

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования

«Тульский государственный университет»

Политехнический институт

Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»

«ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА»

Методические указания

к

курсовому проекту

Направление подготовки:
190700 Технология транспортных процессов

Профиль подготовки:
**Организация перевозок и управление на
автомобильном транспорте;
Организация и безопасность движения**

Квалификация выпускника: **бакалавр**

Форма обучения: **очная, очно-заочная, заочная**

Тула 2014 г.

Цель и задачи выполнения курсового проекта

Курсовой проект по дисциплине “Организация и безопасность транспортного процесса” выполняется для закрепления теоретических знаний, получаемых студентами в процессе изучения дисциплины. А также для приобретения практических навыков в организации дорожного движения на заданном участке улично-дорожной сети (УДС).

Объем проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки объемом в 20-25 страниц формата А4 и графической части из листа формата А1, на который выносятся следующие графические материалы (прил. 1):

- картограмма интенсивности движения транспортных средств и пешеходов;
- схема расположения конфликтных точек до введения светофорного регулирования;
- план проектируемого перекрестка;
- оптимальный вариант схемы пофазного разъезда;
- график работы светофоров.

Оформление проекта

Пояснительная записка курсового проекта выполняется в соответствии с требованиями ГОСТа 105-95 и ЕСКД на листах писчей бумаги формата А4. Она должна быть в обложке с титульным листом, на котором указывается тема проекта, номер студенческой группы, фамилия студента, а также номер его зачетной книжки.

Первым листом пояснительной записки должно быть задание на проектирование, в котором указывается номер варианта по методическим указаниям (МУ) или заданное преподавателем пересечение. Исходные данные, необходимые для расчетов, выбираются из МУ (прил. 2-4) или определяются с помощью натурных наблюдений на перекрестке и оформляются на отдельном листе.

Графическая часть проекта выполняется на плотной чертежной бумаге, причем графики, иллюстрирующие расчеты, могут размещаться как в тексте пояснительной записки, так и в приложении к ней.

Содержание проекта

В ходе выполнения курсового проекта необходимо:

- определить путем обследования или из исходных данных (согласно варианту МУ) характеристики (параметры) транспортных и пешеходных потоков;
- провести анализ дорожных условий и состояния ОиБДД;
- провести анализ конфликтных точек и конфликтных ситуаций на заданном объекте УДС и выявить недостатки существующей ОиБДД;

- разработать мероприятия по улучшению ОиБДД;
- выполнить необходимые расчеты регулирования движения на перекрестке.

1. Определение характеристик транспортных и пешеходных потоков путем обследования перекрестка

1.1. Расчет интенсивности движения

Расчет интенсивности проводится отдельно для пешеходных и транспортных потоков, по каждому направлению движения. На заданном участке УДС необходимо посчитать количество транспортных средств (ТС) и пешеходов, проходящих через перекресток. Подсчет проводится четыре раза в сутки в следующие интервалы времени:

8.00 - 9.00, 12.00 - 13.00, 17.00 - 18.00, 20.00 - 21.00 .

Затем необходимо произвести расчет интенсивности движения в приведенных автомобилях/час по общей формуле. Если исходные данные по курсовому проекту выдаются по вариантам, согласно методическим указаниям, то подсчет интенсивности движения N , ед./ч (в приведенных автомобилях/час) производится по общей формуле

$$N = \sum_{i=1}^n (N_i \cdot K_{npi}),$$

где N_i - интенсивность движения автомобилей данного типа, авт./ч;

K_{npi} - коэффициент приведения для данной группы автомобилей согласно СНиП 11-Д.5-72;

n - количество типов автомобилей.

Коэффициенты приведения даны в табл. 1.1

Таблица 1.1

Тип автомобилей	Коэффициент приведения
1	2
1. Легковые	1.0
2. Мотоциклы и мопеды	0.5
3. Грузовые, грузоподъемностью в т.:	
до 2.0	1.5
>> 5	2.0
>> 8	2.5
>> 14	3.5
свыше 14	4.5

Продолжение табл. 1.1

1	2
4. Автопоезда грузоподъемностью в т.:	
до 6	3.0
>> 12	3.5
>> 20	4.0
>> 30	5.0
свыше 30	6.0

Примечание:

1. При промежуточных значениях грузоподъемности транспортных средств коэффициенты приведения следует определять интерполяцией.

2. Значения коэффициентов для автобусов и специальных автомобилей следует принимать равным значениям коэффициентов для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности.

Результаты подсчетов интенсивности сводятся в табл. 1.2. По результатам подсчетов строятся гистограммы распределения транспортных и пешеходных потоков (рис. 1.1).

Таблица 1.2

Направление движения	Интенсивность движения	
	ед./ч	пеш./ч
1	52,5	102
2	30,0	60
3	333,5	234
4	42,5	24

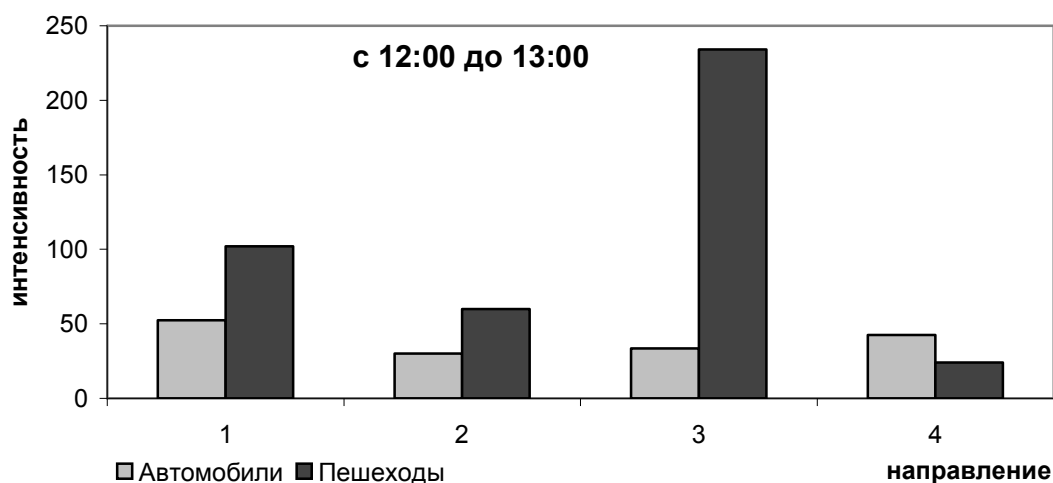


Рис.1.1. Гистограмма распределения транспортных и пешеходных потоков

Результаты изучения интенсивности движения оформляют в виде масштабной или условной картограммы (рис.1.2) на демонстрационном листе формата А1.

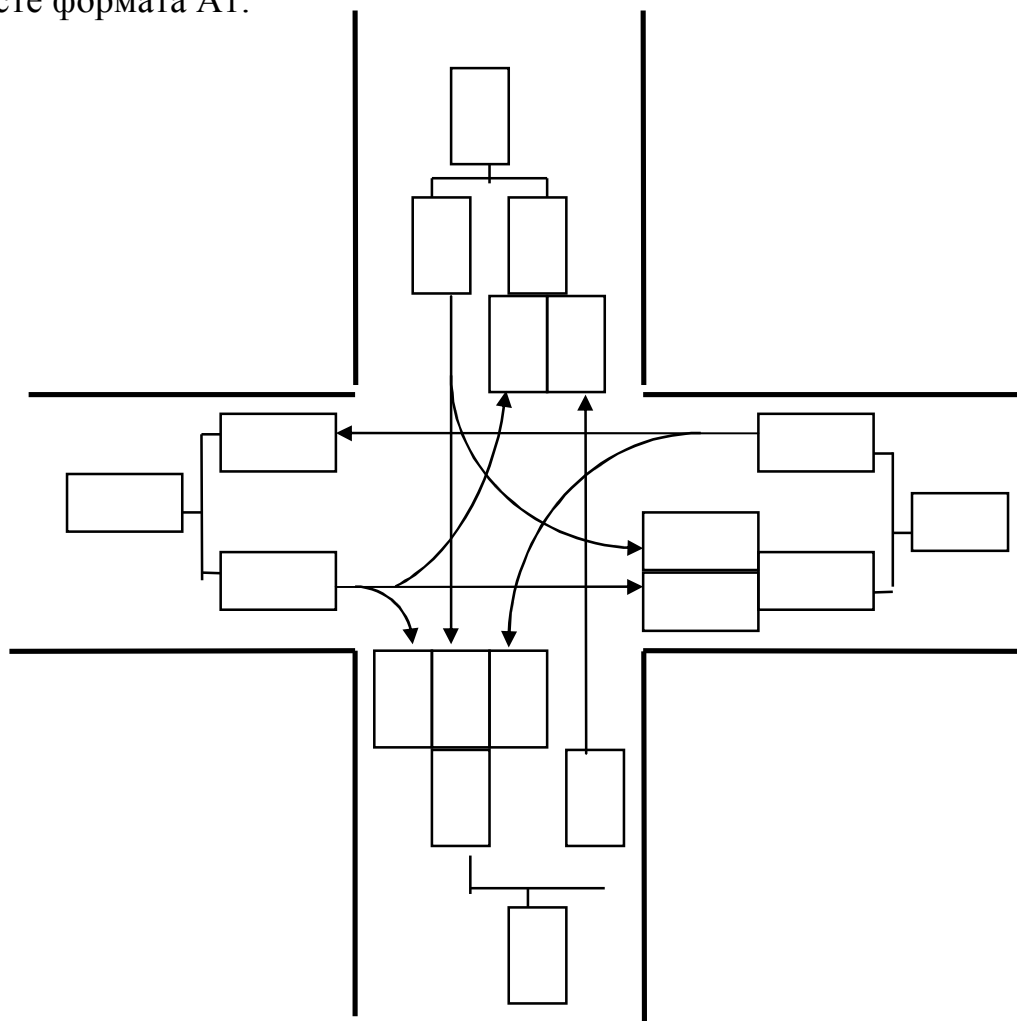


Рис. 1.2. Пример оформления картограммы

1.2. Расчет пропускной способности дороги и коэффициента загрузки движения

Пропускная способность автодороги P , ед./ч - это максимальное количество автомобилей, которое может пропустить данный участок дороги в единицу времени; P , ед./ч, измеряется в одном или в двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодно - климатических условиях.

Пропускная способность многополосных улиц увеличивается не строго пропорционально числу полос. Это явление объясняется тем, что на многополосной улице при наличии пересечений в одном уровне, автомобили часто маневрируют для поворотов налево и направо, разворотов на пересечениях, подъезда к краю проезжей части при остановке. Кроме того, даже при отсутствии указанных перестроений параллельные насыщенные пото-

ки автомобилей создают стеснение движения из-за относительно небольших и непостоянных боковых интервалов, так как водители не в состоянии обеспечить постоянное движение, идеально совпадающее с воображаемой осью размеченной полосы дороги. В общем виде пропускная способность многополосной дороги $P_{МП}$, ед./ч, с учетом влияния регулируемого пересечения определяется по формуле:

$$P_{МП} = P_{\Pi} \cdot K_{МП} \cdot \alpha,$$

где P_{Π} – пропускная способность полосы движения, ед./ч;

$K_{МП}$ – коэффициент многополосности;

α – коэффициент, учитывающий влияние регулируемого пересечения.

Рекомендуется при расчетах принимать следующие коэффициенты многополосности: для двухполосной дороги одного направления – 1,9; для трехполосной – 2,7; для четырехполосной – 3,5.

При наличии на дороге пересечений в одном уровне, на перекрестках с интенсивным движением приходится прерывать поток транспортных средств для пропуска их по пересекающимся направлениям с помощью светофорного регулирования. В этом случае для движения транспортного потока данного направления через перекресток используют лишь часть расчетного времени, так как остальная часть отводится для пересекающегося потока. Поэтому коэффициент α зависит от состояния удельной интенсивности пересекающихся потоков и оптимальности режима регулирования. При близких по удельной интенсивности пересекающихся потоках этот коэффициент колеблется в пределах 0,4 – 0,6.

Пропускная способность полосы определяется по формуле

$$P_{\Pi} = 1000 \cdot V_A / L_D,$$

где V_A – скорость движения транспортных средств, км/ч;

L_D – динамический габарит автомобиля, м,

$$L_D = l_A + V_A + 0,03 \cdot V_A + 1,$$

здесь V_A – скорость движения транспортных средств, м/с;

l_A – средняя длина транспортного средства в потоке, м.

Одним из основных эксплуатационных параметров действующей автодороги является уровень ее загрузки, который характеризуется коэффициентом загрузки дороги, определяемым из следующей зависимости:

$$Z = N/P,$$

где N – интенсивность движения на автодороге, ед./ч;

P – пропускная способность дороги, ед./ч.

Результатом вычислений должна стать таблица с указанием необходимого числа полос для движения при подходе к перекрестку для каждого разрешенного направления движения. Если расчет ведется согласно задан-

ному варианту МУ, то значения коэффициентов загрузки дороги принимаются по прил. 3.

2. Анализ дорожных условий и состояния организации дорожного движения

Исследование существующей ОДД на заданном участке УДС следует производить с учетом следующих пунктов :

- наличие и состояние разметки на перекрестке;
- знаковая обстановка;
- количество полос для движения ТС;
- наличие или отсутствие полос озеленения;
- наличие и состояние пешеходной зоны;
- исследование освещенности перекрестка и прилегающих улиц;
- состояние полотна дороги;
- определение геометрических параметров перекрестка.

Требования, предъявляемые к автомобильным дорогам:

1. Установка дорожных знаков должна производиться в соответствии с требованиями ГОСТа 10807-71. Разметка проезжей части - в соответствии с требованием ГОСТа 13508-74. Светофорные объекты в городах и населенных пунктах должны устанавливаться в соответствии с требованиями Руководства по регулированию дорожного движения в городах.
2. Установка ограждений и направляющих устройств на автомобильных дорогах должна производиться в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02-85 и других нормативных документов.
3. Покрытие дороги должно обеспечивать надежное сцепление колес с дорогой (СНиП 2.05.02-85).
4. Асфальтобетонные покрытия должны своевременно очищаться от пыли и грязи.
5. Перекрестки городских улиц и дорог должны быть оборудованы одним или более пешеходными переходами в зависимости от расположения относительно перекрестка пунктов притяжения пешеходного движения.

Примеры расстановки знаков и нанесения дорожной разметки на типовых пересечениях приведены в прил. 2.

3. Анализ конфликтных точек и конфликтных ситуаций на заданном объекте УДС и выявление недостатков существующей ОДД

3.1. Определение типа пересечения

Места возникновения конфликтных ситуаций, где пересекаются, сливаются или разделяются траектории движения потоков, называют кон-

фликтными точками. Зона конфликтных ситуаций характеризуется увеличением времени задержек транспортных средств и повышением вероятности возникновения ДТП. На рис. 3.1. приведены типы пересечений.

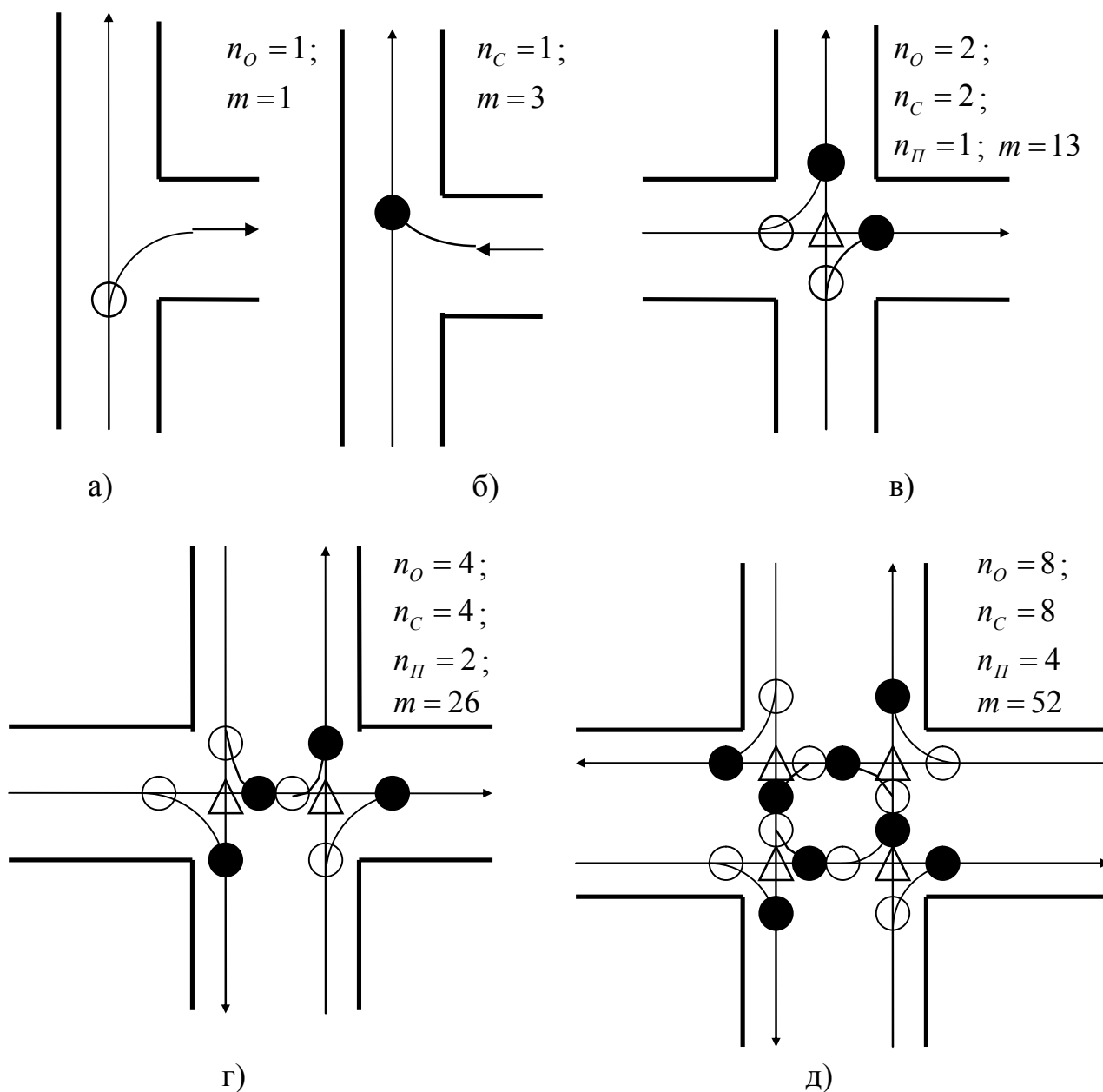


Рис. 3.1. Типы пересечений:

- а - Т-образный перекресток с ответвлением;
- б - Т-образный перекресток со слиянием;
- в - крестообразный перекресток с односторонним движением;
- г - крестообразный с улицами одностороннего и двустороннего движения;
- д - перекресток с двумя улицами двустороннего движения.

На рис. 3.1. введены следующие обозначения:

○ - точки отклонения; ● - точки слияния; △ - точки пересечения.

3.2. Определение сложности пересечения

Все маневры транспорта, осуществляемые в узле, состоят из ответвлений, слияний и пересечений транспортных потоков. Ответвления, как и слияния, удобней и безопасней осуществлять при небольших углах. Для сравнительной оценки сложности и потенциальной опасности пересечений применяют различные системы условных показателей. Так, например, оценка сложности транспортного узла по пятибальной системе основана на вычислении показателя сложности:

$$m = n_o + 3n_c + 5n_{\pi},$$

где n_o - количество точек отклонения;

n_c - количество точек слияния;

n_{π} - количество точек пересечения.

За единицу сложности принимается ответвление n_o и считается, что примыкание в 3 раза, а пересечение в 5 раз сложнее ответвления. Если в результате расчетов получилось $m < 40$, то узел простой, если $40 < m < 80$ – узел средней сложности, если $80 < m < 150$ – узел сложный, если $m > 150$ – очень сложный.

Взаимодействие транспортных средств на дорогах является чрезвычайно сложным явлением и упрощенные оценки конфликтных ситуаций дают очень приблизительное представление об опасности пересечения. Вероятность столкновений транспортных средств при маневрах пропорциональна интенсивности движения взаимодействующих транспортных потоков.

3.3. Выявление недостатков существующей ОДД

Выявление недостатков существующей ОДД имеет своей целью получить объективные и, по возможности, количественные показатели, необходимые для решения по совершенствованию ОДД и повышению безопасности движения. Постоянными оценочными показателями при оптимизации дорожного движения в городе являются следующие: экономический показатель, показатели безопасности движения и экологической безопасности.

Формализации и количественному описанию поддается показатель устойчивости функционирования УДС. Учитывая его универсальность и высокую значимость, целесообразно включать данный параметр в систему оценочных критериев состояния ОДД.

Экономические показатели оценки состояния ОДД. Мероприятия по ОДД, вводя определенные ограничения на движение ТС по УДС, влекут за собой изменения следующих показателей: времени движения по УДС;

пробега ТС по УДС; расхода топлива; степени износа ТС, дорожных покрытий и дорожно-транспортных сооружений.

Показатель безопасности дорожного движения. При разработке комплексных схем организации дорожного движения оценка существующего состояния ОДД может быть выполнена на основе расчета конфликтной загрузки УДС.

Суммарная конфликтная нагрузка магистральной УДС (без учета конфликтов транспортных и пешеходных потоков между собой) определяется по формуле:

$$R = 5 \sum \frac{N_{i\Pi} N_{j\Pi}}{(N_{i\Pi} + N_{j\Pi})^2} + 3 \sum \frac{N_{iC} N_{jC}}{(N_{iC} + N_{jC})^2} + \sum \frac{N_{iO} N_{jO}}{(N_{iO} + N_{jO})^2},$$

где $N_{i\Pi}$ и $N_{j\Pi}$ - интенсивность движения соответственно потоков i и j , образующих конфликтную точку пересечения, ед./ч; N_{iC} и N_{jC} - интенсивность движения соответственно потоков i и j , образующих конфликтную точку слияния потоков, ед./ч; N_{iO} и N_{jO} - интенсивность движения соответственно потоков i и j , образующих конфликтную точку ответвления, ед./ч.

Данный расчет производят для уже существующего и рассчитываемого перекрестка, с учетом усовершенствований. Результаты расчета сравнивают между собой. В случае, если суммарная конфликтная нагрузка существующей магистральной УДС больше чем проектируемой, то внедрение усовершенствований считается оправданным.

Показатель экологической безопасности. В задании на проектирование ОДД, как правило, отражают требования по доведению экологических показателей на отдельных участках УДС до нормативного уровня. Эти участки отличаются недопустимо высоким загрязнением воздушного бассейна и уровнем транспортного шума.

Показатель устойчивости функционирования УДС. Под устойчивостью функционирования УДС понимают способность УДС противостоять снижению своей пропускной способности в результате полного или частичного отказа отдельных элементов магистральной УДС. К отказам относятся любые экстремальные проявления дорожно-транспортных условий, исключаяющие полностью или частично данный элемент магистральной УДС из транспортного процесса.

4. Разработка и экономическое обоснование мероприятий по улучшению организации дорожного движения

4.1. Критерии ввода светофорной сигнализации

Введение светофорного регулирования ликвидирует наиболее опасные конфликтные точки, что способствует повышению безопасности дви-

жения. Вместе с тем, появление светофора на перекрестке, вызывает транспортные задержки даже на главной дороге, порой весьма значительные из-за характерной для этой дороги высокой интенсивности движения и господствующего в настоящее время жесткого программного регулирования. Таким образом, введение светофорного регулирования является не всегда оправданным и зависит прежде всего от интенсивности конфликтующих потоков и от числа и тяжести ДТП.

В соответствии с ГОСТам 23457-86 "Технические средства организации дорожного движения. Правила применения" транспортные светофоры, а также пешеходные светофоры следует устанавливать на перекрестках и пешеходных переходах при наличии хотя бы одного из следующих условий.

Условие 1 задано в виде сочетаний критических интенсивностей движения на главной и второстепенной дорогах, необходимых для установки светофора (табл. 4.1). Введение светофорного регулирования считается оправданным, если наблюдаемая на перекрестке интенсивность конфликтующих транспортных потоков в течение каждого из любых 8 часов обычного рабочего дня не менее заданных сочетаний.

Условие 2 задано в виде сочетания критических интенсивностей конфликтующих транспортного и пешеходного потоков. Введение светофорного регулирования считается оправданным, если в течение каждого из любых 8 часов рабочего дня по дороге в двух направлениях движется не менее 600 ед./час (для дорог с разделительной полосой 1000 ед./час) транспортных средств и в то же время эту улицу переходят в одном, наиболее загруженном направлении не менее 150 чел. в час.

Для населенных пунктов с населением менее 10000 человек, значения критических интенсивностей движения, оговоренные условиями 1 и 2, снижаются на 30%.

Условие 3 заключается в том, что светофорное регулирование вводится, когда условия 1 и 2 целиком не выполняются, но оба выполняются не менее чем на 80%.

Условие 4 задано определенным числом ДТП. Введение светофорного регулирования считается оправданным, если за последние 12 месяцев на перекрестке произошло не менее 3 ДТП (которые могли бы быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации) и хотя бы одно из условий 1 и 2 выполняется не менее чем на 80%.

Перевод светофоров на режим желтого мигающего сигнала (или применение для этих целей специального транспортного светофора) осуществляют при снижении интенсивности движения до 50% от норм, оговоренных условиями 1 и 2. Кроме этого, специальные транспортные светофоры (мигающий желтый) могут применяться и при более низкой интенсивности на опасных участках, где не обеспечена видимость на расстоянии,

достаточном для остановки транспортного средства в случае необходимости.

Таблица 4.1

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

Перечисленные положения разработаны с учетом зарубежного опыта и специфики наших условий. Соблюдение этих положений в принципе должно обеспечить экономическую целесообразность введения светофорного регулирования. Вместе с тем, в каком бы виде не были представлены указанные нормативы, они не смогут охватить всего многообразия случаев, встречающихся на практике. Поэтому, рассматривая условия 1 - 4 в качестве критериев введения светофора, необходимо в каждом конкретном случае проводить технико-экономический анализ. При соответствующем обосновании светофоры могут быть установлены на перекрестке и не выполняя условий 1 - 4.

4.2. Организация пофазного разъезда ТС

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 перекрестке 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 ведет к увеличению длительности цикла и, что особенно важно, увеличению его непроизводительных составляющих – числа и суммарной длительности промежуточных тактов.

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 перекрестке. Кроме того, каждой фазе должна соответствовать минимум одна своя полоса движения на подходах к перекрестку. 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 перекрестка 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.

В простейшем случае, когда преобладает движение в прямых направлениях, разъезд ТС может быть организован по двухфазному циклу.

Применение трех и более фаз связано, как правило, с высокой интенсивностью левоповоротных потоков или пешеходного движения. Появление третьей фазы открывает возможность для различных вариантов организации движения.

Основные принципы пофазного разъезда:

- а) стремиться к минимальному числу фаз в цикле регулирования;
- б) 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 конфликтующие с ним поворотные транспортные потоки, если пешеходный поток не превышает 900 чел/час, а поворотные не превышают 120 авт./ч.
- в) не выпускать из одной и той же полосы ТС, движение которых предусмотрено в разных фазах, т. е. полосы движения закрепляют за определенными фазами;
- г) стремиться к равномерной загрузке полос. Интенсивность движения, в среднем приходящаяся на одну полосу, не должна превышать диапазон 600-700 ед/час;

д) 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.

4.3. Определение геометрических параметров пересечения

4.3.1. Отделение пешеходных путей от транспортных

При разработке проектов реконструкции улицы необходимо предусматривать отделение тротуаров от проезжей части разделительными полосами, ширина которых в соответствии с требованиями СНиП “Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов” принимается равной для магистральных улиц - 3м, для жилых улиц - 2м.

Для предотвращения неконтролируемого выхода пешеходов на проезжую часть улиц в наиболее опасных местах при отсутствии разделительных полос между тротуаром и проезжей частью необходимо применять направляющие пешеходные ограждения. Их наличие, кроме обеспечения безопасности движения, способствует повышению скорости движения ТС, а следовательно, и пропускной способности проезжей части.

Длина направляющих пешеходных ограждений должна быть не менее 50 метров.

4.3.2. Расчет ширины тротуаров

Ширина тротуаров определяется с учетом категории и назначения улицы и дороги в зависимости от максимальных размеров пешеходного движения, а также размещения в пределах тротуаров опор, мачт, деревьев и т.п. по формуле:

$$b_p = \frac{N \cdot b_n}{P} + b_v + b_d,$$

где N - интенсивность пешеходного движения, пеш/ч;

P - расчетная пропускная способность полосы пешеходного движения, пеш./ч;

b_n - ширина полосы пешеходного движения(для пешеходных переходов и лестниц - 1 м, для прочих пешеходных путей - 0,75 м);

b_v - полоса безопасности, составляющая 0,6 м в сторону проезжей части или велодорожки и 0,3 м в сторону застройки (наличие зеленых защитных насаждений не учитывается);

b_d - дополнительная полоса тротуара от 0,5 до 1,2 м при наличии в его пределах мачт освещения, опор контактной сети и т.п.

Полученная по первому слагаемому формулы величина ходовой части ширины тротуара должна быть округлена до ближайшего значения, кратного 0,75м.

Расчетная пропускная способность полосы пешеходного движения принимается в соответствии с назначением пешеходных путей согласно данным табл. 5.1.

Таблица 5.1

Характеристика пешеходного пути	Пропускная способность одной полосы, пеш./ч
Тротуары , расположенные вдоль красной линии при наличии в прилегающих зданиях магазинов	700
Тротуары, отделенные от зданий с магазинами	800
Тротуары в пределах зеленых насаждений улиц и дорог	1000
Пешеходные дороги (прогулочные)	600
Переходы через проезжую часть (в одном уровне)	1200

4.3.3. Определение ширины проезжей части

Расчет ширины проезжей части необходимо проводить на основании принятого числа полос для движения в пункте 4.2. и ширины одной полосы для движения в зависимости от назначения улицы. Классификацию городских улиц, в зависимости от их назначения, ширину полосы движения, ширину улицы в красных линиях необходимо определять согласно СНиП 2.04.01- 89* - « Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений ».

Результатом вычислений является построение плана перекрестка в масштабе 1:50 с указанием всех геометрических параметров. На основании этого плана и принятой схемы пофазного разъезда необходимо рассчитать для каждой фазы регулирования расстояние от стоп-линии до дальней конфликтной точки l_i . При этом необходимо учитывать, что наилучшая видимость сигналов светофора достигается при установке светофоров за стоп-линией на расстоянии не менее трех метров, а при использовании светофоров – повторителей - 1 м. Необходимо обосновать установку дорожных знаков, нанесение разметки на проезжую часть, а также места и цель их применения.

5. Расчеты регулирования движения на заданном перекрестке

5.1. Расчет циклов светофорного регулирования

Определение потоков насыщения M , ед./ч, проводят по эмпирическому методу, когда при движении из полосы поток насыщения равен: -в прямом направлении

$$M_{\text{ПРЯМО}} = 525 \cdot B_{\text{ПЧ}} , \quad (5.1)$$

где $B_{пч}$ - ширина проезжей части в данном направлении, данной фазы, м;
-в поворотном направлении для однопольного движения

$$M_{пов} = 1800 / (1 + 1,525 / R),$$

где R - радиус поворота, м;

-в поворотном направлении для двухрядного движения

$$M_{пов} = 3000 / (1 + 1,525 / R).$$

Для случая движения ТС прямо, а также налево и (или) направо по одним и тем же полосам движения, если интенсивность лево- и правоповоротного потоков составляет более 10% от общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении данной фазы, поток насыщения, полученный по формуле (5.1) корректируют:

$$M_{иск} = M_{прямое} \cdot 100 / (a + 1,75b + 1,25c),$$

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

Определение фазовых коэффициентов. Фазовые коэффициенты определяют для каждого направления движения на перекрестке в данной фазе регулирования:

$$y_i = N_i / M_i,$$

где N_i и M_i - соответственно интенсивность движения и поток насыщения в данном направлении данной фазы регулирования, ед./ч.

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент принимается наибольшее значение 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 2 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.

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

Длительность промежуточного такта t_{III} , с, определяется по формуле:

$$t_{\text{III}} = \frac{V_A}{7,2a_T} + \frac{3,6(l_I + l_A)}{V_A}, \text{ с} \quad (5.5)$$

где V_A - средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к перекрестку и в зоне перекрестка без торможения, км/ч;

a_T - среднее замедление транспортных средств при включении запрещающего сигнала, $a_T = 3 - 4$ м/с²;

l_I - расстояние до ДКТ, м;

l_A - длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, $l_A = 6$ м.

В период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие улицу на разрешающий сигнал светофора. Время, которое потребуется для этого пешеходу определяется по формуле

$$t_{\text{III(пеш)}} = B_{\text{пеш}} / (4V_{\text{пеш}}),$$

где $V_{\text{пеш}}$ - расчетная скорость движения пешеходов, $V_{\text{пеш}} = 1,3$ м/с².

В качестве промежуточного такта выбирают наибольшее значение из t_{III} и $t_{\text{III(пеш)}}$. Длительность округляют до целого числа.

Обычно промежуточный такт обозначается желтым сигналом светофора. Учитывая, что в период его действия возможно движение транспортных средств, водители которых, находясь в непосредственной близости от стоп-линии, не смогли своевременно остановиться в момент его включения, длительность желтого сигнала не должна быть менее 3 с. С другой стороны, для безопасности движения (для предотвращения злоупотреблений водителями правом проезда на желтый сигнал), его длительность не делают более 4 с.

Определение длительности цикла и основных тактов. Длительность цикла $T_{\text{ц}}$, с, определяется по формуле:

$$T_{\text{ц}} = (1,5 \cdot T_{\text{п}} + 5) / (1 - Y),$$

где $T_{\text{п}} = \sum_{I=1}^n t_{\text{III}}$ - сумма промежуточных тактов за n фаз, с;

$Y = \sum_{I=1}^n y_I$ - сумма фазовых коэффициентов.

По соображениям БД длительность цикла больше 120 секунд считается недопустимой, так как водители при продолжительном ожидании разрешающего сигнала могут посчитать светофор неисправным и начать движение на запрещающий сигнал. Если расчетное значение превышает 120 секунд, необходимо добиться снижения длительности цикла путем увеличения числа полос движения на подходе к перекрестку, запрещения отдельных маневров, снижения числа фаз регулирования, организации про-

пуска интенсивных потоков в течение двух и более фаз. По тем же соображениям нецелесообразно принимать длительность цикла менее 25 секунд.

Длительность основного такта в I -й фазе t_{OI} , с, регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту этой фазы и равна:

$$t_{OI} = ((T_{II} - T_{II})y_I) / Y_I,$$

где y_I - фазовый коэффициент в I -й фазе регулирования.

Время, необходимое для пропуска пешеходов по какому-либо направлению $t_{ПЕШ}$, с, рассчитывается по формуле:

$$t_{ПЕШ} = 5 + B_{ПЕШ} / V_{ПЕШ},$$

где $B_{ПЕШ}$ - длина пешеходного перехода, м.

Время, необходимое для пропуска трамвая через перекресток:

$$t_{TP} = (3,6(l_I + l_{TP})) / V_{TP},$$

где l_{TP} - длина трамвайного поезда, м

V_{TP} - скорость движения трамвая в зоне перекрестка, $V_{TP} = 20$ км/ч.

Если $t_{TP} > t_{OI}$, и (или) $t_{new} > t_{OI}$, то принимают наибольшее значение t_{TP} или t_{new} . Если эта разница не более 4 - 5 секунд, то можно t_{OI} увеличить до t_{new} (или t_{TP}) и соответственно увеличить длительность цикла.

При существенном отличии указанных параметров требуется восстановить оптимальное соотношение длительности фаз в цикле. Для этого необходимо изменить длительность основных тактов, не уточняя по условиям пешеходного или трамвайного движения, т.е. скорректировать структуру цикла: фазовые коэффициенты, положенные в основу расчета цикла сохраняются, а указанные основные такты увеличиваются пропорционально этим фазовым коэффициентам.

По соображениям безопасности время движения t_{OI} обычно принимают не менее 7 секунд. В противном случае повышается вероятность цепных ДТП при разезде очереди на разрешающий сигнал светофора. Поэтому, если длительность основного такта получается менее 7 секунд, ее следует увеличить до минимально допустимой.

Построение графика светофорной сигнализации. Порядок чередования и длительность сигналов для каждого светофора, установленного на перекрестке, отражает график режима 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 и нанесенных на плане перекрестка. В средней части графика соответствующими цветами показывают чередование сигналов светофоров (эту часть графика выполняют в произвольном масштабе).

5. 2. Расчет средней задержки транспортных средств и пешеходов

Среднюю задержку транспортных средств, пересекающих перекресток в данном направлении в условиях светофорного регулирования, следует определить по формуле:

$$t_{\Delta I} = \frac{T_{\text{ц}} (1 - \lambda_I)^2}{2(1 - \lambda_I X_I)} + \frac{X_I^2}{2N_{\text{прI}}(1 - X_I)},$$

где $t_{\Delta I}$ - средняя задержка, с;

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

$\lambda_I = \frac{t_I}{T_{\text{ц}}}$ - эффективная доля данной фазы в цикле регулирования (t_I -

продолжительность горения соответствующего разрешающего сигнала, с);

$X_I = \frac{N_{\text{прI}} T_{\text{ц}}}{t_{\text{зI}} M_{\text{нI}}}$ - степень насыщения фазы регулирования,

где $M_{\text{нI}}$ - поток насыщения для данного направления движения. Величину потока насыщения $M_{\text{н}}$ для одной полосы независимо от направления движения следует принимать равной 1800 пр. ед./ч. ,если движение в данном направлении происходит в несколько рядов, то поток насыщения возрастает пропорционально числу полос без учета коэффициента многополосности.

Средняя задержка одного транспортного средства на перекрестке при данном варианте схемы пофазного разъезда определяется по формуле

$$\bar{t}_{\Delta T} = \frac{\sum_{I=1}^m t_{\Delta I} N_{\text{прI}}}{\sum_{I=1}^m N_{\text{прI}}},$$

где m - число выделенных направлений движения;

$N_{\text{прI}}$ - интенсивность движения в I -м направлении движения на перекрестке, ед./ч.

Средняя задержка пешеходов, пересекающих перекресток в I - м сечении, может быть приближенно определена по формуле

$$t_{\Delta \text{пп}} = \frac{(T_{\text{ц}} - t_I)^2}{2T_{\text{ц}}},$$

Если осуществляется поэтапный пропуск пешеходов через проезжую часть, необходимо отдельно рассчитывать среднюю задержку для пешеходов, следующих в обоих направлениях: $t_{\Delta \text{пI}}^1$ и $t_{\Delta \text{пI}}^2$. Средняя задержка пешехода, пересекающего проезжую часть в данном сечении, рассчитывается исходя из условия, что интенсивность пешеходов в обоих направлениях одинакова:

$$t_{\Delta III} = \frac{t_{\Delta III}^1 + t_{\Delta III}^2}{2}.$$

Средняя задержка одного пешехода на перекрестке при данном варианте схемы пофазного разъезда вычисляется по формуле

$$\bar{t}_{\Delta n} = \frac{\sum_{I=1}^m t_{\Delta III} N_{nI}}{\sum_{I=1}^K N_{nI}},$$

где K - число пешеходных переходов на перекрестке;

N_{nI} - интенсивность движения пешеходов в данном сечении, пеш./ч.

Библиографический список

Основная литература

1. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения: учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2007.-384 с.

Дополнительная литература

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: учебник для вузов. – 5-е изд. перераб. и доп. - М.: Транспорт, 2001.-247 с.
2. Дорожные условия и безопасность движения: Учеб. пособие / Г.П. Рыбаков, Б.И. Дагаев; ТулГУ . – Тула : Изд-во ТулГУ, 2004 . – 88с.
3. Касаткин Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учеб. пособие для вузов / Ф.П. Касаткин, С.И. Коновалов, Э.Ф. Касаткина; Владимирский ГУ.— 2-е изд. — М.: Академ. Проект, 2005 .— 352с. : ил.
4. Петров В.И. Технические средства организации дорожного движения (светофоры, дорожные контроллеры, АСУДД): учеб. пособие / В.И. Петров, И.Е. Агуреев, Н.В. Григорьева. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. 269 с.

Периодические издания

1. Журнал «За рулем».
2. Журнал «Транспорт. Наука, техника, управление».
3. Журнал «Трение и износ».
4. Журнал «Автотранспорт: эксплуатация, обслуживание, ремонт».
5. Журнал «Новости авторемонта».
6. Журнал "Логистика и управление цепями поставок"

Требования к оформлению демонстрационного листа

На демонстрационный лист формата А1 должны быть внесены следующие графические материалы (рис.1):

- масштабная или условная картограмма интенсивности движения транспортных средств и пешеходов;
- схема расположения конфликтных точек до введения светофорного регулирования;
- план перекрестка в масштабе 1:200 с указанием знаков, разметки и светофорного объекта;
- оптимальный вариант схемы пофазного разъезда с указанием сигналов светофоров и дополнительных секций;
- график работы светофоров.

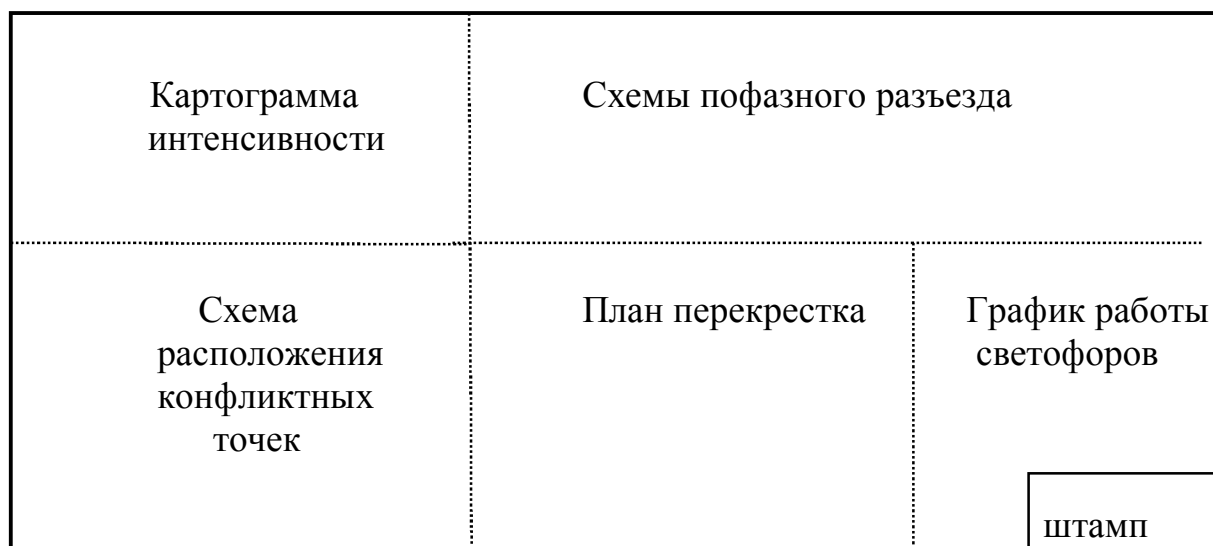


Рис. 1. Расположение графического материала

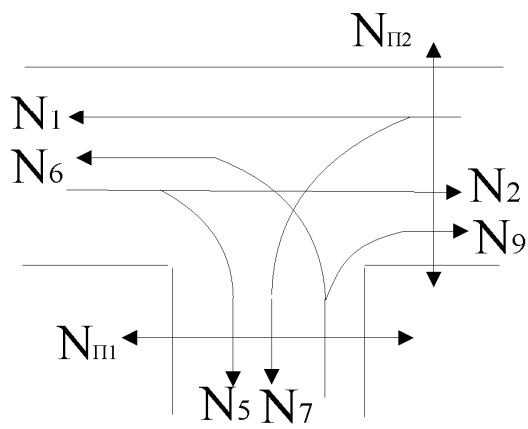
При построении графика работы светофоров следует использовать цветные карандаши (фломастеры, цветной принтер), соответствующие цветам сигналов регулирования.

План перекрестка выполняется с указанием основных размеров.

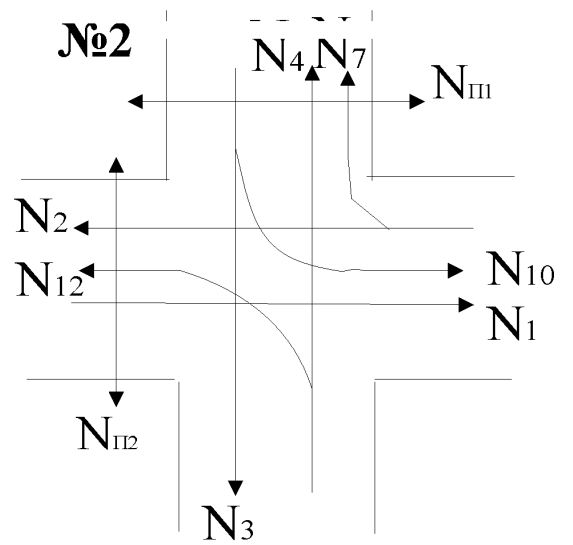
Схема пофазного разъезда должна состоять из нескольких чертежей (по количеству фаз в цикле регулирования), на которой необходимо указать направления движения транспортных средств и пешеходов в данной фазе, а также значения сигналов светофоров.

ВАРИАНТЫ СХЕМ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

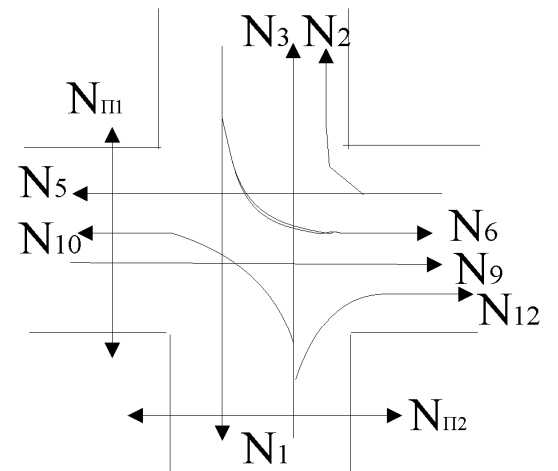
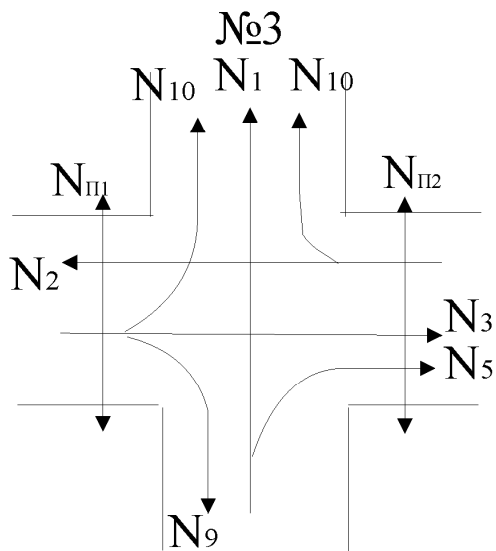
№1



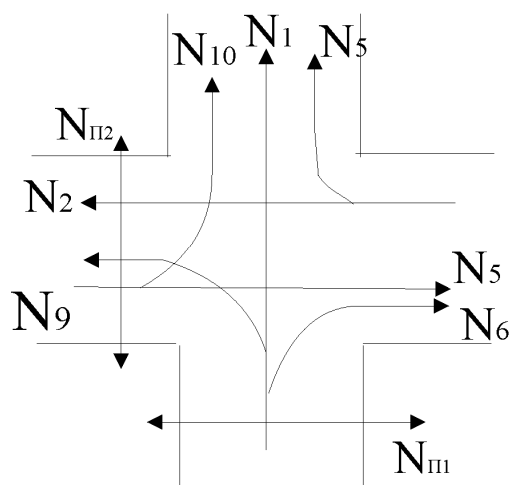
№2



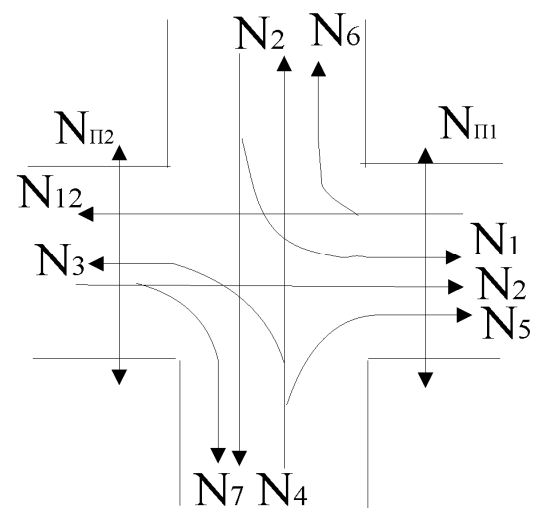
№4

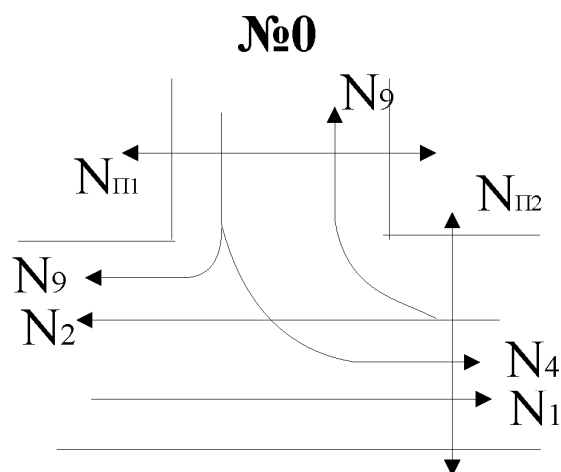
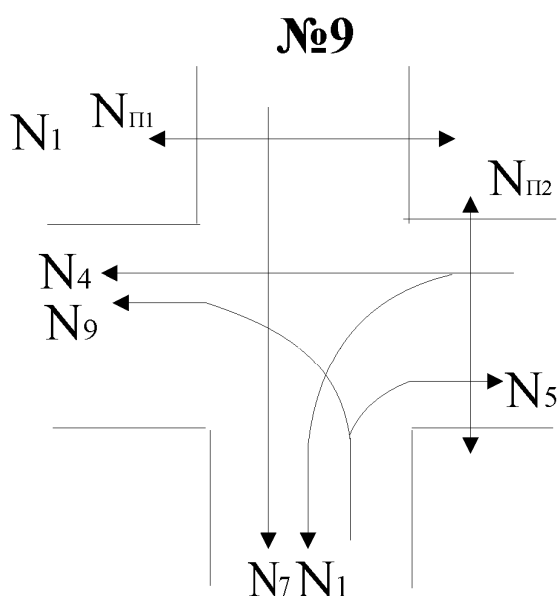
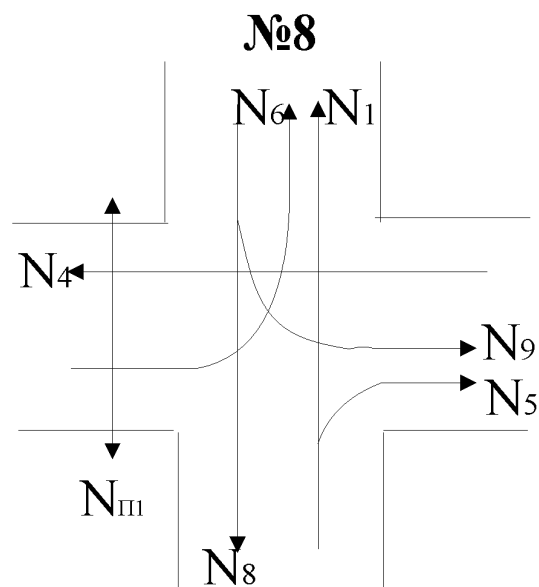
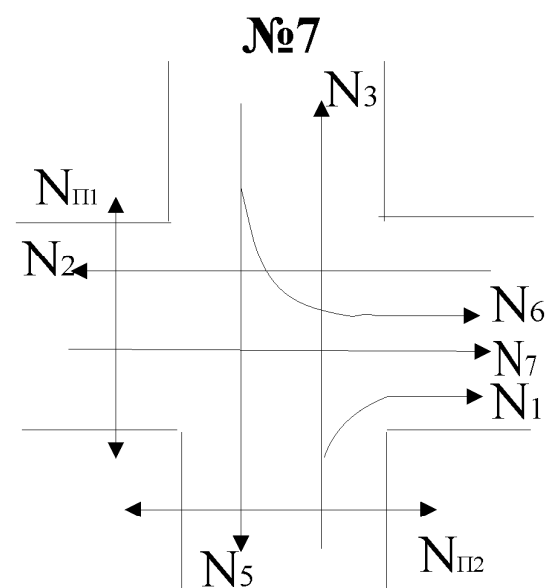


№5



№6





Номер варианта задания на выполнение курсового проекта определяется по трем последним цифрам зачетной книжки студента. Например: номер зачетной книжки 96050351, соответствующий номер варианта - 351.

По третьей цифре (в данном случае цифра 1) определяется схема пересечения из приложения 2. По второй цифре - значение интенсивностей транспортных и пешеходных потоков (приложение 4), по первой цифре выбираются значения коэффициента загрузки и состав транспортных потоков по направлениям движения (приложение 3).

ВАРИАНТЫ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАГРУЗКИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ Приложение 3

№ варианта	N ₁ и N ₂				N ₃ и N ₄				N ₅ и N ₇				N ₆ и N ₈				N ₉ и N ₁₁				N ₁₀ и N ₁₂			
	1*	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0	60	30	10	0.60	40	35	25	0.68	80	15	5	0.60	75	15	10	0.80	65	25	10	0.75	40	50	10	0.90
1	63	30	7	0.70	70	15	15	0.73	40	50	10	0.71	68	18	14	0.80	35	55	10	0.65	71	18	11	0.75
2	45	40	15	0.66	80	20	0	0.70	79	16	5	0.67	0	40	60	0.70	25	70	5	0.76	15	55	30	0.83
3	80	5	15	0.60	62	18	20	0.65	55	40	5	0.74	50	20	30	0.90	50	25	25	0.82	29	41	30	0.65
4	72	28	0	0.70	45	40	15	0.70	60	25	15	0.73	0	55	45	0.66	100	10	0	0.73	82	8	10	0.63
5	67	23	10	0.65	50	25	25	0.65	45	35	20	0.62	43	35	22	0.75	80	15	5	0.60	30	30	40	0.74
6	55	35	10	0.75	76	14	10	0.75	62	20	18	0.65	40	40	20	0.60	30	60	10	0.65	30	35	35	0.65
7	89	11	0	0.69	74	16	10	0.86	65	25	10	0.78	50	25	25	0.75	60	15	25	0.78	27	50	23	0.86
8	53	32	15	0.60	37	45	18	0.60	90	10	0	0.77	41	39	20	0.70	47	40	13	0.75	25	49	35	0.80
9	75	20	5	0.65	49	32	19	0.65	25	40	35	0.83	70	23	7	0.65	50	30	20	0.70	80	15	5	0.70

* В таблице приняты следующие обозначения:

- 1 – легковые автомобили (%); 2 – грузовые автомобили грузоподъемностью от 3 до 5 т (%);
 3 – автобусы (%); 4 – коэффициент загрузки.

ВАРИАНТЫ ЗНАЧЕНИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ

№ Ва- риан- та	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N _{п1}	N _{п2}
0	570	530	500	550	50	120	75	80	70	95	100	70	700	950
1	680	715	560	450	90	75	70	145	110	145	110	120	600	1600
2	475	580	640	360	90	105	50	45	60	150	130	90	1150	550
3	765	500	585	635	105	135	55	105	45	85	45	116	950	1240
4	760	680	735	550	65	80	90	155	125	40	90	105	1000	600
5	700	510	600	420	75	135	75	110	80	100	80	95	850	1270
6	610	655	805	650	132	100	45	145	85	125	50	80	850	450
7	580	780	575	845	55	75	80	80	125	115	85	110	700	900
8	605	800	655	490	60	130	95	75	60	135	90	115	950	770
9	510	745	800	575	100	155	140	60	130	95	115	90	820	1000

Примечание: Значения интенсивности транспортных потоков приведены в авт./ч;
значения интенсивности движения пешеходов - в пеш/ч.

