

## Блок-схема

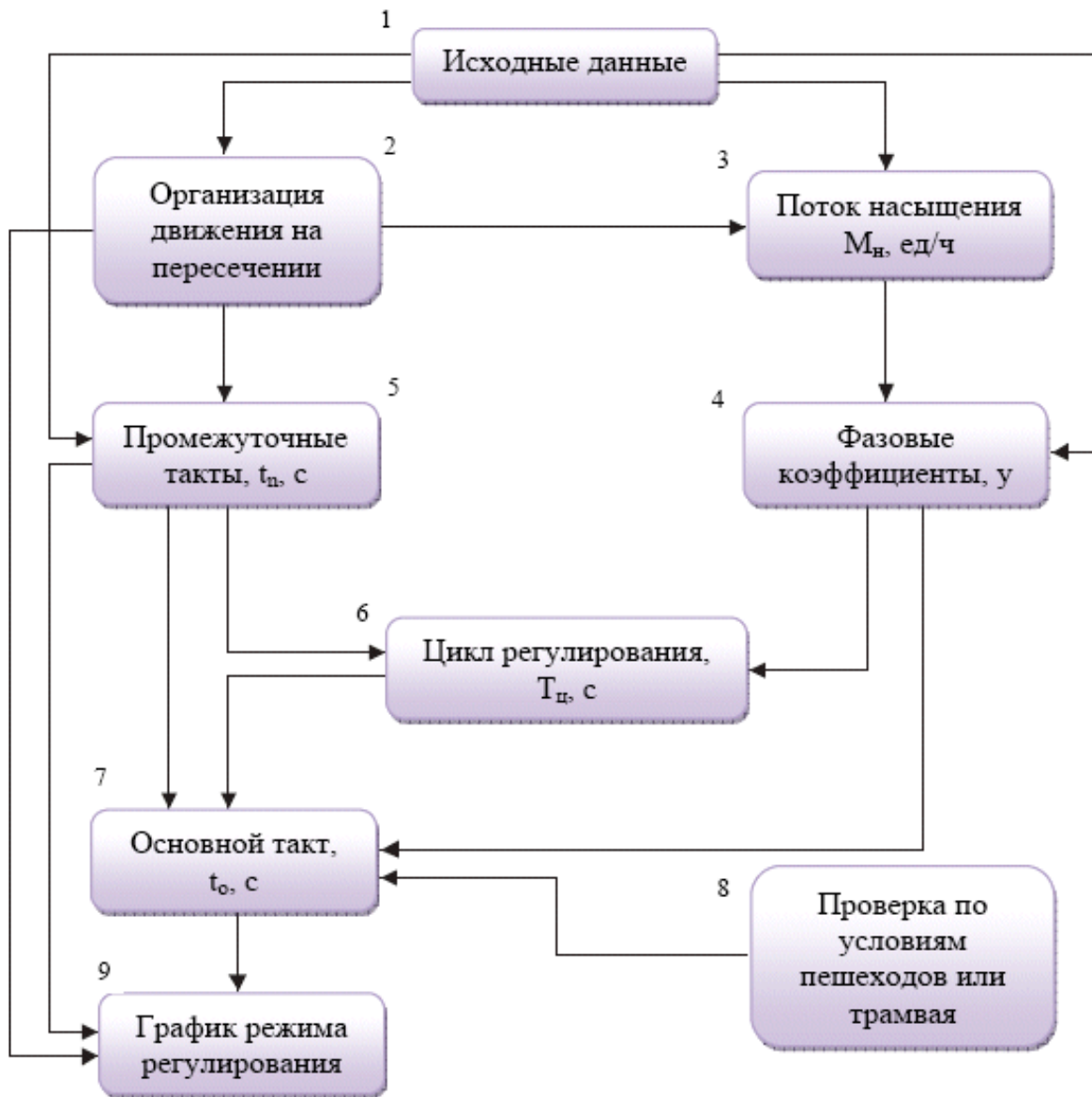


Рис.9. Последовательность расчета длительности цикла и элементов светофорной сигнализации (цифрами отмечена последовательность определения параметров)

## 4. Проектирование технических средств регулирования дорожного движения

Расчету режима регулирования должно предшествовать формирование схемы организации движения на перекрестке.

На этом этапе назначаются необходимые технические средства регулирования и разрабатывается дислокация светофоров, дорожных знаков, дорожной разметки, островков безопасности и направляющих ограждений.

На графическом листе формата А3 выполняется схема пересечения в масштабе со всеми применяемыми техническими средствами регулирования дорожного движения. Знаки, разметка и светофоры обозначаются условными символами с указанием нумерации согласно правилам дорожного движения и соответствующим ГОСТам (рис. 10).

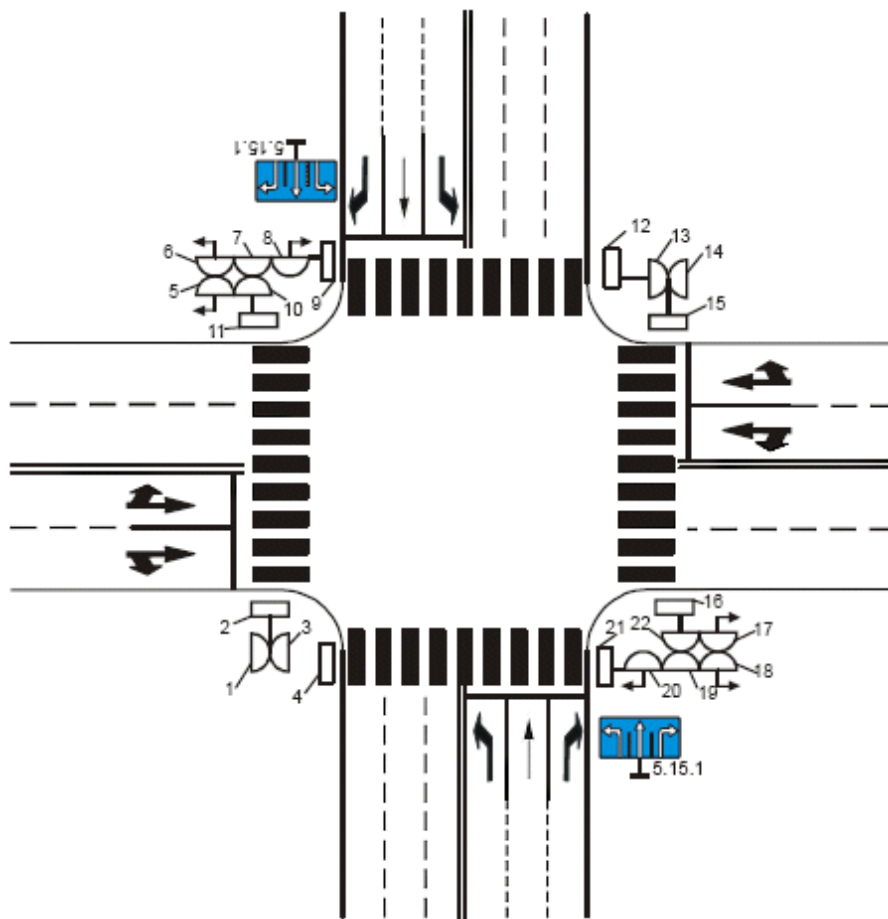


Рис. 10. План пересечения с размещением технических средств:  
1-22 - номера светофоров

Необходимо обозначить приоритеты в движении на случай отключения светофорного регулирования, специализировать по направлениям полосы движения при необходимости, предписать или запретить движение по направлениям, обозначить пешеходные переходы и т.д.

## 5. Расчета жесткого программного управления на изолированном перекрестке

Определение длительности цикла и основных тактов регулирования основано на сопоставлении фактической интенсивности движения на подходах к перекрестку и пропускной способности (потокам насыщения) этих подходов. Поэтому эти параметры следует рассматривать в качестве основных исходных данных расчета.

Длительность цикла регулирования рассчитывают по формуле:

$$T_u = \frac{1,5 \cdot T_n + 5}{1 - (y_1 + y_2 + \dots + y_n)}, \text{ с} \quad (1)$$

где:  $T$  - длительность цикла, с;

$T_n$  - сумма всех промежуточных тактов, с;

$y_1, y_2, \dots, y_n$  - соответствующие фазовые коэффициенты для фаз 1, 2, ..., n.

По соображениям безопасности движения длительность цикла больше 120с считается недопустимой, так как водители при продолжительном ожидании разрешающего сигнала могут посчитать светофор неисправным и начать движение на запрещающий сигнал. Если расчетное значение  $T_u$  превышает 120с, необходимо добиться снижения длительности цикла путем увеличения числа полос движения на подходе к перекрестку, 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.

**Фазовые коэффициенты** необходимы для определения длительности основных тактов и цикла регулирования и их определяют для каждого из направлений движения на пересечении в данной фазе регулирования:

$$y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{nij}}, \quad (2)$$

где:  $N_{ij}$  – интенсивность движения на рассматриваемом подходе к пересечению в  $j$  направлении, обслуживаемых  $i$  фазой, ед./ч;

$M_{nij}$  – поток насыщения для этих же направлений, ед./ч.

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициенту 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 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 соответственно равны  $y_1, y_2, y_3$ ) а один из потоков припускается во 2-й и 3-й фазах (фазовый коэффициент  $y_{2,3}$ ), то должно соблюдаться соотношение  $y_{2,3} \leq y_2 + y_3$ . В противном случае  $y_2$  или  $y_3$  необходимо увеличить.

Указанное требование связано с тем, что расчетные фазовые коэффициенты определяют длительность основных тактов, а следовательно, и длительность разрешающего сигнала для потока, пропускаемого в две фазы и более.

***Поток насыщения  $M_{Hij}$**  - это интенсивность движения в определенном  $j$ -м направлении при условии полностью насыщенной  $i$ -й фазы. Он представляет собой величину, определяющую пропускную способность данного направления.*

Поток насыщения является показателем, зависящим от многих факторов:

- ширины проезжей части (полосы движения);
- продольного уклона на подходах к перекрестку;
- состояния дорожного покрытия; видимости перекрестка водителем;
- наличия в зоне перекрестка пешеходов и стоящих автомобилей и т. п.
- видимости перекрестка водителем;
- наличия в зоне перекрестка пешеходов и стоящих автомобилей и т. п.

Как правило, поток насыщения для каждого направления определяют путем натурных исследований, когда на подходе к перекрестку формируются достаточно большие очереди транспортных средств.

Для ориентировочных расчетов в курсовом проекте используется приближенный эмпирический метод определения потоков насыщения.

### **Поток насыщения для прямого направления**

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, используемой для движения транспортных средств в данном направлении рассматриваемой фазы регулирования:

$$M_{Hij \text{ прям}} = 525 B_{Пч}, \quad \text{ед./ч} \quad (3)$$

где  $M_{Hij \text{ прямо}}$  – интенсивность движения в определенном  $j$ -м направлении при условии полностью насыщенной  $i$ -й фазы насыщения, ед./ч;

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

Формула (3) применима при  $5,4 \text{ м} \leq B_{пч} \leq 18,0 \text{ м}$ . Если  $B_{пч} < 5,4 \text{ м}$  для расчета используются данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

$M_{Hij\text{прям.}}$ , ед./ч	1850	1920	1970	2075	2475	2700
$B_{пч}$ , м	3,0	3,5	3,75	4,2	4,8	5,1

Примечание: Промежуточные значения определяют интерполяцией.

Если перед перекрестком полосы обозначены дорожной разметкой, поток насыщения можно определить в соответствии с приведенными данными отдельно для каждой полосы движения.

В зависимости от продольного уклона дороги на подходе к перекрестку изменяется расчетное значение потока насыщения. Каждый процент уклона на подъеме снижает (на спуске — увеличивает) поток насыщения  $M_{Hij}$  на 3 %. При этом расчетным уклоном считают средний уклон дороги на участке от стоп-линии до точки, расположенной от нее на расстоянии 60 м на подходе к перекрестку.

**Поток насыщения при движении транспортных средств прямо, налево и направо по одним и тем же полосам**

Правый и левый поворот снижают интенсивность прямого потока транспортных средств, возможные схемы движения транспортного потока приведены на рис. 11.

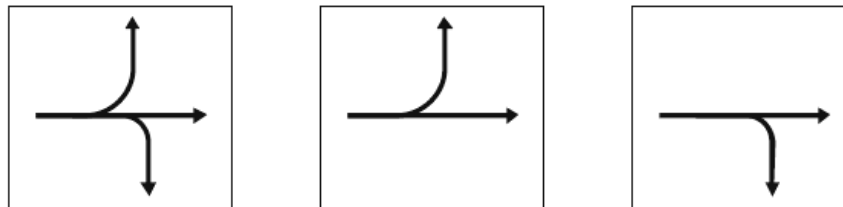


Рис.11. Схемы разветвления транспортного потока

Для случая движения транспортных средств прямо, а также налево и (или) направо по одним и тем же полосам движения, если интенсивность лево- и правоповоротного потоков составляет более 10 % общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении данной фазы, поток насыщения, полученный по формуле (3) или из приведенных в табл. 2 данных, корректируют:

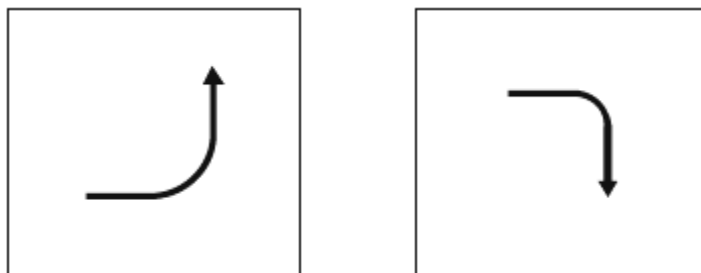
$$M_{Hij} = M_{Hij\text{прям.}} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \text{ ед./ч} \quad (4)$$

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

Необходимость коррекции связана с уменьшением потока насыщения, так как автомобили, поворачивающие налево или направо из общей полосы движения, задерживают основной поток прямого направления.

### **Поток насыщения для право- и левоповоротных потоков**

Для право- и левоповоротных потоков, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения определяется в зависимости от радиуса поворота  $R$ , схемы поворотов транспортного потока приведены на рис. 12.



*Рис. 12. Схемы поворотов транспортного потока*

Поток насыщения для право- и левоповоротных потоков определяется по формулам:

для однопольного движения

$$M_{H_{ij} \text{ нов}} = \frac{1800}{1 + 1,525 / R}, \quad \text{ед./ч} \quad (5)$$

для двухпольного движения

$$M_{H_{ij} \text{ нов}} = \frac{3000}{1 + 1,525 / R}, \quad \text{ед./ч} \quad (6)$$

Радиус поворота ( $R$ ) может быть определен по плану перекрестка, вычерченного в масштабе.

Остальные перечисленные факторы, влияющие на поток насыщения, учитывают с помощью поправочных коэффициентов. Эти коэффициенты отражают условия движения на перекрестке (табл. 3), которые можно подразделить на три группы: хорошие, средние и плохие.

Отнесение условий на данном направлении движения через перекресток к одной из групп влечет за собой изменение потока насыщения. Его значение, определенное по формулам (3) – (6) или по данным табл. 2, должно быть умножено на соответствующий поправочный коэффициент (табл. 3).

Таблица 3

Условия движения	Описание условий	Поправочный коэффициент
Хорошие	Отсутствует влияние пешеходов и стоящих автомобилей. Хороший обзор, достаточная ширина проезжей части на выходе с перекрестка. В темное время суток освещение перекрестка 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 перекрестка, слабая освещенность проезжей части	0,85

### Длительность промежуточных тактов

Длительность промежуточного такта должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к пересечению автомобильных дорог на зеленый сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог либо остановиться у стоп-линий, либо успеть освободить пересечение (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-линий будет равно или больше остановочного пути.

$$t_{ni} = \frac{v_a}{7,2a_m} + \frac{3,6 l_i + l_a}{v_a}, \quad c \quad (7)$$

где  $Va$  – средняя скорость транспортных средств при движении в зоне перекрестка без торможения (с ходу), км/ч. Для практических расчетов принимают при движении в прямом направлении  $Va = 50-60$  км/ч, при движении в поворотном направлении  $Va = 25-30$  км/ч.

$a_m$  – среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала (для практических расчетов  $a_t = 3-4$  м/с<sup>2</sup>), м/с<sup>2</sup>;

$li$  – расстояние от стоп-линии до самой дальней конфликтной точки, м;

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

В период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие проезжую часть на разрешающий сигнал светофора. За время  $t_{ni(nu)}$  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:

$$t_{ni(nu)} = \frac{B_{nu}}{4v_{nu}}, \text{ с} \quad (8)$$

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

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

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

Независимо от результатов расчета минимальная длительность промежуточного такта должна быть 4 с. Учитывая, что желтый сигнал во всех случаях 3 с, а красный с желтым не более 2 с, на пересечении автомобильных дорог в период смены сигналов с разрешающего на запрещающий можно организовать режим «кругом красный», что способствует повышению безопасности движения.

Не рекомендуется назначать промежуточные такты длительностью менее 3 сек. При 5-8 с промежуточный такт должен быть составлен из двух вспомогательных тактов. Длительность желтого сигнала никогда не должна быть менее 3 и более 4 с.

**Длительность основных тактов** (зеленых сигналов) всех фаз определяется по формулам:

$$t_{oi} = \frac{T - T_n \gamma_i}{\gamma_i}, \text{ с} \quad (9)$$

где  $T$  - длительность светофорного цикла, с;

$T_n$  - сумма промежуточных тактов, с;

$\gamma_i$  - фазовый коэффициент  $i$  фазы;

$\gamma$  - сумма фазовых коэффициентов.

По расчетам цикл регулирования составляет:

$$T = t_{o1} + t_{n1} + \dots + t_{oi} + t_{ni} \text{ , с} \quad (10)$$

## 6. Корректировка режима светофорного регулирования

Длительность основных тактов проверяется на обеспечение пропуски в соответствующих направлениях пешеходов и трамвайных поездов.

1) Для пешеходов длительность разрешающего сигнала  $t_{nuu}$  определяется по формуле:

$$t_{nuu} = \frac{B_{nuu}}{V_{nuu}} + 5, \text{ с} \quad (11)$$

где  $B_{nuu}$  – ширина пешеходного перехода, м;  
 $V_{nuu}$  – скорость движения пешеходов, м/с.

2) При движении трамвая длительность разрешающего сигнала  $t_T$  определяется по следующим формулам:

Для случая пропуска одного поезда за один цикл:

$$t_T = \frac{3,6 S_T + l_T}{V_T}, \text{ с} \quad (12)$$

Для случая пропуска двух поездов за один цикл:

$$t_T = \frac{3,6 S_T + 2l_T + \Delta l}{V_T}, \text{ с} \quad (13)$$

где  $S_T$  – путь движения трамвая от стоп-линии до самой дальней конфликтной точки с транспортными средствами или пешеходами, начинающими движение в следующей фазе, в м;

$l_T$  – длина трамвайного поезда, в м;

$\Delta l$  – дистанция между поездами (не менее 60 м при 20 км/ч);

$V_T$  – скорость движения трамвая в пределах пересечения в км/ч.

Для восстановления оптимального соотношения фаз в цикле его длительность рекомендуется корректировать, применяя формулу:

$$T^* = \frac{A}{2B} + \sqrt{\frac{A^2}{4B^2} - \frac{(T_n + \sum t_k^*)(1,5T_n + 5)}{B}}, \text{ с} \quad (14)$$

$$A = 2,5T_n - T_n \sum y_i + \sum t_k^* + 5, \quad (15)$$

$$B = 1 - \sum y_i, \quad (16)$$

где:  $T^*$  - скорректированная длительность цикла, с;  
 $\Sigma y_i$  - сумма фазовых коэффициентов для фаз  $i$ , не уточнявшихся по трамвайному и пешеходному движению;  
 $\Sigma t_k^*$  - суммарная длительность тактов  $k$ , уточненных по трамвайному и пешеходному движению, с;  
 $T_n$  - суммарная длительность всех промежуточных тактов, с.

Новую длительность основных тактов  $t_i^*$  фаз, уточнявшихся по трамвайному и пешеходному движению, рекомендуется вычислять по формулам:

$$t_i^* = y_i K^* T^*, \quad (15)$$

$$K^* = \frac{T^* - T_n}{T^* - 1,5T_n - 5}, \quad (16)$$

## 7. График режима светофорной сигнализации

Порядок чередования и длительность сигналов для каждого светофора, установленного на перекрестке, отражает график режима светофорной сигнализации (рис. 13). Это позволяет использовать его для коммутации ламп светофоров в период монтажных работ.

Номер светофора	График включения сигналов	Длительность, с			
		$t_z$	$t_{жс}$	$t_k$	$t_{жк}$
7, 10, 19, 22		34	3	56	2
5, 6, 8, 17, 18, 20		26	-	-	-
1, 3, 13, 14		23	3	67	2
2, 11, 15, 16		34	-	61	-
4, 9, 12, 21		23	-	72	-

красный    желтый    зеленый

Рис. 13. Режим работы светофорной сигнализации

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.

## 8. Определение суммарных задержек на перекрестке в зависимости от параметров регулирования движения

Задержки движения характеризуются потерей времени при прохождении транспортным средством заданного участка со скоростью сообщения ниже оптимальной.

Различают задержки:

1. на перегонах, задержки появляются в результате маневрирования, наличия в потоке медленно движущихся транспортных средств, движения пешеходов, остановок транспортных средств;
2. на перекрестках, задержки образуются в результате необходимости уступить дорогу приоритетным транспортным средствам и пешеходным потокам, движущихся в конфликтном направлении.

Качество различных вариантов схем организации движения на перекрестке оценивают *средней задержкой транспортных средств*. С этим показателем непосредственно связана *степень насыщения направления движения  $x$* , 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:

$$x_i = \frac{N_i T_{\text{ц}}}{t_{oi} M_{ni}}, \quad (17)$$

где  $N_i$  – соответственно интенсивность движения и поток насыщения в данном направлении, ед/ч;

$T_{\text{ц}}$  – цикл регулирования, с;

$t_{oi}$  – длительность основного такта в том же направлении, с;

$M_{ni}$  – соответственно интенсивность движения и поток насыщения в данном направлении, ед/ч;

$i$  – номер направления.

Заторовое состояние в рассматриваемом направлении возникает при  $x > 1$ . Для обеспечения некоторого резерва пропускной способности следует стремиться к значению  $x = 0,85 \div 0,90$  (не более). Немаловажным с точки зрения максимального использования пропускной способности перекрестка является отсутствие малонасыщенных направлений и их равномерная загрузка.

Показатель эффективности работы светофорного объекта – задержка транспортных средств на пересечении автомобильных дорог.



Задача минимизации средней задержки автомобиля решается путем нахождения суммарной задержки автомобилей за цикл регулирования, дифференцированием этой величины по длительности цикла.

Задержка транспортных средств на пересечении автомобильных дорог определяется по формуле для каждого направления по формуле:

$$t_i = 0,9 \left[ \frac{T_u (1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i (1 - x_i)} \right], \quad c \quad (18)$$

$$\lambda_i = \frac{t_{oi}}{T_u}, \quad (19)$$

Качество различных вариантов схем организации движения на перекрестке оценивают средней задержкой транспортных средств. Средняя задержка на всем пересечении составляет:

$$t_{cp} = \frac{t_1 N_1 + t_2 N_2 + \dots + t_i N_i}{N_1 + N_2 + \dots + N_i}, \quad c \quad (20)$$

## 9. Проектные решения, повышающие безопасность дорожного движения на перекрестке

Незаменимые на любой дороге технические средства организации дорожного движения – это специальные устройства, сооружения, помогающие легко ориентироваться на дороге и быть в курсе каких-либо изменений в дорожном движении или же облегчающие последствия ДТП, если оно произошло, к ним относятся:

- светофоры;
- дорожные знаки;
- средства принудительного снижения скорости;
- дорожные ограждения;
- разметка;
- средства сигнализации;
- ограждения барьерного типа.

В главе рассматриваются мероприятия, которые могут повысить безопасность дорожного движения на перекрестке, по согласованию с руководителем курсового проекта.

## 5. Пример расчета светофорной сигнализации

Расчет режима работы светофорной сигнализации приведен для локального транспортного пересечения автомобильных дорог, шириной 23 и 15 м. Пересечение автомобильных дорог в одном уровне расположено на горизонтальном участке дороги, условия движения средние. В потоке преобладают легковые автомобили. Картограмма транспортных и пешеходных потоков приведена на рис. 14.

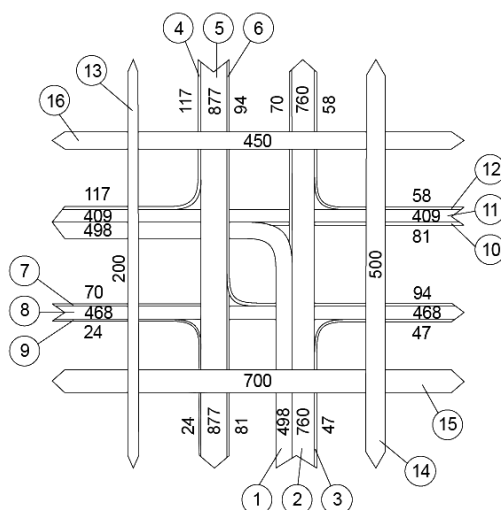


Рис. 14. Картограмма интенсивностей (ед./ч, чел./ч)

Пропуск транспортных средств будет осуществляться в 3 фазы (рис.15).

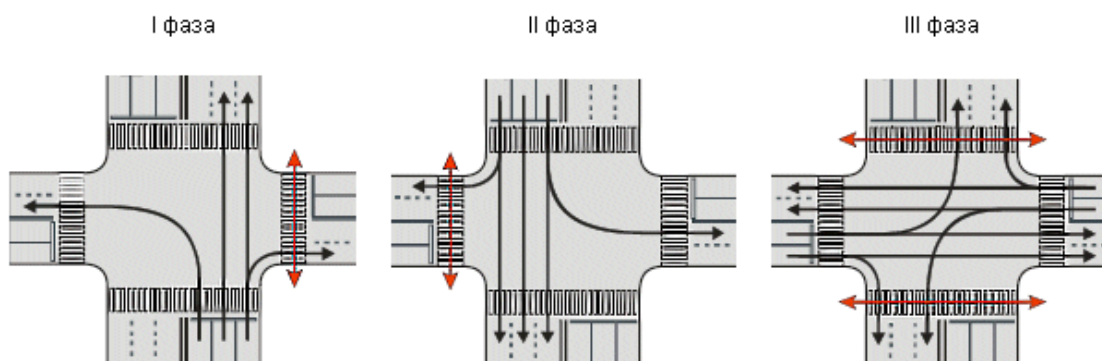


Рис. 15. Пофазный разъезд транспортных и пешеходных потоков

### Расчет потока насыщения и фазовых коэффициентов

Так как в I, II и III-ей фазах прямолинейные и поворачивающие потоки пропускают одновременно и последние составляют более 10%, то потоки насыщения для данных фаз определяют по формуле (4), а фазовые коэффициенты по формуле (2).

### ***I-ая фаза***

$$M_{H_{1(1-3)}} = M_{H_{ij} \text{ нпрям}} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c} = 3 \cdot 1970 \frac{100}{58 + 38 \cdot 1,75 + 4 \cdot 1,25} = 4564 \text{ ед/ч}$$

$$y_{i(1-3)} = \frac{N_{ij}}{M_{nij}} = \frac{1305}{4564} = 0,29$$

### ***II-ая фаза***

$$M_{H_{2(4-6)}} = M_{H_{ij} \text{ нпрям}} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c} = 3 \cdot 1970 \frac{100}{80 + 9 \cdot 1,75 + 11 \cdot 1,25} = 5397 \text{ ед/ч}$$

$$y_{2(4-6)} = \frac{N_{ij}}{M_{nij}} = \frac{1088}{5397} = 0,20$$

### ***III-ая фаза***

$$M_{H_{3(7-9)}} = M_{H_{ij} \text{ нпрям}} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c} = 2 \cdot 1970 \frac{100}{83 + 13 \cdot 1,75 + 4 \cdot 1,25} = 3558 \text{ ед/ч}$$

$$y_{3(7-9)} = \frac{N_{ij}}{M_{nij}} = \frac{562}{3558} = 0,16$$

$$M_{H_{3(10-12)}} = M_{H_{ij} \text{ нпрям}} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c} = 2 \cdot 1970 \frac{100}{74 + 15 \cdot 1,75 + 11 \cdot 1,25} = 3456 \text{ ед/ч}$$

$$y_{3(10-12)} = \frac{N_{ij}}{M_{nij}} = \frac{548}{3456} = 0,16$$

$$Y = 0,29 + 0,2 + 0,16 = 0,65$$

### **Определение промежуточных тактов**

Промежуточные такты рассчитаны по формуле (7).

$V_a$  - 50 м/с.

$a_m$  - 4 м/с<sup>2</sup>.

$l_1$  - 32 м,  $l_2$  - 36 м,  $l_3$  - 42 м.

$l_a$  - 5 м.

$$t_{n1} = \frac{v_a}{7,2a_m} + \frac{3,6 \sqrt{v_a^2 + l_a}}{v_a} = \frac{50}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \sqrt{25 + 5}}{50} \approx 4,4 = 4 \text{ с}$$

$$t_{n2} = \frac{v_a}{7,2a_m} + \frac{3,6 \sqrt{v_a^2 + l_a}}{v_a} = \frac{50}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \sqrt{25 + 5}}{50} \approx 4,6 = 4 \text{ с}$$

$$t_{n3} = \frac{v_a}{7,2a_m} + \frac{3,6 \sqrt{v_a^2 + l_a}}{v_a} = \frac{50}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \sqrt{25 + 5}}{50} \approx 5,2 = 5 \text{ с}$$

Промежуточный такт, необходимый для движения пешеходов, рассчитывается по формуле (8), расчетная скорость пешеходов принимается равной 1,3, м/с<sup>2</sup>.

$$t_{n1(nuu)} = \frac{B_{nuu}}{4v_{nuu}} = \frac{15}{4 \cdot 1,3} \approx 2,9 = 3 \text{ с}$$

$$t_{n2(nuu)} = \frac{B_{nuu}}{4v_{nuu}} = \frac{15}{4 \cdot 1,3} \approx 2,9 = 3 \text{ с}$$

$$t_{n3(nuu)} = \frac{B_{nuu}}{4v_{nuu}} = \frac{23}{4 \cdot 1,3} \approx 4,4 = 4 \text{ с}$$

Сравнивая время, необходимое для транспортного потока и пешеходного, выбираем наибольшее, следовательно:

$$T_{II} = 4 + 4 + 5 = 13 \text{ с}$$

### Расчет цикла регулирования

Цикл регулирования рассчитывается по формуле (1):

$$T_y = \frac{1,5 \cdot 13 + 5}{1 - 0,65} = 70 \text{ с}$$

### Расчет основных тактов

Основные такты рассчитываются по формуле (9):

$$t_{o1} = \frac{13 \cdot 0,29}{0,65} = 25 \text{ с}$$

$$t_{o2} = \frac{13 \cdot 0,20}{0,65} = 18 \text{ с}$$

$$t_{o3} = \frac{13 \cdot 0,16}{0,65} = 14 \text{ с}$$

В каждой фазе переходят проезжую часть и пешеходы. Время, необходимое им для преодоления проезжей части шириной 15 и 23 м, рассчитывается по формуле (11):

$$t_{nuu1} = \frac{B_{nuu}}{V_{nuu}} + 5 = \frac{15}{1,3} + 5 = 17 \text{ с}$$

$$t_{nuu2} = \frac{B_{nuu}}{V_{nuu}} + 5 = \frac{15}{1,3} + 5 = 17 \text{ с}$$

$$t_{nuu3} = \frac{B_{nuu}}{V_{nuu}} + 5 = \frac{23}{1,3} + 5 = 23 \text{ с}$$

Так как пешеходному потоку для пересечения проезжей части в III-ей фазе необходимо на 9 с больше, чем транспортному, то необходимо скорректировать цикл по формуле (14):

$$T^* = \frac{54,1}{2 \cdot 0,51} + \sqrt{\frac{54,1^2}{4 \cdot 0,51^2} - \frac{(13 + 0,49)(1,5 \cdot 13 + 5)}{0,51}} = 88 \text{ с}$$

$$A = 2,5T_n - T_n \sum y_i + \sum t_k^* + 5 = 2,5 \cdot 13 - 13 \cdot 0,49 + 23 + 5 = 54,1$$

$$B = 1 - 0,49 = 0,51$$

Скорректированные основные такты определяются по формуле (16):

$$K^* = \frac{88 - 13}{88 - 1,5 \cdot 13 - 5} = 1,2$$

$$t_1^* = y_i K^* T^* = 88 \cdot 1,2 \cdot 0,29 = 31 \text{ с}$$

$$t_2^* = y_i K^* T^* = 88 \cdot 1,2 \cdot 0,20 = 21 \text{ с}$$

$$t_3^* = 23 \text{ с}$$

### **Расчет задержек транспортных средств**

Показатель эффективности работы светофорного объекта - задержка транспортных средств на пересечении автомобильных дорог. В первую очередь определяют степень насыщения направления движения по формуле (17), во вторую задержки транспортных средств на пересечении автомобильных дорог по направлениям по формуле (18). Средняя задержка на всем пересечении определяется по формуле (20).

$$x_1 = \frac{N_i T_u}{t_{oi} M_{ni}} = \frac{1305 \cdot 88}{31 \cdot 4564} = 0,81$$

$$x_2 = \frac{N_i T_u}{t_{oi} M_{ni}} = \frac{1088 \cdot 88}{21 \cdot 5397} = 0,85$$

$$x_3 = \frac{N_i T_u}{t_{oi} M_{ni}} = \frac{562 \cdot 88}{23 \cdot 3558} = 0,60$$

$$x_4 = \frac{N_i T_u}{t_{oi} M_{ni}} = \frac{548 \cdot 88}{23 \cdot 3456} = 0,61$$

$$\lambda_1 = \frac{t_{oi}}{T_u} = \frac{31}{88} = 0,35$$

$$\lambda_2 = \frac{t_{oi}}{T_u} = \frac{21}{88} = 0,24$$

$$\lambda_3 = \frac{t_{oi}}{T_u} = \frac{23}{88} = 0,26$$

$$t_1 = 0,9 \left[ \frac{T_u (1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i(1 - x_i)} \right] = 0,9 \left[ \frac{88(1 - 0,35)^2}{2 \cdot 1 - 0,35 \cdot 0,81} + \frac{0,81^2}{2 \cdot 1305(1 - 0,81)} \right] = 26 \text{ с}$$

$$t_1 = 0,9 \left[ \frac{T_u (1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i(1 - x_i)} \right] = 0,9 \left[ \frac{88(1 - 0,24)^2}{2 \cdot 1 - 0,24 \cdot 0,85} + \frac{0,85^2}{2 \cdot 1088(1 - 0,85)} \right] = 29 \text{ с}$$

$$t_1 = 0,9 \left[ \frac{T_u (1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i(1 - x_i)} \right] = 0,9 \left[ \frac{88(1 - 0,26)^2}{2 \cdot 1 - 0,26 \cdot 0,60} + \frac{0,60^2}{2 \cdot 562(1 - 0,60)} \right] = 26 \text{ с}$$

$$t_1 = 0,9 \left[ \frac{T_u (1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i(1 - x_i)} \right] = 0,9 \left[ \frac{88(1 - 0,26)^2}{2 \cdot 1 - 0,26 \cdot 0,61} + \frac{0,61^2}{2 \cdot 548(1 - 0,61)} \right] = 26 \text{ с}$$

Качество различных вариантов схем организации движения на перекрестке оценивают средней задержкой транспортных средств. Средняя задержка на всем пересечении составляет:

$$t_{cp} = \frac{t_1 N_1 + t_2 N_2 + \dots + t_i N_i}{N_1 + N_2 + \dots + N_i} = \frac{26 \cdot 1305 + 29 \cdot 1088 + 26 \cdot 562 + 26 \cdot 548}{1305 + 1088 + 562 + 548} = 27 \text{ с}$$

Средняя задержка на всем пересечении составляет 27с.

Расстановка технических средств организации дорожного движения на пересечении автомобильных дорог представлена на рис. 16, график работы светофорной сигнализации представлен на рис. 17.

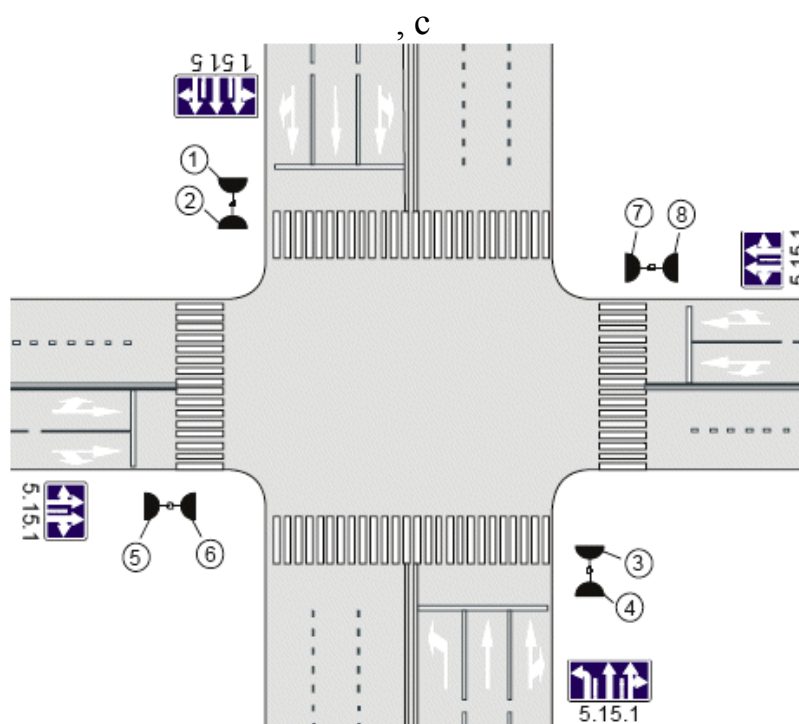


Рис. 16. Расстановка технических средств организации дорожного движения на пересечении автомобильных дорог



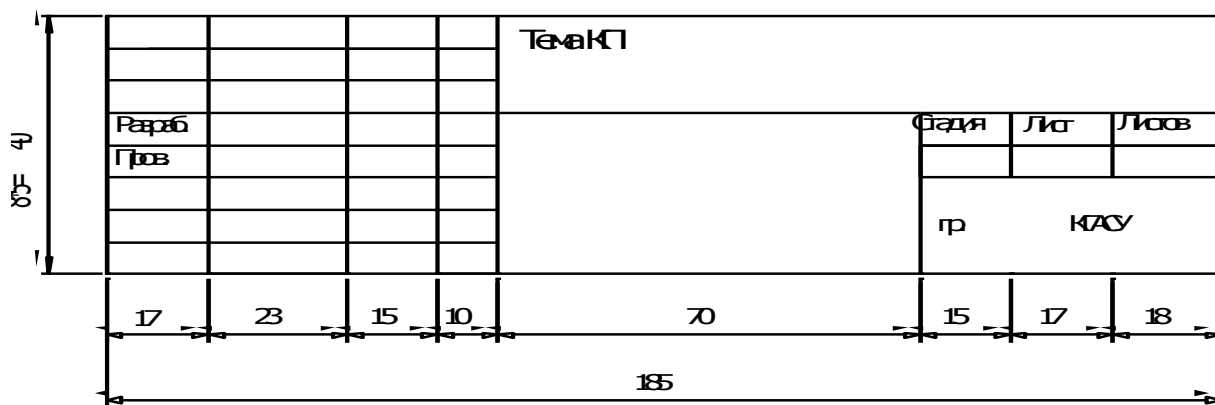
Рис. 17. График работы светофорной сигнализации

## 6. Правила оформления курсового проекта

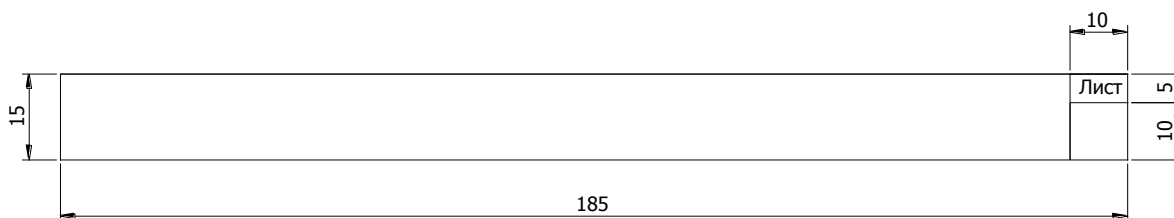
### Оформление пояснительной записки

1. Пояснительная записка должна быть выполнена на листах стандартной формы А4 (210 – 297мм). На каждом листе пояснительной записки должна быть обведена рамка, отстоящая от края листа слева 20мм, с остальных сторон – 5мм.
2. Основная надпись на первом листе пояснительной записки заполняется по форме 1, основная надпись на последующих листах пояснительной записки заполняется по форме 2.

Форма 1



Форма 2



3. Материал пояснительной записки располагается в следующей последовательности:

- Титульный лист.
- Лист с заданием на курсовую работу.
- Оглавление пояснительной записки.
- Введение, в котором должны быть отражены в краткой форме цели и задачи проекта.
- Текст пояснительной записки.
- Литература.
- Чертежи.

4. Каждый раздел следует начинать с краткой вводной части, поясняющей дальнейший ход работы. Заканчивать следует краткими выводами. Не следует начинать раздел с расчетной формулы. Нельзя заканчивать страницу заголовком, а текст начинать со следующей страницы.

5. Пояснительная записка должна содержать все расчеты и обоснования принимаемых решений. Она должна быть написана кратко, без рассуждений общего характера, литературным языком. Записку не следует писать от первого лица: «Я принял...», следует писать: «принято...», «принимаем...».

6. При расчетах по формуле она должна быть записана в буквенном виде. Значение символов и числовых коэффициентов приводятся непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Подставляя числовые данные в формулу следует в том же порядке, что и буквенные обозначения и записывать окончательный результат без приведения промежуточных арифметических действий.

Формулы нумеруют арабскими цифрами, номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы, в круглых скобках.

Ссылки в тексте на порядковый номер формулы дают в скобках, например: «в формуле (1)».

Повторяющиеся расчеты целесообразно сводить в таблицу. Большие по объему таблицы целесообразно выносить в приложения, а в тексте приводить лишь результаты подсчета и ссылку на приложения.

7. Все размещенные в записке иллюстрации (профили, схемы, и т.п.) нумеруются арабскими цифрами в пределах всего проекта, например: Рис.1.1, Рис.2.1 и т.д.

Ссылки в тексте на иллюстрации дают по типу: «рис. 2».

8. Все таблицы в записке нумеруются арабскими цифрами. Над правым верхним углом таблицы помещают надпись: «Таблица 1.1.». Слово таблица при наличии тематического заголовка пишут над заголовком.

При ссылке в тексте на таблицы слово «Таблица» в тексте пишут сокращенно: например: «...в табл.1.1....».

9. Ссылка на литературный источник записывается в квадратных скобках – указывается номер соответствующего источника по списку использованной литературы, помещенному в конце пояснительной записки. Список литературы составляется в алфавитном порядке. В списке использованной литературы следует писать: Ф.И.О. автора, название работы, издательства, год издания.

10. В тексте не допускается сокращения слов, кроме установленных стандартами. Не следует применять разговорные термины.

### ***Оформление графической части***

1. Чертежи выполняются на ватманах формата А3.

2. Все чертежи оформляются рамкой, которую наносят внутри границ формата: сверху, справа и снизу – на расстоянии 5мм, слева – на расстоянии 20мм (для брошюровки чертежей).





**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЕТОФОРНОГО ОБЪЕКТА  
НА ИЗОЛИРОВАННОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению курсового проекта**

для студентов направления подготовки  
190700 «Технология транспортных процессов»

Составитель Р.В. Николаева

Редактор

Корректор

Редакционно-издательский отдел  
Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Заказ №

Тираж 30 экз.

Печать ризографическая

Бумага офсетная № 1

Формат 60x84/16

Усл.печ.л. 2,38

Уч. - изд.л. 2,72

Отпечатано в полиграфическом секторе

Издательство КГАСУ.

420043, г. Казань, Зеленая 1

