

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

А. В. ТОЛКОВ

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ И В ГОРОДАХ

Учебное пособие по выполнению
курсового проекта



Владимир 2019

УДК 656.1/.5
ББК 39.3
Т52

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
А. Н. Гоц

Кандидат технических наук
зам. начальника Восточного межрегионального управления
государственного автодорожного надзора
Центрального федерального округа
Федеральной службы по надзору в сфере транспорта
В. Н. Шулаев

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Толков, А. В.

Т52 Организация движения на автомагистралях и в городах :
учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А. В. Толков ;
Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир :
Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с.
ISBN 978-5-9984-1041-3

Содержатся необходимые рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Организация движения на автомагистралях и в городах» бакалаврами, обучающимися по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

Предназначено для студентов высших учебных заведений очной формы обучения.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 51. Ил. 110. Библиогр.: 19 назв.

УДК 656.1/.5
ББК 39.3

ISBN 978-5-9984-1041-3

© ВлГУ, 2019

ВВЕДЕНИЕ

В учебном пособии излагается порядок определения интенсивности и состава транспортного потока, дается построение картограмм интенсивности дорожного движения, приведено определение скоростей движения транспорта и расчета пропускной способности полосы.

Рассмотрено определение сложности пересечений (перекрестков), дан анализ дорожных условий, знаков, разметки, светофорного регулирования и пофазного разъезда.

Издание содержит большой практический материал по анализу схем организации дорожного движения, который приведен в приложении.

Цель издания пособия – помочь студентам указанного направления в выполнении и разработке основных разделов курсового проекта (КП) по дисциплине «Организация движения на автомагистралях и в городах».

Глава 1. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.1. Определение интенсивности и состава транспортного потока

При формировании информации о состоянии дорожного движения в первую очередь необходимы данные, характеризующие транспортный поток.

Единственным способом получения достоверной информации о состоянии дорог и характеристиках существующих транспортных и пешеходных потоков – натурные исследования.

Состав транспортного потока характеризуется соотношением в нем транспортных средств (ТС) различного типа. Этот показатель оказывает значительное влияние на все параметры дорожного движения. Учет интенсивности проводится отдельно по каждому направлению движения.

Обычно при оценке условий работы дороги интенсивность движения выражают в фактическом количестве проходящих автомобилей, суммируя автомобили независимо от их типов. Для характеристики количества автомобилей, которое дорога может пропустить, фактическую интенсивность движения иногда пересчитывают на эквивалентное количество легковых автомобилей, которые могли бы проехать по участку дороги за время проезда грузовых автомобилей, автобусов или автопоездов.

Для этого вводят *коэффициенты приведения*, на них умножают число автомобилей каждого типа [3 – 5]:

1. Легковые автомобили, микроавтобусы и грузовые полной массой до 3,5 т.....	1,0
2. Мотоциклы.....	0,5
3. Грузовые автомобили разрешенной массой до 12 т.....	2,0
4. Грузовые автомобили разрешенной массой более 12 т, автобусы.....	2,5
5. Троллейбусы.....	3,0
6. Автопоезда.....	4,0

На разветвленной сети дорог (например, в городе) интенсивность движения удобнее определять не в сечениях дороги, а на перекрестках (транспортных узлах). При этом в зависимости от конфигурации транспортного узла формируется группа наблюдателей, кото-

рые фиксируют входящие транспортные потоки с разделением по типам транспортных средств (легковые, грузовые, автобусы и т. п.) и направлениям движения (направо, прямо, налево). Результаты наблюдений позволяют оценить не только общую интенсивность движения по направлениям, но также интенсивность и состав транспортных потоков внутри узла.

Прежде чем определять интенсивность транспортного потока, необходимо составить схему перекрестка с указанием всех разрешенных направлений движения. Пример схемы перекрестка представлен на рис. 1.

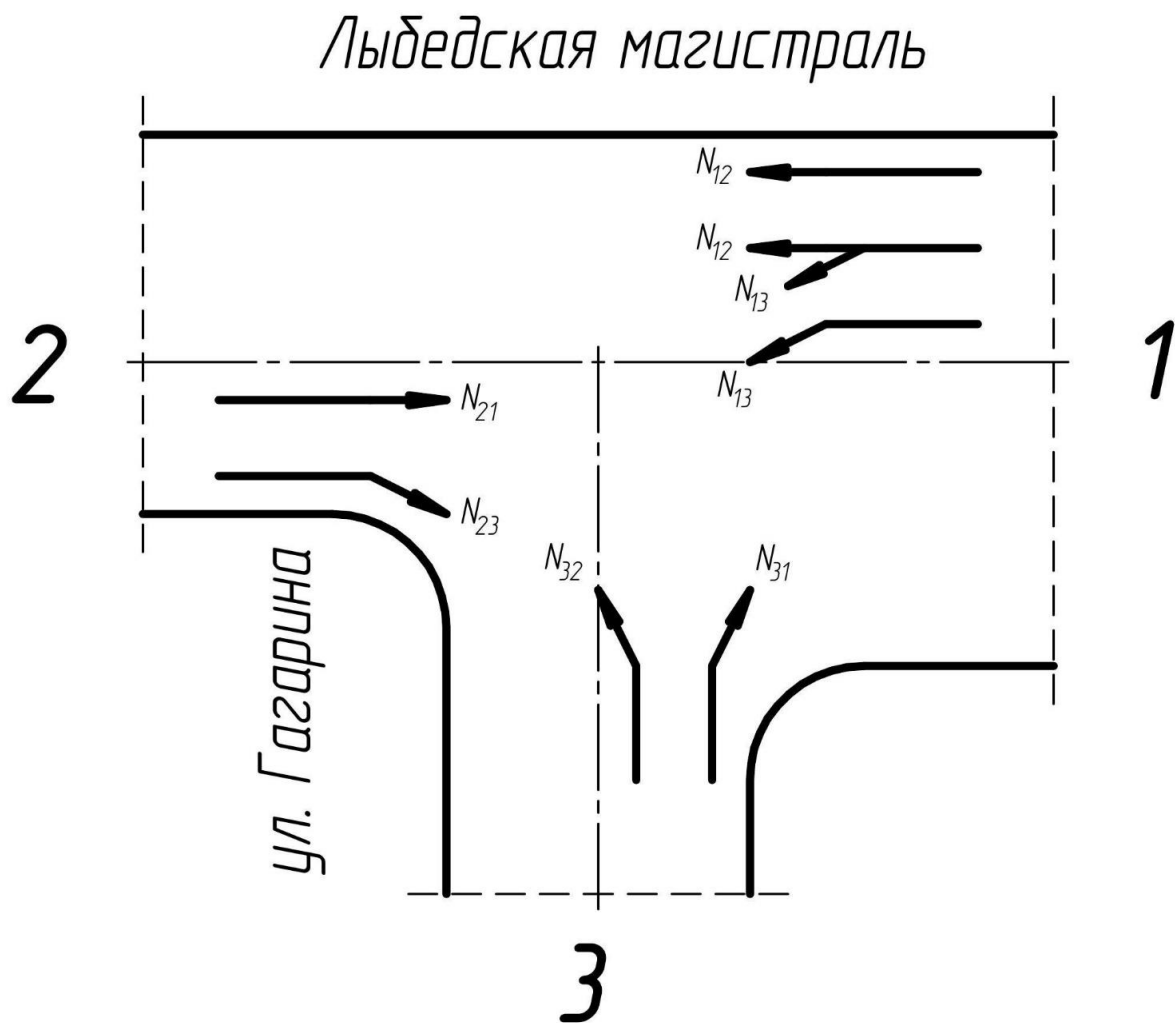


Рис. 1. Пример схемы перекрестка с указанием направлений движения

Количество наблюдателей определяют следующим образом: по одному человеку на каждую сторону перекрестка, если перекресток

трехсторонний, то три человека, если четырехсторонний – четыре. Кроме этого нужен человек, который будет изучать режим светофорного регулирования и делать фото-, видеосъемку с целью изучения типов знаков, разметки, светофоров и их расположения на перекрестке. Это понадобится для вычерчивания существующей схемы организации дорожного движения (схемы ОДД). Видеосъемка нужна для фиксации пофазного разъезда ТС, это необходимо для разрешения вопросов, если они возникнут, чтобы не выходить лишний раз на перекресток. Кроме этого желательно иметь еще два человека для измерения скоростей движения через перекресток.

Измерения интенсивности транспортных потоков следует проводить в рабочие дни в часы пик. Для города Владимира часы пик приходятся на время с 7.00 до 8.30, а также с 16.30 до 18.30. Для выполнения расчетов КП достаточно выбрать один час – либо утром, либо вечером.

Идеальный вариант измерений, когда группа из 6 – 7 человек проводит измерения одновременно в течение одного часа пик.

Из-за нехватки наблюдателей возможны следующие варианты действий:

- выход на перекресток несколько раз либо в один день (утром и вечером), либо в разные дни, но в одинаковое время;

- выход на перекресток один раз, но измерения интенсивности движения ТС и состава транспортного потока проводятся не в течение часа, а например, по 15 мин каждого направления движения. Главное, провести измерения интенсивности движения ТС, состава транспортного потока и скоростей движения именно в час пик. Для изучения знаков, разметки и светофорного регулирования можно задержаться на перекрестке или выйти в другой раз.

В общем случае вариант действий из-за нехватки наблюдателей определяется каждый раз в индивидуальном порядке.

Пример бланка учета количества ТС, который должен иметь каждый наблюдатель, представлен в табл. 1.

Таблица 1. Бланк учета количества ТС

Напр-е дви- жения	Время, ч, мин	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус		
		Налево	Пря- мо	Напра- во	Налево	Пря- мо	Напра- во	Налево	Пря- мо	Напра- во
1	8.00 – 8.15									
2										
3										
1	8.15 – 8.30									
2										
3										
1	8.30 – 8.45									
2										
3										
1	8.45 – 9.00									
2										
3										

Далее необходимо обработать результаты измерений согласно табл. 2 и 3, а также определить долю каждого типа ТС в общем потоке (табл. 4).

Таблица 2. Интенсивность движения на перекрестке за 1 ч

Напр-е движе- ния	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Все- го	Эк- вива- лент
	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во		
1											
2											
3											
Всего											

Таблица 3. Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 ч

Направление движения	Легковое ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1				
2				
3				
Итого				

Таблица 4. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Всего
Число ТС				
Доля в потоке, %				

1.2. Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

Выделяют два типа картограмм интенсивности транспортных потоков – условная, масштабная.

Картограммы строят по количеству ТС, движущихся в конкретном направлении без учета полос движения.

Условную картограмму строят на основании данных табл. 2 в натуральных (измеренных) единицах ТС. Пример построения условной картограммы приведен на рис. 2.

Масштабную картограмму строят на основании данных табл. 3 в приведенных единицах ТС. Пример построения масштабной картограммы приведен на рис. 3.

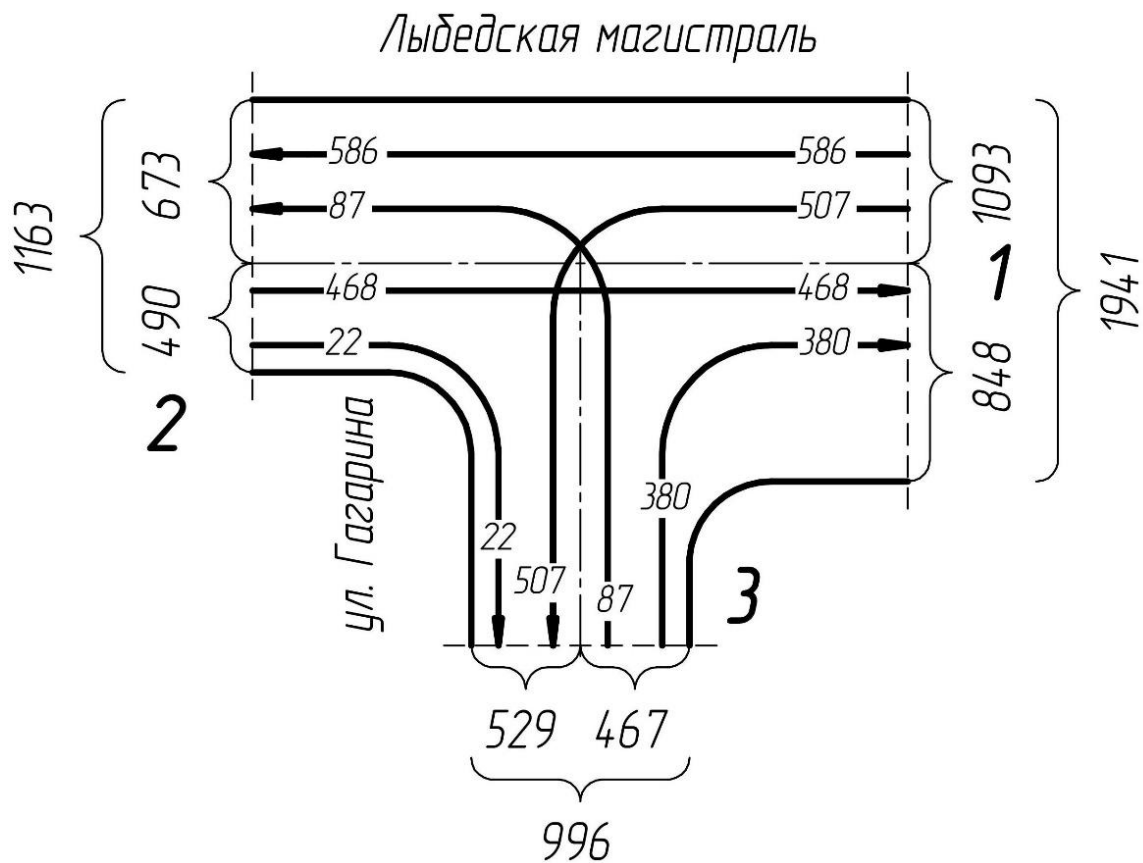


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

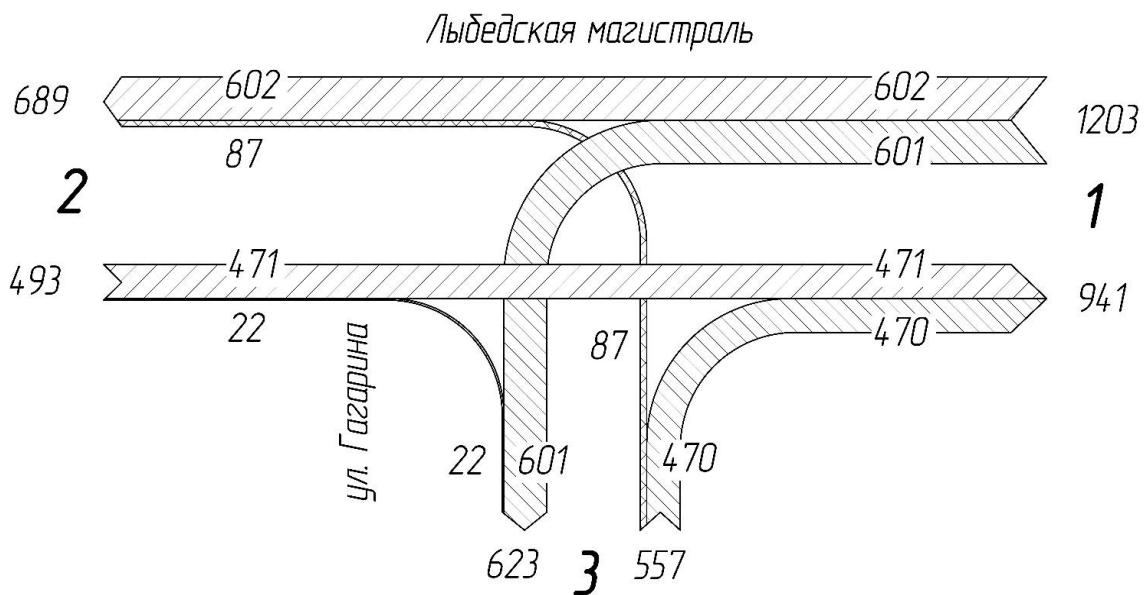


Рис. 3. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

1.3. Расчет теоретической пропускной способности полосы

По итогам расчета делают вывод о загруженности существующей полосы движения в направлении с максимальной интенсивностью движения ТС, то есть определяют – надо ли вводить дополнительную полосу для движения.

Расчет теоретической пропускной способности полосы ведется по методике, представленной в [3 и 6].

Расстояние между движущимися автомобилями принимают равным дистанции безопасности L_d , которая включает остановочный путь, длину автомобиля и величину запаса, м,

$$L_d = S_o + l_a + S_з, \quad (1)$$

где S_o – величина остановочного пути; $l_a = 4$ м – длина автомобиля; $S_з = (2...5)$ м – величина запаса.

Остановочный путь определяется по формуле, м,

$$S_o = S_p + S_{cp} + S_T, \quad (2)$$

где S_p – путь автомобиля за время реакции водителя, м; S_{cp} – путь автомобиля за время срабатывания тормозного привода, м; S_T – путь торможения, м.

Путь автомобиля за время реакции водителя определяется по формуле, м,

$$S_p = 1000V_a t_p / 3600, \quad (3)$$

где V_a – скорость автомобиля в момент обнаружения препятствия, км/ч; $t_p = (0,2...1,5)$ с – время реакции водителя.

Путь автомобиля за время срабатывания тормозного привода определяется по формуле, м,

$$S_{cp} = 1000V_a t_{cp} / 3600, \quad (4)$$

где $t_{cp} = (0,2...0,4)$ с – время срабатывания тормозного привода.

Величина пути торможения определяется по формуле

$$S_T = \frac{\left(\frac{1000}{3600} V_a\right)^2 K_э}{2g(\varphi \pm i)}, \quad (5)$$

где $K_э = (1...1,5)$ – коэффициент эффективности торможения, зависит от конструкции тормозов автомобиля (чем больше масса автомобиля,

тем больше значение); φ – коэффициент сцепления шин с покрытием (для сухой асфальтированной поверхности $\varphi = (0,6 \dots 0,7)$);

g – ускорение свободного падения; $i = 0$ – уклон дороги.

Так как случай мгновенной остановки впереди идущего автомобиля в практике встречается редко, то в расчетах берут уменьшенное значение остановочного пути $S'_0 = S_0/2$. В результате получают уменьшенное значение динамического габарита автомобиля

$$L_{\text{ду}} = S'_0 + l_a + S_3. \quad (6)$$

Время, через которое автомобили будут проходить один за другим через сечение дороги, соблюдая дистанцию безопасности, определяют по формулам

$$t_{\text{пр}} = L_{\text{д}} / \left(\frac{1000}{3600} V_a \right), \quad (7)$$

$$t'_{\text{пр}} = L_{\text{ду}} / \left(\frac{1000}{3600} V_a \right).$$

Пропускную способность определяют по формулам:

$$\begin{aligned} N_{\text{max}} &= V_a / (0,001 L_{\text{д}}), \\ N'_{\text{max}} &= V_a / (0,001 L_{\text{ду}}). \end{aligned} \quad (8)$$

Среднюю скорость потока определяют по формулам:

$$\begin{aligned} V_{\text{ср}} &= V_0 - \alpha N_{\text{max}}, \\ V'_{\text{ср}} &= V_0 - \alpha N'_{\text{max}}, \end{aligned} \quad (9)$$

где V_0 – скорость движения одиночного автомобиля при отсутствии помех (в расчетах принимается как максимальная допустимая скорость движения), км/ч; N – интенсивность движения по дороге в одном направлении, авт./ч; α – коэффициент снижения скорости, который зависит от состава транспортного потока (при 80 % и выше легковых автомобилей в транспортном потоке $\alpha = 0,008$).

Плотность транспортного потока – количество автомобилей, приходящееся на единицу длины однородного по транспортным характеристикам участка дороги, обычно протяженностью 1 км, находим по формулам:

$$\begin{aligned} q &= N_{\text{max}} / V_a, \\ q' &= N'_{\text{max}} / V_a, \end{aligned} \quad (10)$$

где N – интенсивность движения, авт./ч; V_a – скорость движения, км/ч.

Фактическую пропускную способность участков, выражаемую в приведенном количестве легковых автомобилей, находим по формуле

$$N_{\phi} = N_{\text{пр}} \prod_{i=1}^{13} \beta_i, \quad (11)$$

где $N_{\text{пр}}$ – максимальная практическая пропускная способность;

$\beta_1 \dots \beta_{17}$ – коэффициенты снижения пропускной способности;

β_1 – зависит от ширины полосы движения, проезжей части и числа полос движения;

β_2 – зависит от ширины обочины;

β_3 – зависит от расстояния от кромки проезжей части до препятствия;

β_4 – зависит от доли автопоездов в составе транспортного потока;

β_5 – зависит от величины продольного уклона и длины подъема дороги;

β_6 – зависит от расстояния видимости;

β_7 – зависит от радиуса кривой в плане;

β_8 – зависит от ограничения скорости знаком;

β_9 – зависит от типа пересечения и числа автомобилей, поворачивающих налево;

β_{10} – зависит от способа укрепления обочин;

β_{11} – зависит от типа покрытия дороги;

β_{12} – зависит от расположения остановок общественного транспорта, АЗС и площадок отдыха относительно перекрестка;

β_{13} – зависит от вида разметки;

β_{14} – зависит от соотношения доли автобусов и легковых автомобилей в потоке;

β_{15} – учитывает влияние населенного пункта;

β_{16} – учитывает влияние расстояния неподвижных боковых препятствий до кромки проезжей части;

β_{17} – учитывает влияние пешеходных переходов.

В расчетах допускается использовать не более шести частных коэффициентов, выделяя основной частный коэффициент и второстепенные. Результаты расчетов представляют в табл. 5 и 6.

Таблица 5. Результаты расчета пропускной способности дороги

V_a , км/ч	S_T , м	S_0 , м	L_d , м	$L_{ду}$, м	$t_{пр}$, с	$t'_{пр}$, с	N_{max} , авт./ч	N'_{max} , авт./ч
10								
30								
...								
110								

Таблица 6. Результаты расчета средней скорости и плотности потока

Диапазон изменения пропускной способности дороги	Скорость, км/ч			Плотность потока, авт./км	
	V_{cp}	V'_{cp}	V_a	q	q'
$0,4N_{max}$					
$0,6N_{max}$					
...					
$1,4N_{max}$					

Примеры графиков $N_{max} = f(V_a)$, $N'_{max} = f(V_a)$, $V_{cp} = f(N)$ и $V'_{cp} = f(N)$ приведены на рис. 4, графиков $q = f(V_a)$ и $q' = f(V_a)$ – на рис. 5.

Назначение числа полос:

$$n = \frac{N_{\phi} s}{Z N_{max}},$$

$$n' = \frac{N_{\phi} s}{Z' N'_{max}},$$
(12)

где s – коэффициент сезонной неравномерности движения (для весны $s = 0,75 \dots 0,8$);

$$Z = N_{max} / N_{\phi},$$

$$Z' = N'_{max} / N'_{\phi}.$$
(13)

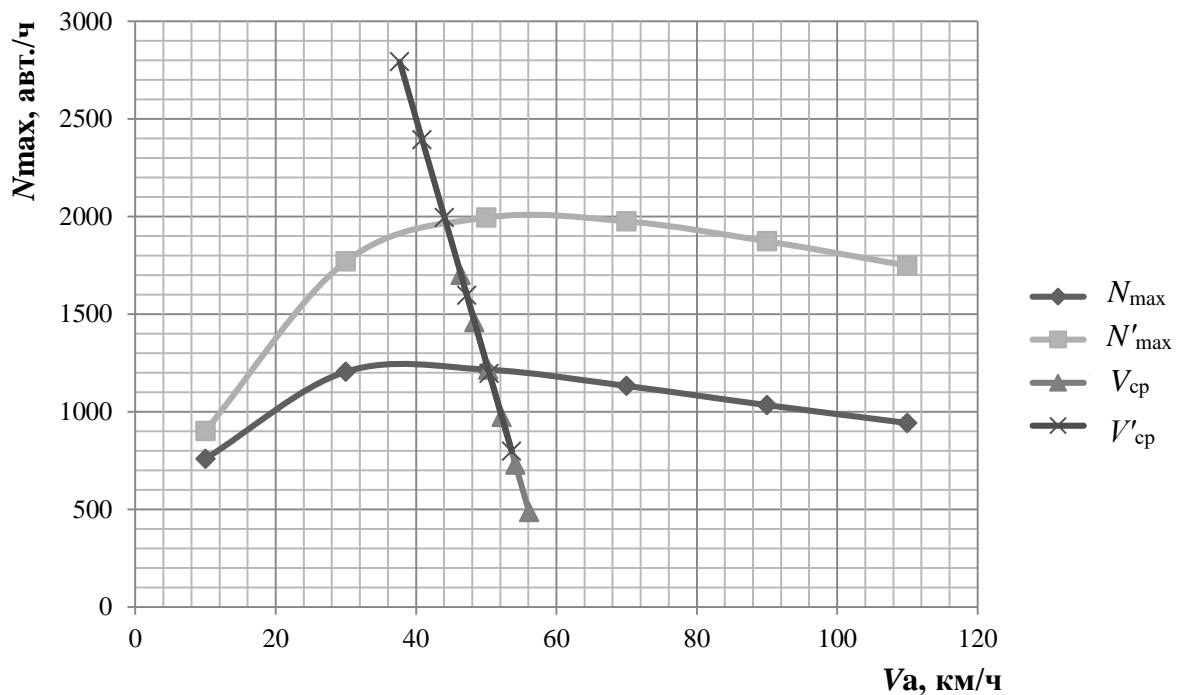


Рис. 4. Графики зависимостей $N_{\max} = f(V_a)$, $N'_{\max} = f(V_a)$, $V_{cp} = f(N)$ и $V'_{cp} = f(N)$

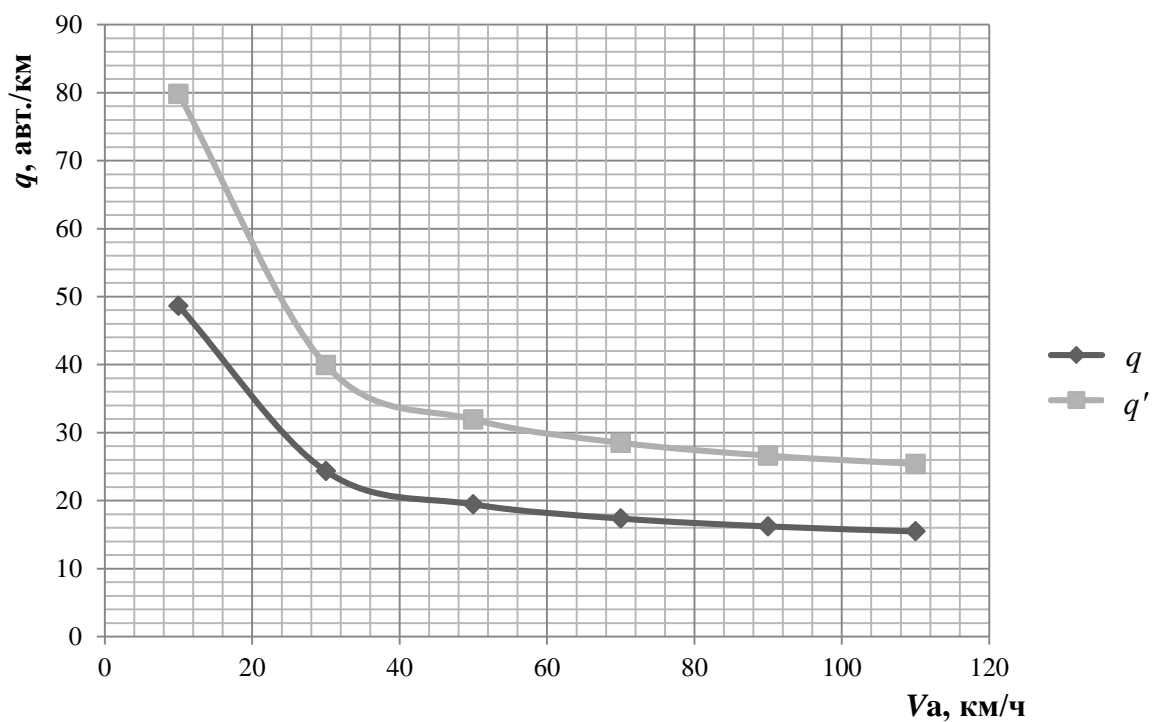


Рис. 5. Графики зависимостей $q = f(V_a)$ и $q' = f(V_a)$

1.4. Расчет фактической пропускной способности полосы

Пропускная способность автодороги P , ед./ч, – это максимальное количество автомобилей, которое может пропустить данный участок дороги в единицу времени. Для оценки на реальных дорогах (или отдельных полосах проезжей части) имеющегося запаса пропускной способности используется коэффициент загрузки Z , равный отношению пропускной способности P_{ϕ} к существующей интенсивности движения N_{ϕ} , т. е. $Z = P_{\phi} / N_{\phi}$. Этот коэффициент также называют уровнем загрузки дороги (полосы) транспортным потоком.

Примерное значение Z может быть определено экспресс-методом часового наблюдения на элементе улично-дорожной сети (УДС) в пиковый период движения без затора. При этом в течение часа по 6-минутным отрезкам времени t_6 фиксируется интенсивность движения. Пример протокола обследования пропускной способности полосы представлен в табл. 7. Пример диаграммы на рис. 6 иллюстрирует полученные данные по одной полосе регулируемого потока.

Таблица 7. Протокол обследования пропускной способности полосы

Интервал времени	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Приведенные единицы ТС
0 – 6			
...			
54 – 60			
Итого			

Для обеспечения бесперебойного движения необходим резерв пропускной способности, и поэтому принято считать допустимым $Z < 0,85$. Если он выше, то данная полоса перегружена.

По наибольшей интенсивности движения определяется фактическая пропускная способность полосы $N_{\phi} = N_{a1} \cdot 10$. Фактическая интенсивность P_{ϕ} равна сумме интенсивности за десять отрезков времени. Далее делают вывод о загруженности полосы движения.

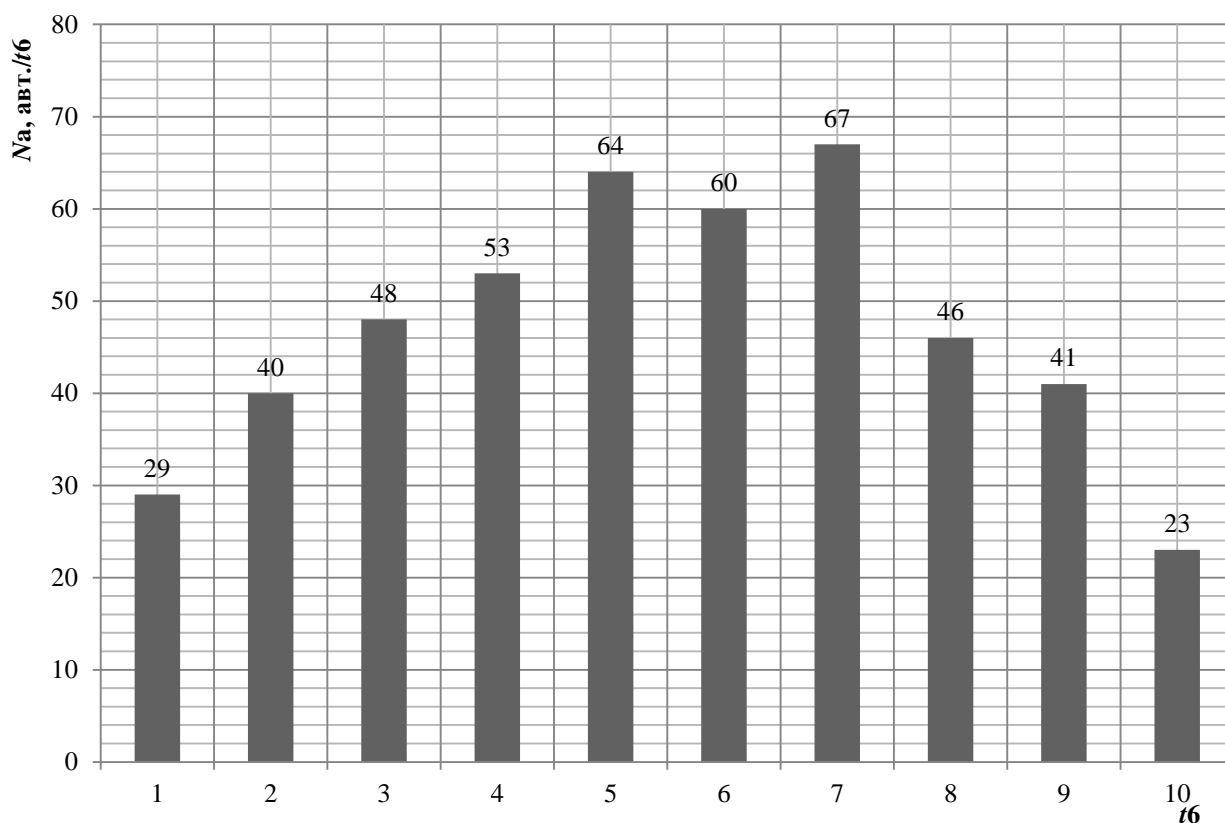


Рис. 6. Диаграмма интенсивности однопольного потока в приведенных единицах

При назначении числа полос n пользуются формулой

$$n = \frac{N_{\phi} s}{Z P_{\phi}}, \quad (14)$$

где s – коэффициент сезонной неравномерности движения (для весны $s = 0,75 \dots 0,8$).

1.5. Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости

1.5.1. Определение скоростей движения

Скорости желательно определять при проезде автомобилей через перекресток. Средняя скорость сообщения на участке УДС определялась методом записи номерных знаков. На посту ведется протокол, в котором фиксируют тип и номерной знак ТС без буквенного обозначения, а также скорость сообщения. Скорость сообщения можно определять двумя способами.

Первый способ заключается в том, что выбирают два поста наблюдения с расстоянием между ними примерно 100 м. В протоколах фиксируют государственный номер и тип ТС (легковой – Л; автобус – А; грузовой – Г; автопоезд – П; мотоцикл – М), время проезда. На постах должны быть сверены часы, так как регистрация должна вестись с точностью до секунды. Зная время проезда постов наблюдения и расстояние между ними, определяют скорость сообщения.

При втором способе скорость регистрировать можно с помощью измерителя скорости движения транспортных средств «РАДИС». При этом необходимо фиксировать два значения скорости одного автомобиля: когда он появлялся в зоне видимости – «спереди» и после проезда поста наблюдения – «сзади». Затем определяют среднее значение скорости автомобиля. Пример протокола записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 8, пример протокола средней скорости сообщения по типам автомобилей – в табл. 9. Желательно измерить скорости минимум сорока легковых автомобилей и сорока остальных типов ТС.

Таблица 8. Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т, автобус, троллейбус		
1			1		
2			2		
...			...		
40			40		

Таблица 9. Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

Показатель	Значение показателя по типам ТС		Итого
	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т, автобус, троллейбус	
Количество зафиксированных ТС			
Скорость сообщения, км/ч			

Коэффициент использования скоростного режима находят по формуле

$$K_V = \frac{V_c}{V_p}, \quad (15)$$

где V_c – среднее значение скорости сообщения транспортных средств, км/ч; V_p – разрешенная скорость движения на данном участке дороги.

Коэффициент использования скоростного режима определяется отдельно для легковых автомобилей и остальных типов ТС.

1.5.2. Выбор предела допустимой скорости

Верхний предел допустимой скорости выбирают посредством обработки результатов, зафиксированных в табл. 8. Записывают в ряд все измеренные значения скоростей последовательно от минимального до максимального; определяют размах значений скоростей, делят его на 7 – 9 равных интервалов и определяют количество автомобилей в каждом интервале.

В табл. 10 представлен пример распределения количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. В графе 1 указывают интервалы скоростей (от самого тихоходного до самого быстроходного автомобиля). В графе 2 записывают количество автомобилей, скорость которых укладывается в один из указанных в графе 1 интервалов. В графе 3 это же количество автомобилей выражают в процентах от общего числа автомобилей, скорость которых была замерена. Графа 4 представляет собой нарастающий итог распределения по скоростям. На рис. 7 представлен пример кривой распределения скоростей легковых автомобилей, на рис. 8 – кривой накопления скоростей.

Таблица 10. Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
Итого				

Для группы, состоящей из других типов ТС, порядок действий такой же.

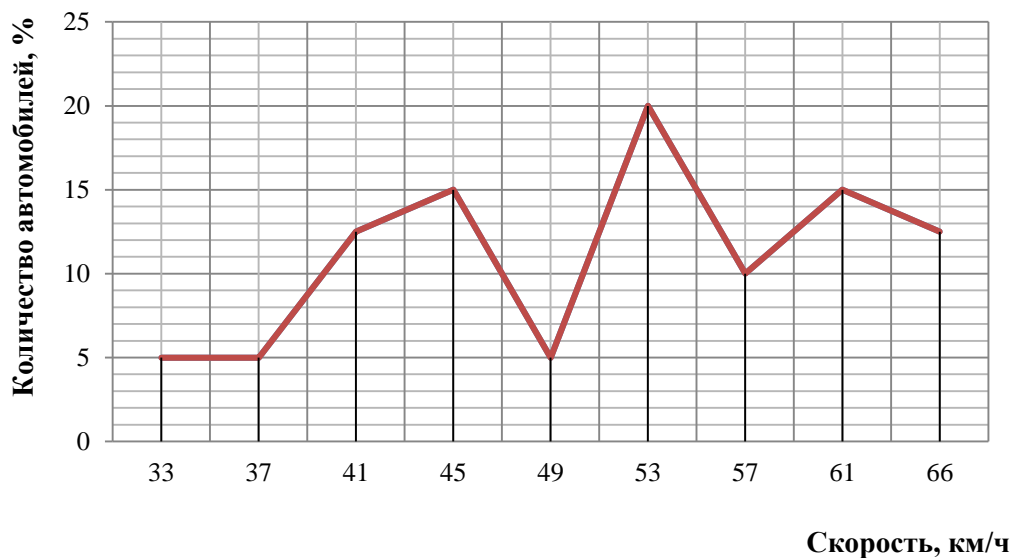


Рис. 7. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

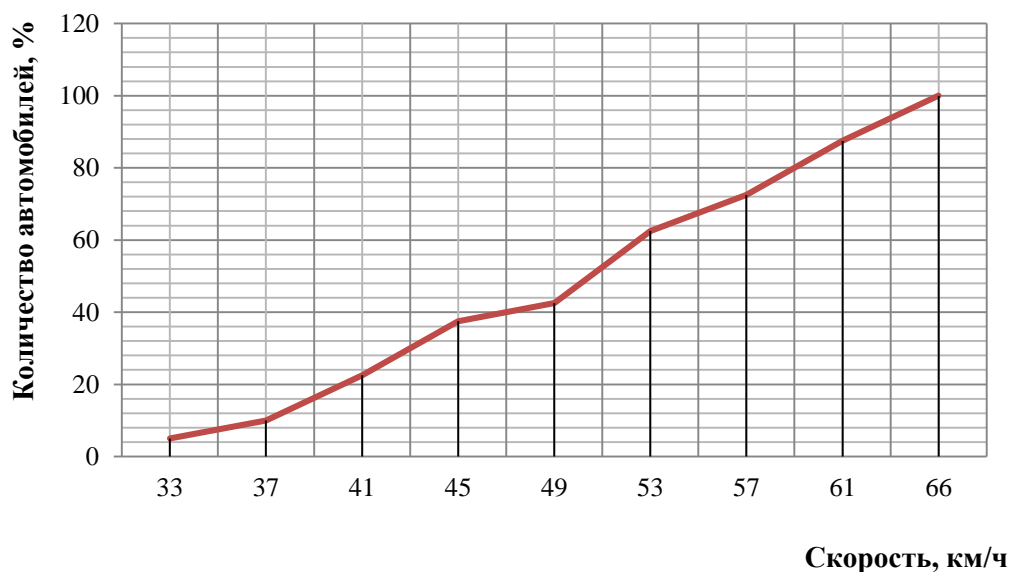


Рис. 8. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Кривая распределения (см. рис. 7) показывает, сколько автомобилей движется в указанных интервалах скорости. Кривая накопления (см. рис. 8) дает возможность определить количество автомобилей, движущихся со скоростью, менее любой заданной, и строится для того, чтобы знать одну из важных характеристик транспортного потока – скорость, которую не превышают 85 % автомобилей на данном участке.

Скорости 15, 50, 85 и 95 % потока ТС являются характерными точками кривой накопления ряда распределения значений скоростей.

Значения скоростей 15 % ТС характеризуют скорости движения наиболее медленной части потока автомобилей, которая создает основную потребность в обгонах и рост числа ДТП. При запрещении движения по дороге тихоходных транспортных средств величину этой скорости следует принимать за минимально допустимую.

Скорости 50 % ТС характеризуют среднюю скорость потока автомобилей. Увеличение средней скорости путем улучшения дорожных условий и рациональной организации движения приводит к повышению экономической эффективности автомобильных перевозок.

Значения скоростей 85 % ТС показывают максимальную скорость движения основной части потока автомобилей. Эту величину в большинстве стран мира принимают за наибольшую скорость при введении ограничения максимальных скоростей движения.

Значения скоростей 95 % ТС обычно соответствуют расчетной скорости движения одиночных автомобилей в данных дорожных условиях.

1.6. Исследование параметров пешеходного движения

Исследование параметров пешеходного движения имеет смысл проводить, если студент собирается обустроить пешеходный переход там, где его в настоящий момент нет или убрать существующий пешеходный переход.

К основным показателям, характеризующим движение пешеходов, относятся интенсивность, плотность и скорость.

Интенсивность пешеходного потока $N_{\text{пеш}}$ колеблется в очень широких пределах в зависимости от функционального назначения улицы или дороги и расположенных на них объектов притяжения. Особенно высокая интенсивность движения пешеходов наблюдается на главных и торговых улицах крупных городов, а также в зоне транспортных пересадочных узлов (вокзалов, станций метрополитена). Для пешеходных потоков характерна значительная временная неравномерность в течение суток. Она существенно зависит от функци-

онального значения того или иного участка улицы и расположения на нем объектов притяжения пешеходов. Данные для разработки конкретных решений по организации дорожного движения должны быть получены натурными наблюдениями.

Скорость пешеходного потока $V_{\text{пеш}}$ обусловлена скоростью передвижения пешеходов в потоке. Скорость движения человека зависит от возраста и состояния здоровья, цели передвижения, дорожных условий (ровности, продольного уклона и скользкости покрытия), состояния окружающей среды (видимости, осадков, температуры воздуха).

Интенсивность пешеходного потока подсчитывают с помощью сплошного наблюдения в течение определенного промежутка времени (30, 60 мин) на двух стационарных постах.

Данные об интенсивности пешеходного потока заносят в табл. 11, скорость движения пешеходов – в табл. 12.

Таблица 11. Бланк учета интенсивности пешеходного потока

Время наблюдения с _____ до _____ ч.				
Параметр	Тротуар		Переход	
	30 мин	60 мин	30 мин	60 мин
Количество пешеходов, чел.				

Плотность пешеходного потока $q_{\text{пеш}}$ так же, как и интенсивность, колеблется в широких пределах и оказывает влияние на скорость движения пешеходов и пропускную способность пешеходных путей. Как и для транспортного потока, предельная плотность пешеходного потока определяется соответствующими габаритными размерами движущихся объектов. Так, человек в статическом положении в летней одежде занимает площадь 0,1...0,2 м², в зимней одежде – 0,25 м², а при наличии ручной клади – до 0,5 м².

Плотность пешеходного потока определяют как

$$Q_{\text{пеш}} = Q / S, \text{ (чел./м}^2\text{)}, \quad (16)$$

где Q – число людей, одновременно находящихся на измеряемом участке, чел.; S – площадь измеряемого участка, м².

По вычисленной плотности пешеходного потока определяют условия движения (свободные или стесненные).

В свободных условиях ($q_{\text{пеш}} < 0,5 \text{ чел./м}^2$) каждый человек в любой момент может изменить скорость и направление своего движения. В стесненных условиях ($q_{\text{пеш}} > 0,5 \text{ чел./м}^2$) плотность потока ограничивает свободу и возможность изменять режим движения людей. Наблюдения показывают, что для свободного движения дистанция между движущимися в колонне людьми должна достигать около 2 м. Ощутимые помехи наблюдаются уже при $0,7 \dots 0,8 \text{ чел./м}^2$, а при $4 \dots 5 \text{ чел./м}^2$ движение становится полностью стесненное, – это предельное значение плотности, при которой поток еще может медленно продолжать движение.

Таблица 12. Скорость движения пешеходов

Параметр	Тротуар	Переход
Длина участка, м		
Время прохождения мерного участка, с		
Скорость движения пешеходного потока $V_{\text{пеш}}$, м/с		

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.

Ширину тротуара определяем по формуле

$$b_p = N_{\text{пеш}} b_{\text{п}} / P + b_{\text{б}} + b_{\text{д}}, \quad (17)$$

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

$b_{\text{п}}$ – ширина полосы пешеходного движения (для пешеходных переходов и лестниц – 1 м, для прочих пешеходных путей – 0,75 м);

$b_{\text{б}}$ – 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);

$b_{\text{д}}$ – 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 0,75 м.

Расчетная пропускная способность полосы пешеходного движения принимается в соответствии с назначением пешеходных путей согласно данным табл. 13.

Таблица 13. Пропускная способность полосы пешеходного движения

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

Контрольные вопросы

1. Что такое состав транспортного потока?
2. Что понимают под интенсивностью движения?
3. Зачем нужны коэффициенты приведения?
4. Как определяется необходимое количество наблюдателей для экспериментальных исследований интенсивности движения?
5. Что такое транспортный поток?
6. В какое время суток необходимо проводить замеры интенсивности движения?
7. Какие типы картограмм интенсивности транспортных потоков выделяют?
8. Каким образом строится условная картограмма интенсивности транспортных потоков?
9. Как строится масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков?

10. Что такое теоретическая пропускная способность полосы движения?
11. Каков смысл определения теоретической пропускной способности полосы?
12. Что называют плотностью транспортного потока?
13. Что такое фактическая пропускная способность полосы?
14. Что понимают под уровнем загрузки полосы?
15. Как экспериментально определить пропускную способность полосы?
16. Каким методом определяют среднюю скорость сообщения на участке УДС?
17. Какими способами можно определить скорость сообщения на участке УДС?
18. Как вычислить коэффициент использования скоростного режима?
19. Каким образом определяют предел допустимой скорости?
20. Что показывает кривая распределения скоростей?
21. Что показывает кривая накопления скоростей?
22. Что характеризуют значения скоростей 15 % ТС по кривой накопления скоростей?
23. Что характеризуют значения скоростей 50 % ТС по кривой накопления скоростей?
24. Что характеризуют значения скоростей 85 % ТС по кривой накопления скоростей?
25. Что характеризуют значения скоростей 95 % ТС по кривой накопления скоростей?
26. В каких случаях имеет смысл проводить исследование параметров пешеходного движения?
27. Что такое интенсивность пешеходного потока?
28. Чем обусловлена скорость пешеходного потока?
29. Что понимают под плотностью пешеходного потока?
30. Как определить расчетную пропускную способность полосы пешеходного движения?

Глава 2. АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ И СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

2.1. Оценка сложности пересечения

Многочисленные исследования показали, что ДТП чаще всего происходят в так называемых «конфликтных точках» [1, 3, 7, 8], т. е. в местах, где имеет место взаимодействие между собой участников дорожного движения. Таким образом, выявление потенциальных конфликтных точек и последующая их ликвидация или снижение степени опасности позволяют, не дожидаясь возникновения ДТП, повысить безопасность условий движения.

Маневры осуществляются также и на перегонах улиц и дорог при изменении рядов движения и других перестроениях, однако они наиболее характерны именно для узловых пунктов улично-дорожной сети (транспортных узлов).

Характерная особенность каждой конфликтной точки – не только потенциальная опасность столкновения транспортных средств, движущихся по конфликтующим направлениям, но и вероятность задержки транспортных средств.

Для сравнительной оценки сложности и потенциальной опасности транспортных узлов применяют различные системы условных показателей (оценочных баллов). Одна из них предлагает оценку по показателю сложности транспортного узла исходя из того, что отклонение оценивают как 1 балл, слияние – 3 и пересечение – 5:

$$m = n_o + 3n_c + 5n_{\text{п}}, \quad (18)$$

где n_o – количество точек отклонения; n_c – количество точек слияния; $n_{\text{п}}$ – количество точек пересечения.

При этом транспортный узел считается простым, если $m < 40$, средней сложности, если $m = 40 \dots 80$, сложным с показателем m от 80 до 150, очень сложным – при $m > 150$.

Уменьшить сложность пересечения и соответственно снизить аварийность можно организационными мероприятиями: введением одностороннего движения на дорогах, светофорного регулирования,

пересечений в разных уровнях, расстановкой знаков приоритета и целым рядом других мероприятий.

Необходимо рассмотреть данный перекресток со всеми разрешенными маневрами при работающей светофорной сигнализации и неработающей в каждой фазе. Пример движения ТС в одной фазе светофорного регулирования с конфликтными точками приведен на рис. 9, пример определения конфликтных точек при неработающей светофорной сигнализации – на рис. 10.

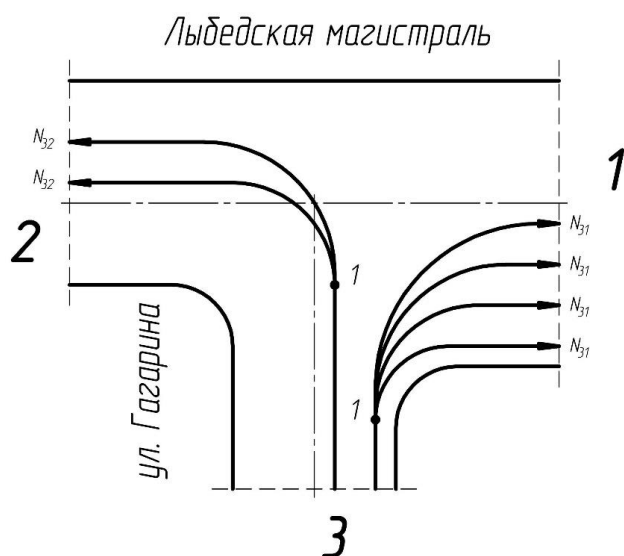


Рис. 9. Движение ТС в одной фазе светофорного регулирования

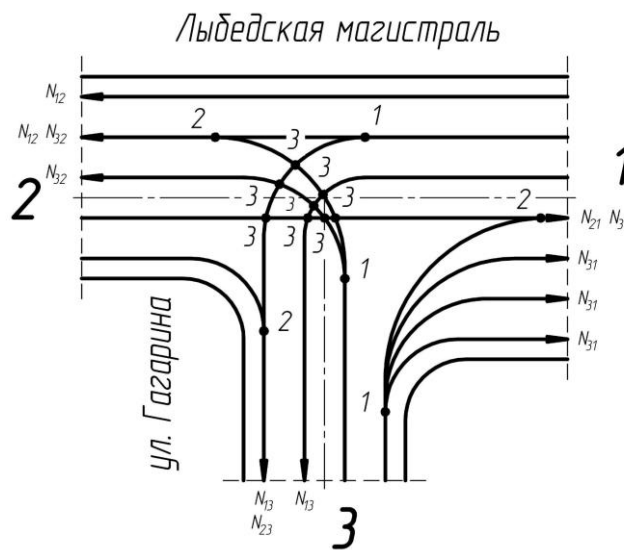


Рис. 10. Конфликтные точки при неработающей светофорной сигнализации на перекрестке

2.2. Анализ дорожных условий

Анализируя дорожные условия, следует обратить внимание на требования по обеспечению безопасности движения. К ним относятся минимально необходимые условия для нормального функционирования подсистемы «водитель – автомобиль», т. е. условия, обеспечивающие безопасность при заданной скорости движения, а именно:

- достаточная дальность видимости дороги в направлении движения, боковая видимость на пересечениях, распознаваемость всех технических средств организации дорожного движения (ТСОДД);
- соответствие основных геометрических элементов дороги габаритным размерам и параметрам, характеризующим транспортные средства, которые преобладают в данных условиях в транспортном потоке;
- состояние покрытия дороги (ровность, коэффициент сцепления).

2.3. Дорожные знаки и разметка

Для существующего перекрестка необходимо проанализировать:

- наличие и состояние разметки полос движения, стоп-линий и пешеходных переходов;
- количество полос для движения ТС по каждому направлению движения;
- наличие или отсутствие полос озеленения;
- наличие и состояние пешеходной зоны, расположение тротуаров и их отделение от проезжей части;
- наличие заездных карманов и посадочных площадок для пассажиров общественного транспорта на дорогах с узкой проезжей частью;
- соответствие освещенности перекрестка и прилегающих улиц нормативным требованиям;
- состояние полотна дороги (местные разрушения покрытия, заниженные и выступающие люки колодцев и т. д.);
- геометрические параметры перекрестка: примерная ширина проезжих частей, радиусы закруглений и ширина тротуаров.

Результаты проведенного анализа:

- 1) ведомость ТСОДД;
- 2) перечень рекомендаций для улучшения дорожных условий и существующей схемы организации дорожного движения (ОДД).

Ведомость ТСОДД оформляется в соответствии с табл. 14.

Таблица 14. Ведомость технических средств ОДД

Наименование	Тип или номер	Количество, шт.
Знаки дорожные [9, 11]		
Разметка дорожная [10, 11]		
Светофоры дорожные [12]		

В заключение необходимо привести перечень рекомендаций по улучшению организации дорожного движения.

2.4. Анализ существующего светофорного регулирования

Светофоры дорожные предназначены для поочередного пропуска участников движения через определенный участок улично-дорожной сети (УДС), а также для обозначения опасных участков дорог. Схема расстановки светофоров выполняется в соответствии с [9].

Требования к проектированию, установке и эксплуатации дорожных светофоров представлены в [12]. Специальные требования к светофорной сигнализации с учетом потребностей лиц с ограниченными физическими возможностями зрения определены в [13].

В светофорном регулировании используются следующие основные понятия.

Направление регулирования – разрешенные правилами дорожного движения направления движения на участке дорожной сети, движение по которому регулируется сигналами светофора.

Такт регулирования – период действия определенной комбинации сигналов. Такты могут быть основными и промежуточными. Во время *основного такта* разрешено движение транспортных средств и (или) пешеходов с определенных направлений регулиро-

вания. Во время *промежуточного такта* въезд со всех направлений регулирования запрещен для подготовки начала движения с другого направления регулирования.

Фаза регулирования – совокупность основного и следующего за ним промежуточного тактов. Минимальное число фаз регулирования равно двум.

Цикл регулирования – суммарное время всех используемых на светофорном объекте фаз. В зависимости от числа фаз регулирования цикл называется двухфазным, трехфазным и т. д. Промежуточные такты будут составлять потерянное время в цикле, однако оно должно быть достаточным для покидания транспортными средствами регулируемого пересечения.

Примеры существующих структуры светофорного цикла и схемы организации дорожного движения приведены на рис. 11 и 12 соответственно.

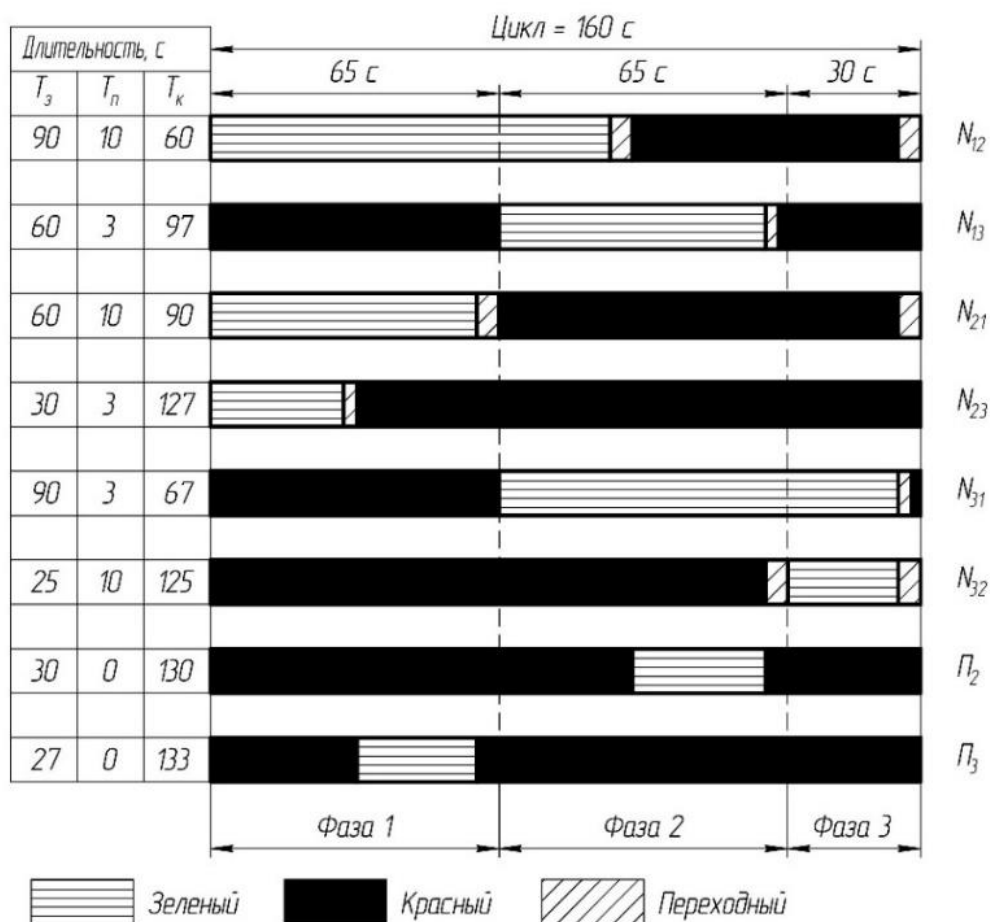


Рис. 11. Структура существующего светофорного цикла

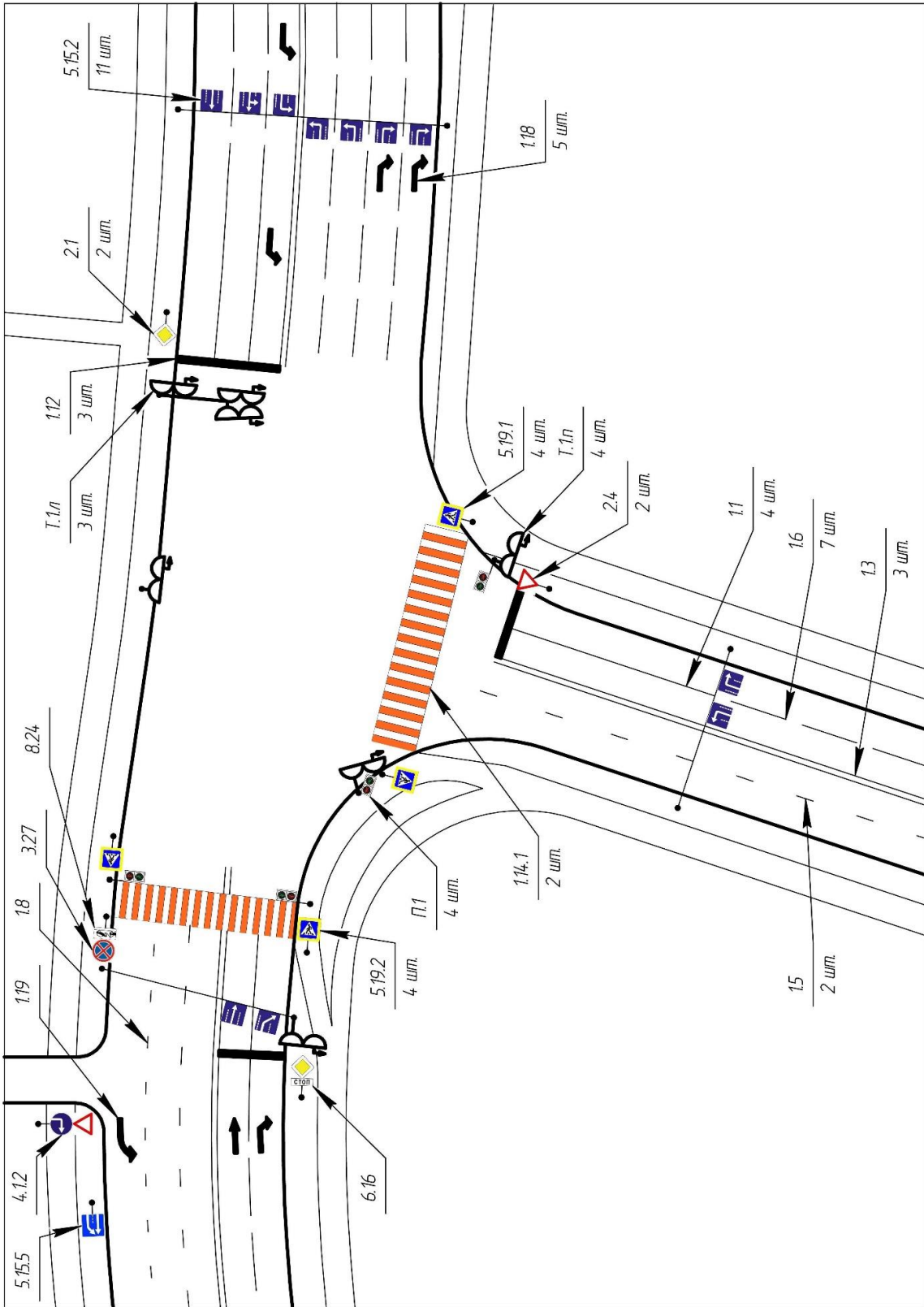


Рис. 12. Схема существующей организацией дорожного движения

2.5. Анализ режимов светофорного регулирования

Основные положения [4, 14 – 16]

1. Длительность промежуточного такта для пешеходов, с,

$$t_{piпш} = \frac{B_{пш}}{4v_{пш}}, \quad (19)$$

где $B_{пш}$ – ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в i -й фазе регулирования, м; $v_{пш}$ – расчетная скорость движения пешеходов (в расчетах обычно принимается 1,3 м/с).

2. Длительность основного такта (зеленого сигнала) для пешеходов рассчитывается по формуле, с,

$$t_{oiпш} = \frac{B_{пш}}{v_{пш}} + 5. \quad (20)$$

Если пешеходы пропускаются одновременно с движением ТС в какой либо фазе, то необходимо согласовать длительности промежуточных и основных тактов движения пешеходов и ТС, то есть выбрать наибольшие значения полученных величин.

3. Для ориентировочных расчетов поток насыщения приближенно определяется по формуле, ед./ч,

$$M_n = 1250\gamma_n, \quad (21)$$

где γ_n – коэффициент многополосности.

Коэффициент многополосности принимается равным:

- для одной полосы движения – 1;
- двух полос движения – 1,85;
- трех полос движения – 2,55;
- четырех полос движения – 3,05.

Поток насыщения следует определять для всех типов транспортных средств, одновременно движущихся при данной фазе цикла регулирования – без дифференцирования по полосам и направлениям движения. При поочередном (в разных фазах) пропуске транспортных средств от стоп-линии поток насыщения подсчитывают по каждой группе одновременно пропускаемых направлений движения.

4. Расчет фазовых коэффициентов.

Фазовые коэффициенты необходимы для определения длительности основных тактов и цикла регулирования, их определяют для

каждого из направлений движения на пересечении в данной фазе регулирования:

$$y_i = \frac{N_i}{M_{Hi}}, \quad (22)$$

где N_i – интенсивность движения, ед./ч; M_{Hi} – поток насыщения.

За расчетный фазовый коэффициент принимается наибольшее его значение в i -й фазе.

5. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков, с,

$$t_{\pi i} = \frac{v_a}{7,2a_T} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{v_a}, \quad (23)$$

где v_a – средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к пересечению и в его зоне без торможения (с ходу), км/ч; a_T – среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала (для практических расчетов принимают $a_T = 3...4$ м/с²); l_i – расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки (обычно это расстояние от стоп-линии до середины перекрестка), м; l_a – длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

6. Сумма всех промежуточных тактов, с,

$$T_{\pi} = \sum t_{\pi i_{\text{инш}}} + \sum t_{\pi i}. \quad (24)$$

7. Длительность цикла регулирования рассчитывают по формуле, с,

$$T = \frac{1,5T_{\pi} + 5}{1 - (y_1 + y_2 + \dots + y_n)}, \quad (25)$$

где y_1, y_2, \dots, y_n – соответствующие фазовые коэффициенты, которые равны наибольшему из отношений N/M_H , подсчитанных для всех подходов к пересечению, обслуживаемых фазами.

8. Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз определяется по формуле, с,

$$t_{oi} = \frac{(T - T_{\pi})y_i}{\sum y_i}. \quad (26)$$

9. Уточненная длительность цикла, с,

$$T = t_{\text{опш}} + \sum t_{oi} + T_{\text{п}}. \quad (27)$$

10. Задержка на регулируемых перекрестках, с,

$$t_{\Delta pi} = 0,9 \left[\frac{T(1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i(1 - x_i)} \right], \quad (28)$$

где коэффициенты λ_i и x_i рассчитываются для каждой фазы и определяются по формулам:

$$\lambda_i = t_{oi}/T, \quad (29)$$

$$x_i = \frac{N_i T}{t_{oi} M_{ni}}. \quad (30)$$

11. Средняя задержка на всем пересечении составляет, с,

$$t_{\text{ср}} = \frac{\sum(t_i N_i)}{\sum N_i}. \quad (31)$$

Далее по вышеприведенным формулам выполняется расчет задержек существующего светофорного цикла и затем рассматриваются варианты альтернативных (адаптированных) режимов светофорного регулирования. При выполнении КП достаточно рассмотреть один вариант альтернативного светофорного регулирования. И обычно это светофорный цикл с существующей организацией движения (пофазным разездом), но пересчитанный по измеренной интенсивности движения ТС. Однако лучше, если будет рассмотрено два и более варианта пофазного движения.

Существуют определенные рекомендации по светофорному регулированию [11, 15]:

1. Длительность желтого сигнала следует принимать равной 3 с.
2. Длительность переходного интервала не назначают более 8 с.
3. Минимальная длительность промежуточного такта – 4 с.
4. Длительность светофорного цикла не должна быть менее 25 с.
5. Длительность цикла более 120 с считается недопустимой.

Снижение длительности цикла добиваются увеличением полос движения. Хотя на практике часто встречаются светофорные циклы с длительностью более 120 с.

6. Минимальная длительность основного такта составляет 7 с. Если по расчетам она получается меньше, то принимают ее равной 7 с.

Основные принципы пофазного разъезда [11, 15]:

1. Необходимо 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 – 120 авт./ч.

4. Не выпускать из одной и той же полосы ТС, движение которых предусмотрено в разных фазах, то есть 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 и более полос в одном направлении) и наличии островков безопасности следует рассматривать возможность поэтапного перехода пешеходами улицы в течение двух следующих друг за другом фаз регулирования.

На практике встречаются случаи, когда пешеходы пропускаются как в отдельной пешеходной фазе – это самый безопасный случай, так и во время правого поворота ТС (частичный конфликт с пешеходами).

Возможен вариант, когда существующий перекресток является нерегулируемым, а студент хочет ввести на нем светофорную сигнализацию. Для определения возможности ввода светофорного регулирования служат следующие условия [11, 14]:

Условие 1. Интенсивность движения транспортных средств пересекающихся направлений в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели должна быть не менее значений, указанных в табл. 15.

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. 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 численностью жителей менее 10 000 человек значения интенсивности движения транспортных средств и пешеходов по условиям 1 и 2 составляют 70 % от указанных.

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.

Примерная численность населения в г. Владимире в 2019 году составила 348 256 человек*.

Таблица 15. 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

* Владимир: площадь, население, география. URL: <http://fb.ru/article/389021/vladimir-ploschad-naselenie-geografiya> (дата обращения: 15.01.2019).

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
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

Прежде чем приступать к расчетам альтернативных светофорных циклов, необходимо определиться с вариантами возможных пофазных разъездов.

2.6. Организация пофазного разъезда на трехсторонних перекрестках

Ниже приводится пофазный разъезд на трехсторонних перекрестках города Владимира.

1. Регулируемый перекресток Лыбедская магистраль – улица Гагарина (рис. 13 – 15).

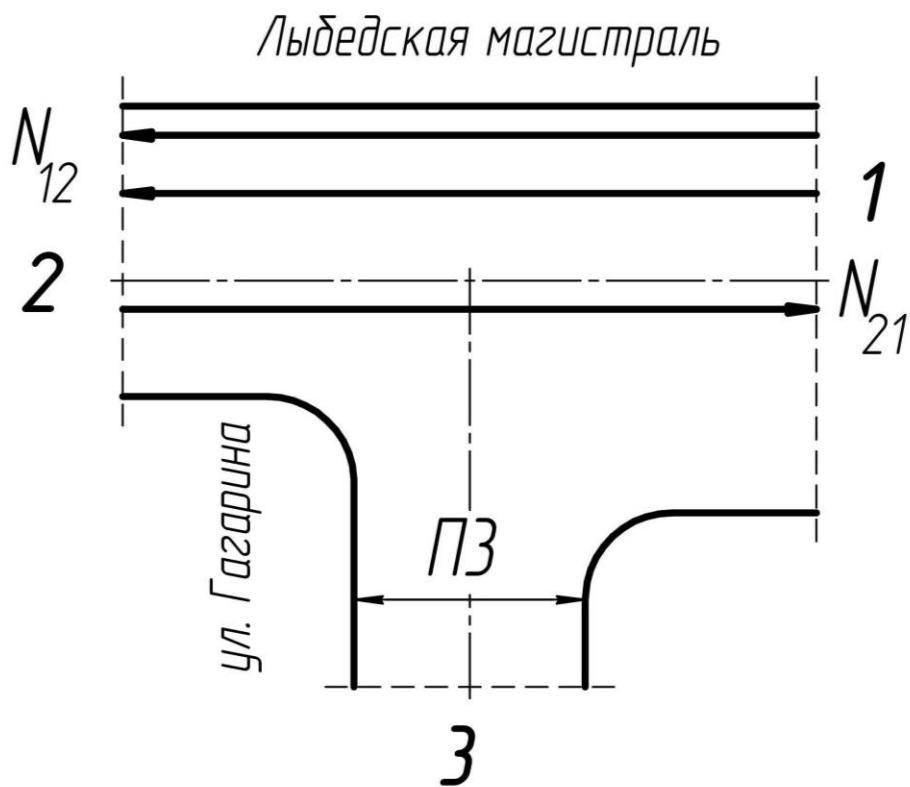
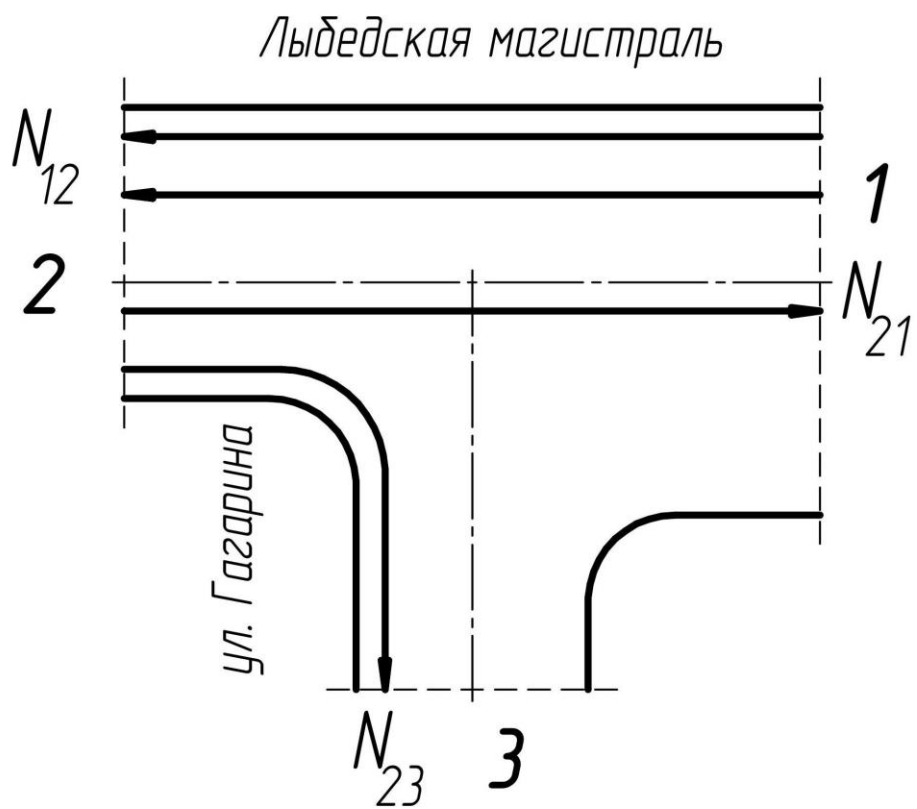


Рис. 13. Фаза № 1

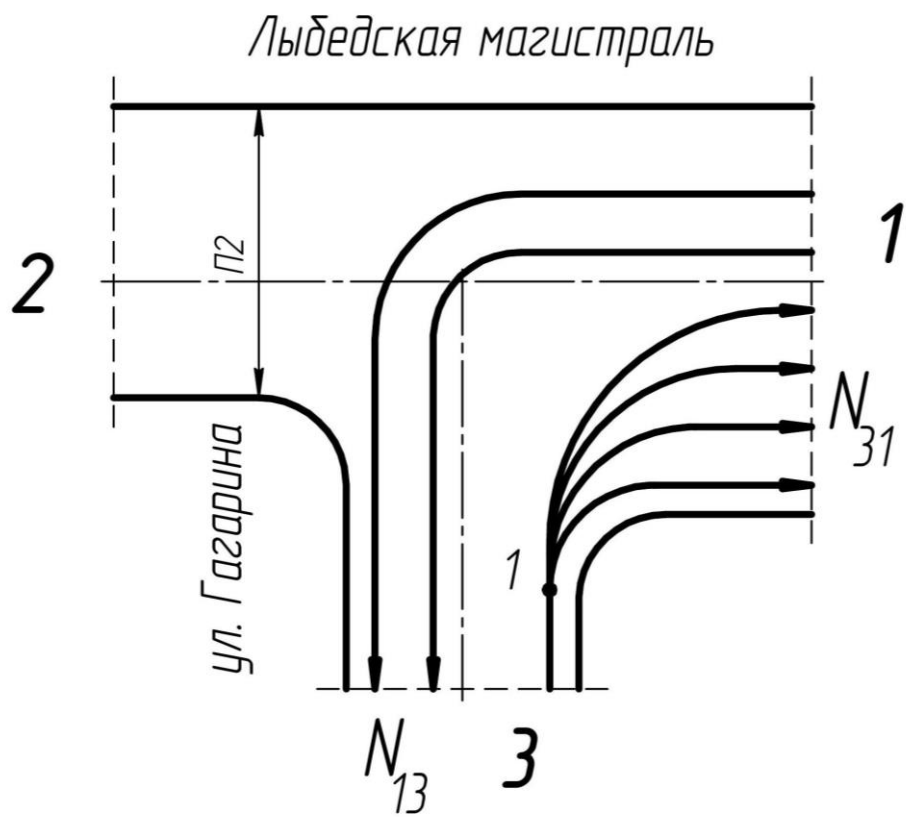
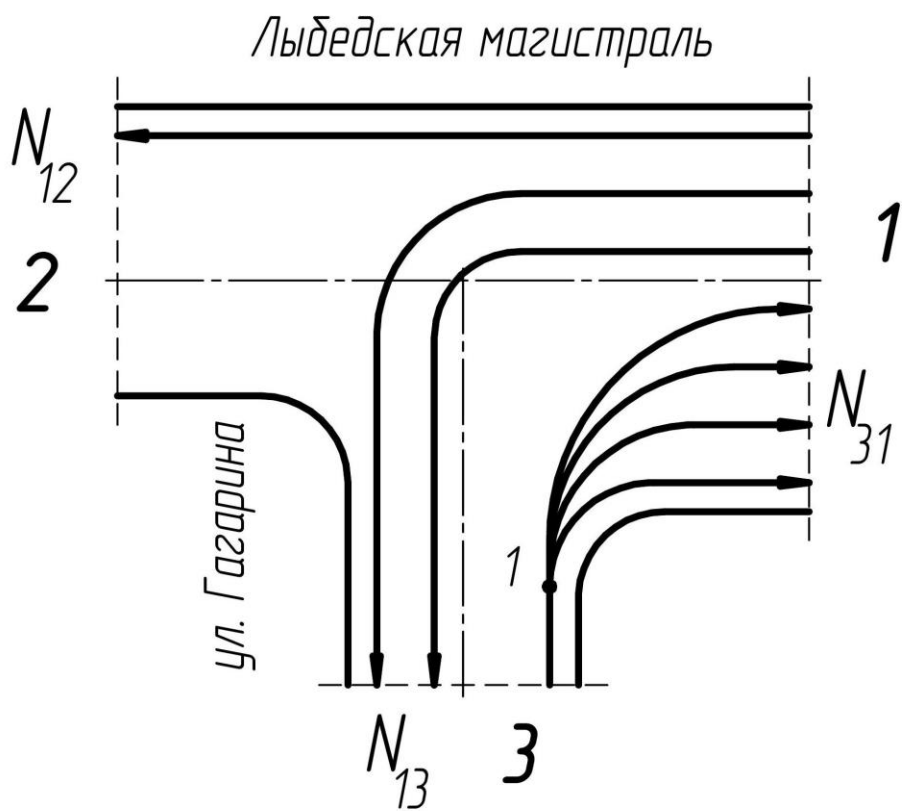


Рис. 14. Фаза № 2

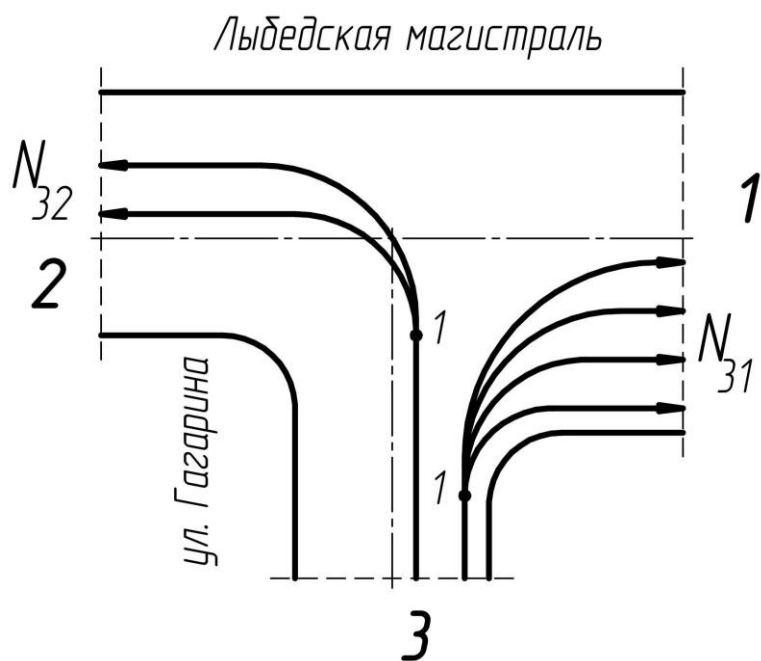


Рис. 15. Фаза № 3

2. Регулируемый перекресток улица Усти-на-Лабе – улица Луначарского. Этот светофорный цикл существовал до сентября 2017 года (рис. 16 – 18).

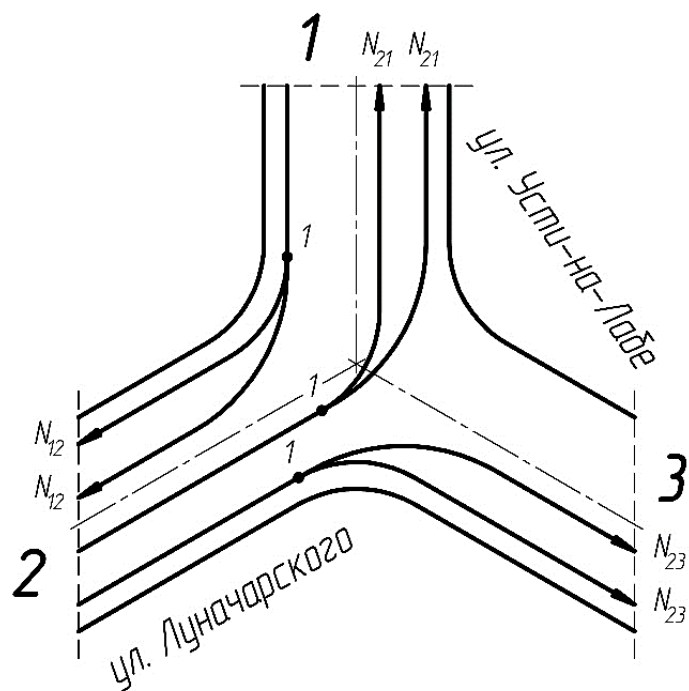


Рис. 16. Фаза № 1

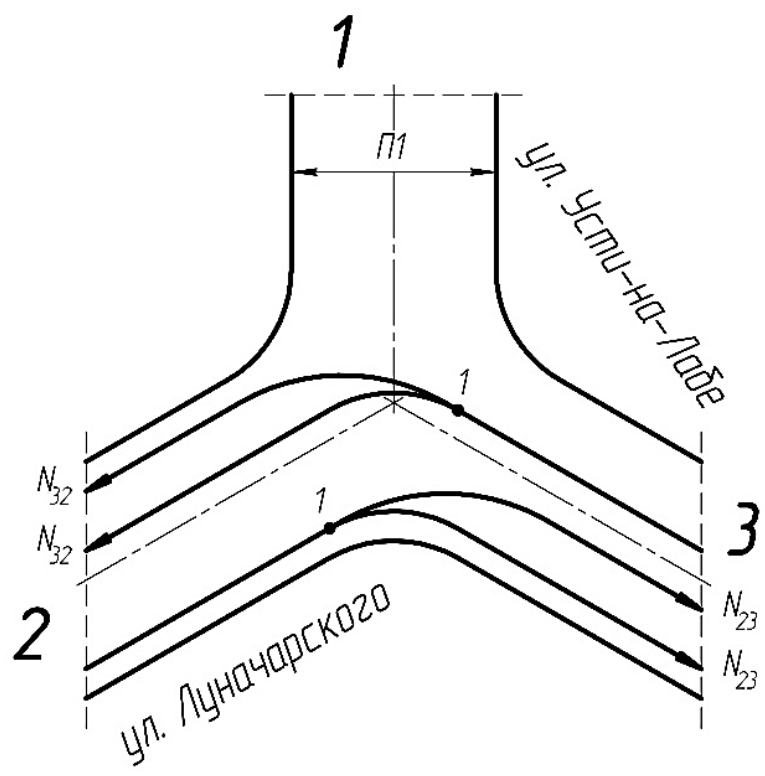


Рис. 17. Фаза № 2

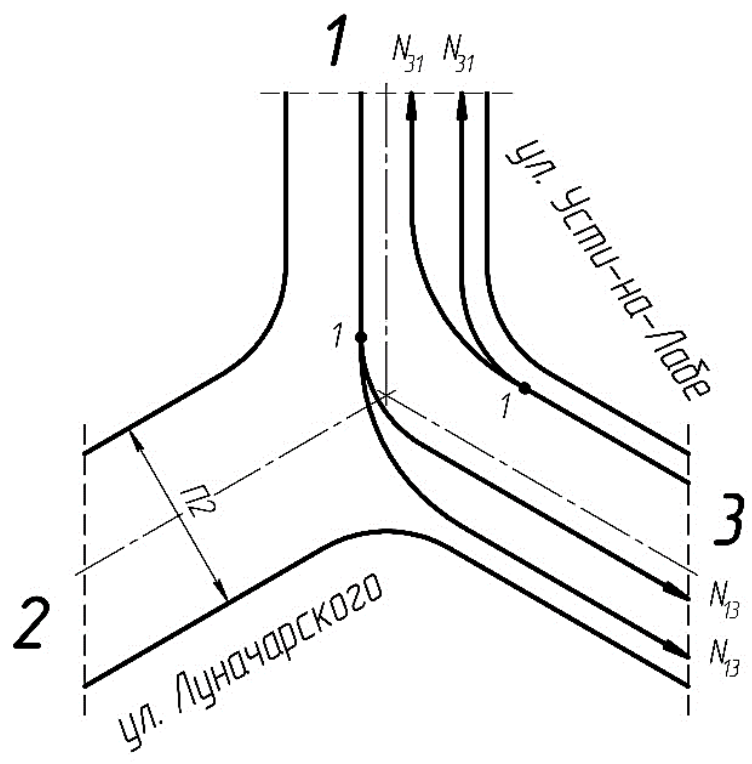


Рис. 18. Фаза № 3

3. Регулируемый перекресток Лыбедская магистраль – Ерофеевский спуск (рис. 19 – 21).

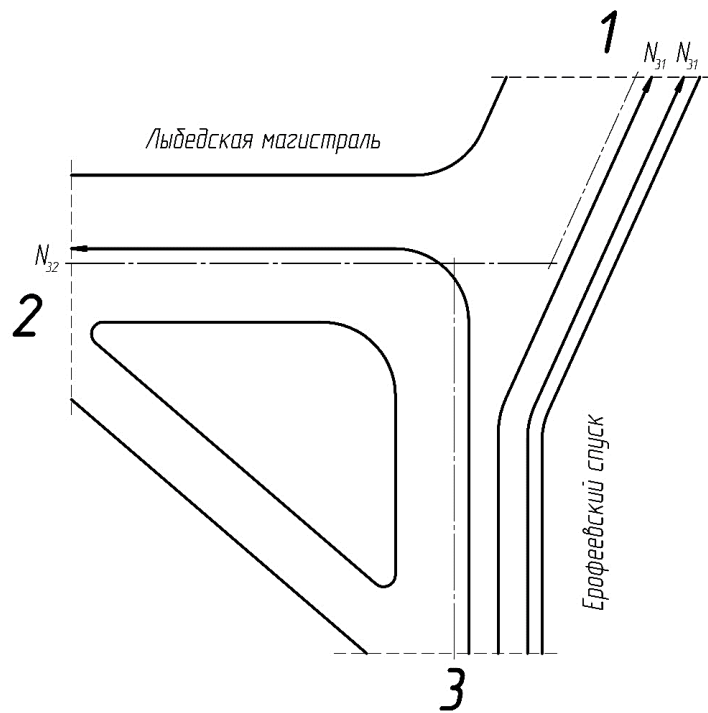


Рис. 19. Фаза № 1

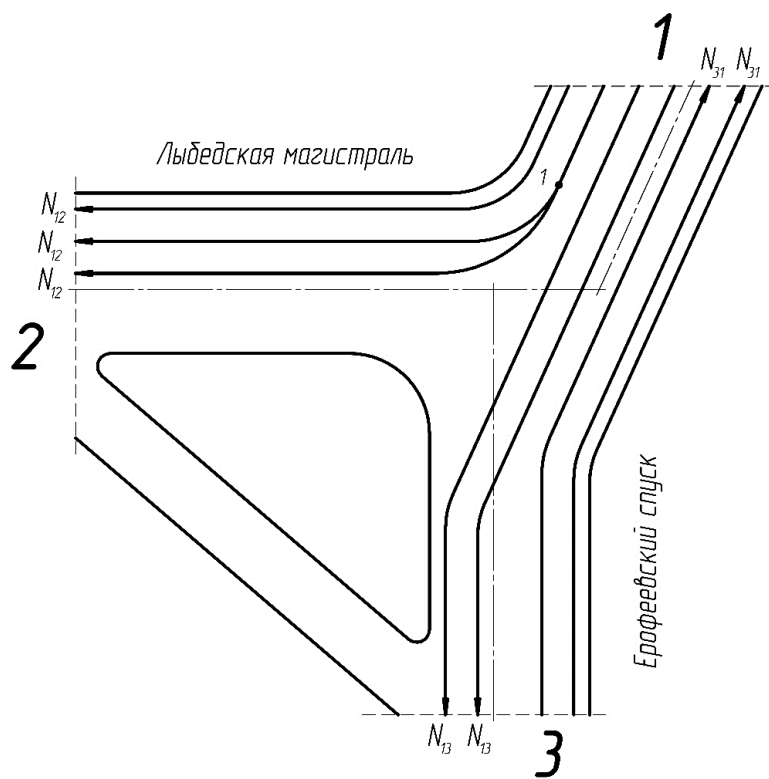


Рис. 20. Фаза № 2

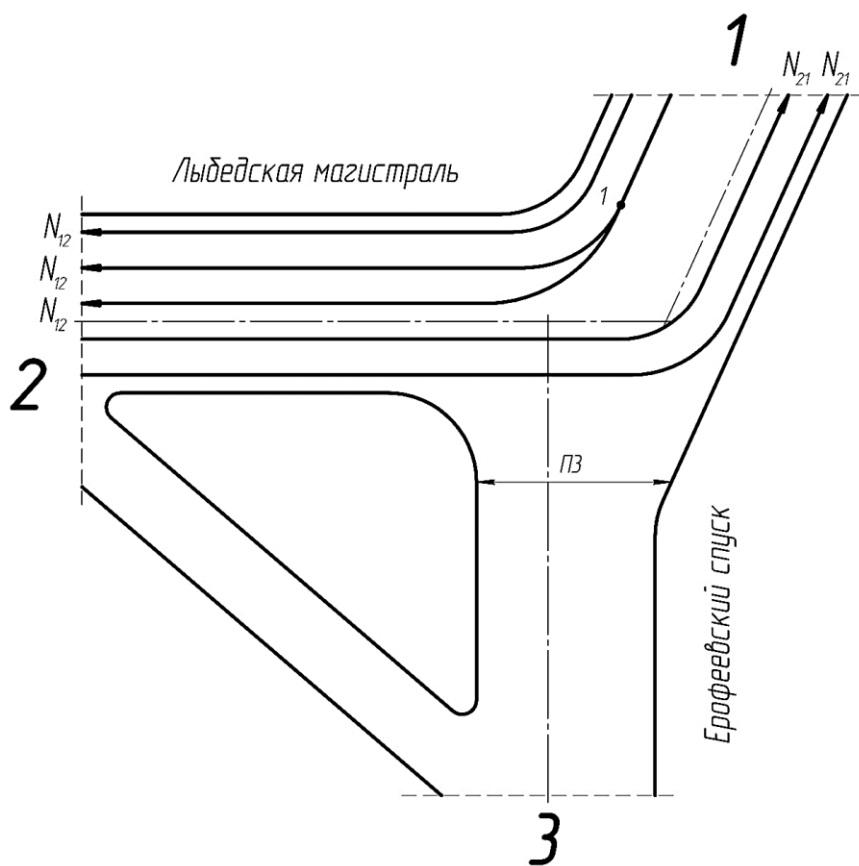


Рис. 21. Фаза № 3

4. Регулируемый перекресток М7 – улица Безыменского (рис. 22 – 24).

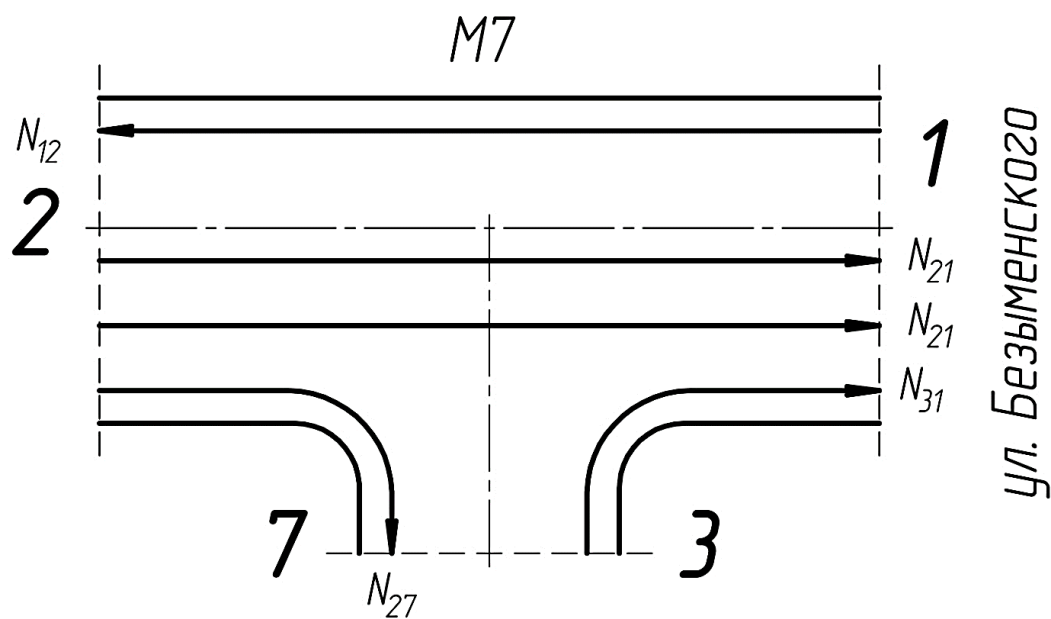


Рис. 22. Фаза № 1

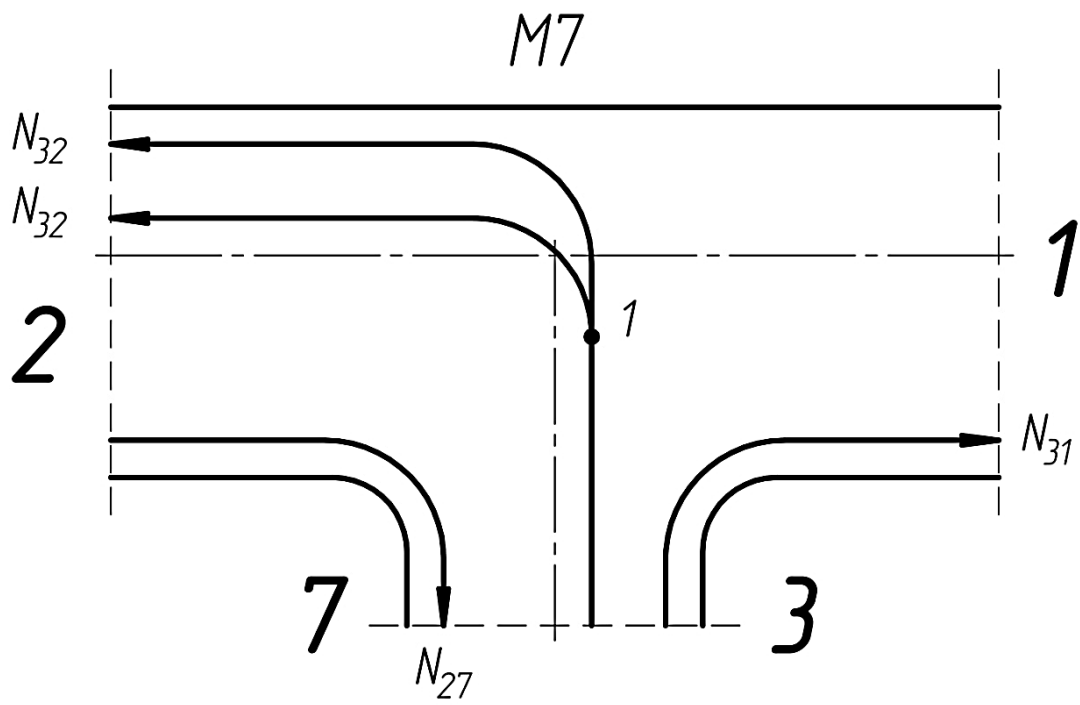


Рис. 23. Фаза № 2

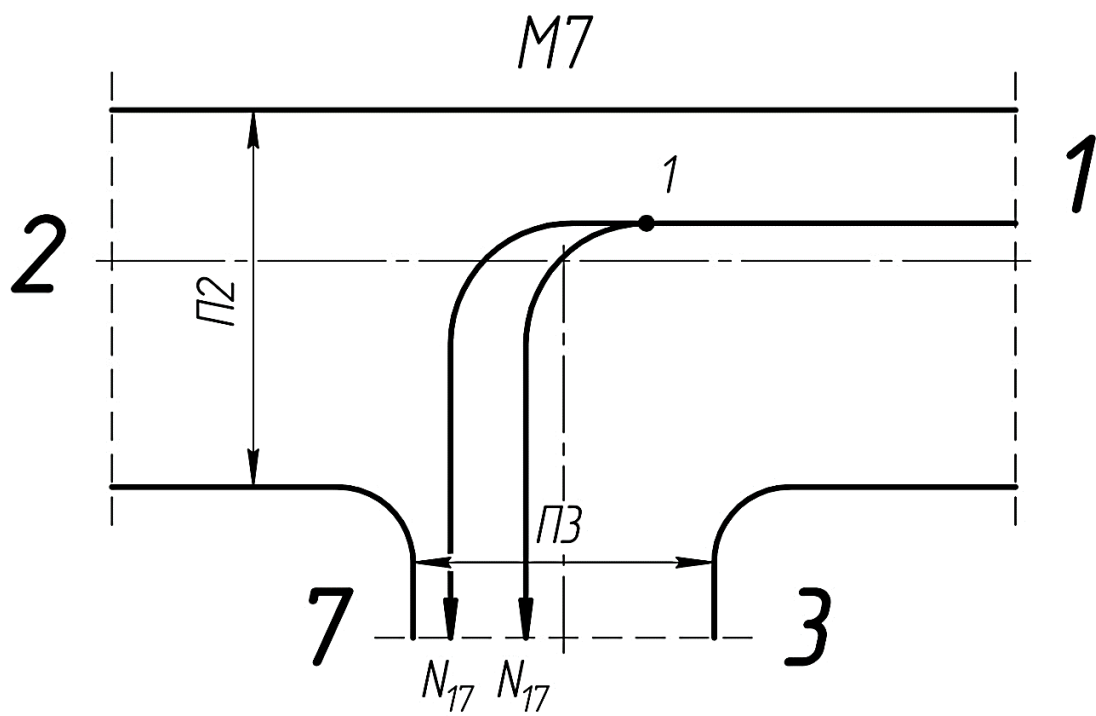
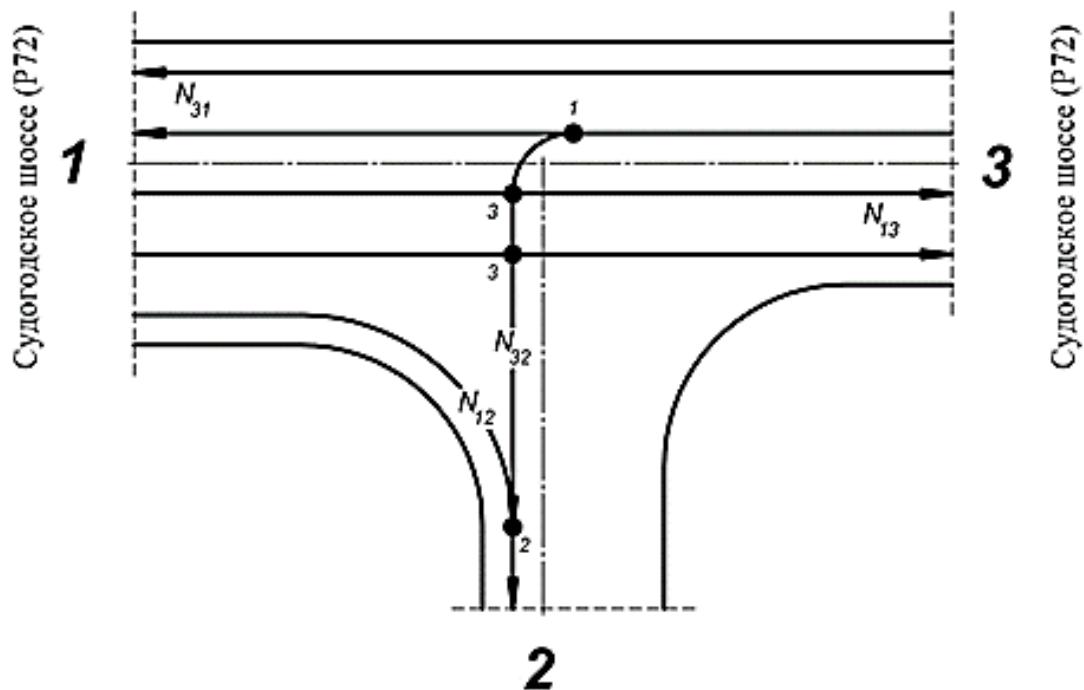


Рис. 24. Фаза № 3

ул. БЕЗЫМЕНСКОГО

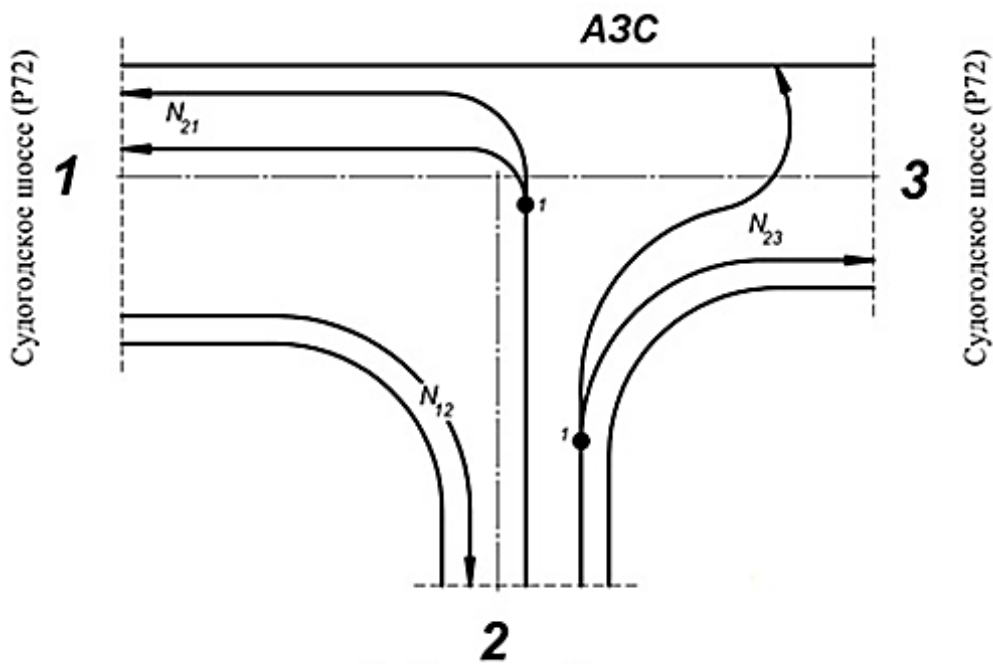
ул. БЕЗЫМЕНСКОГО

5. Первый вариант проекта пофазного развязки транспортных потоков на перекрестке Судогодское шоссе – автодорога д. Улыбышево – д. Коняево представлен на рис. 25 – 26.



д. Улыбышево – д. Коняево

Рис. 25. Фаза № 1



д. Улыбышево – д. Коняево

Рис. 26. Фаза № 2

6. Второй вариант проекта пофазного развязки транспортных потоков на перекрестке Судогодское шоссе – автодорога д. Улыбышево – д. Коняево представлен на рис. 27 – 29.

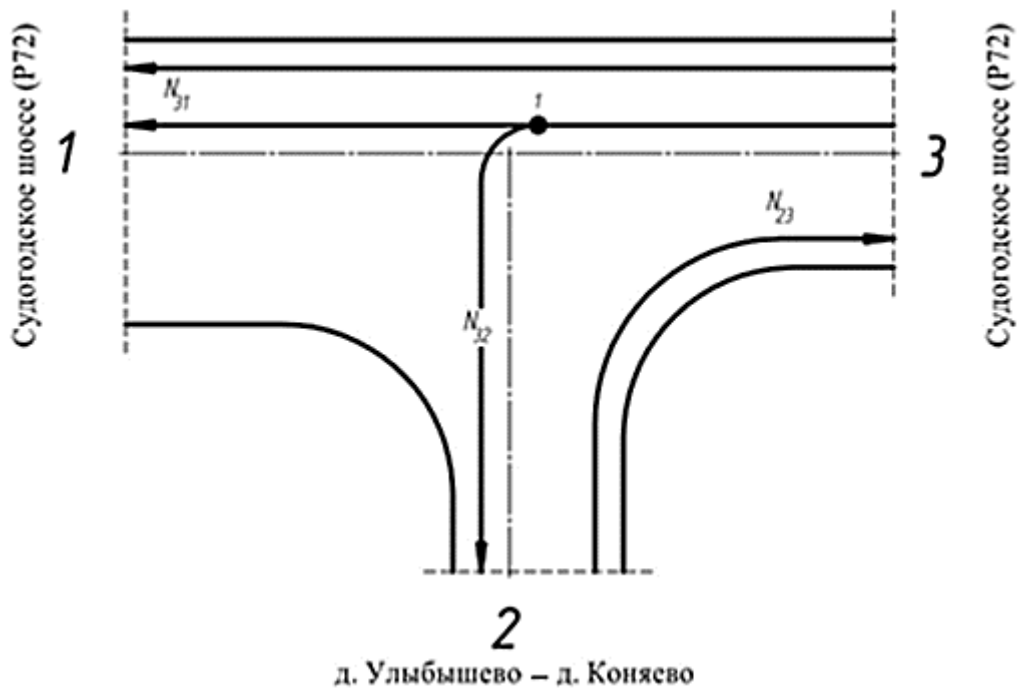


Рис. 27. Фаза № 1

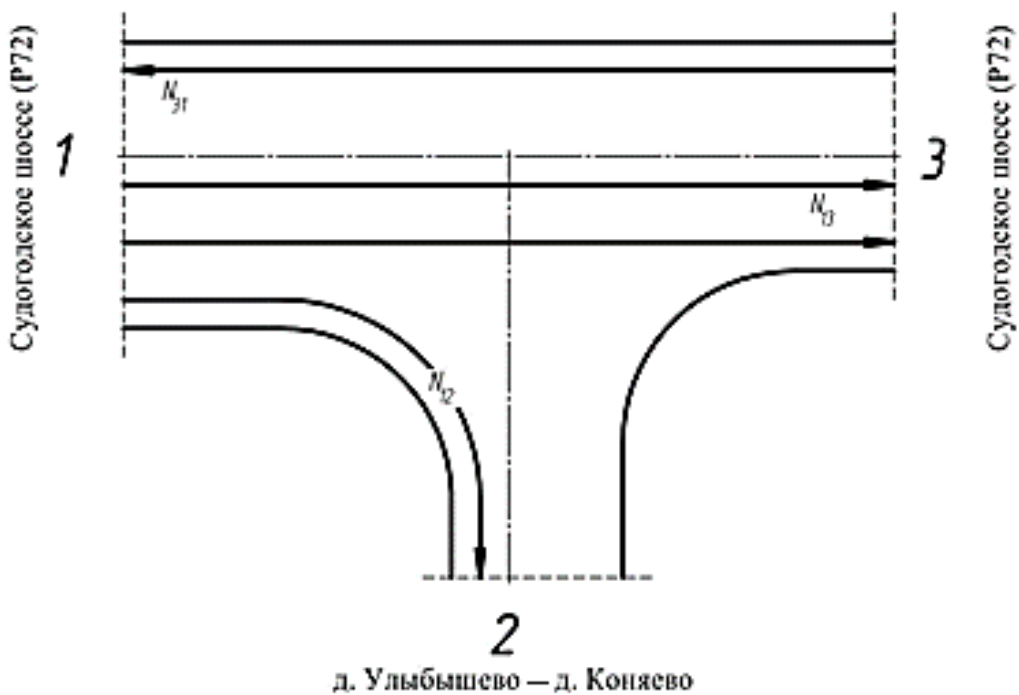


Рис. 28. Фаза № 2

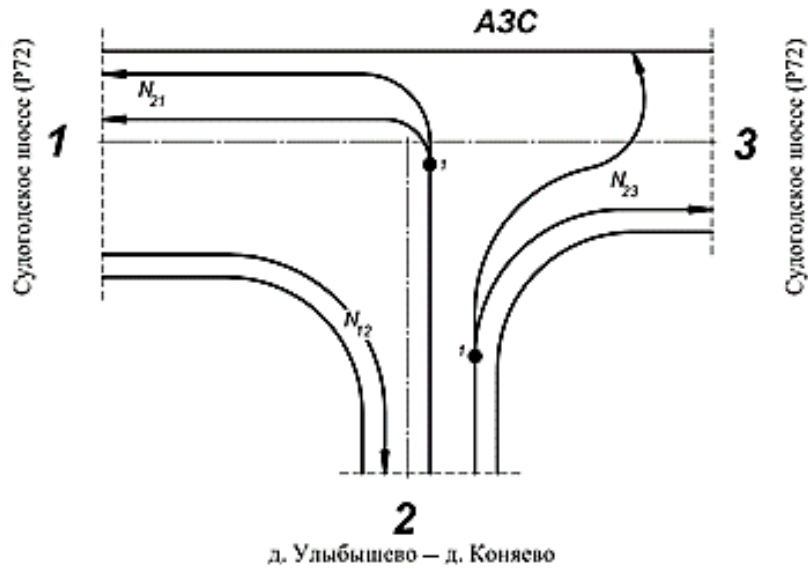


Рис. 29. Фаза № 3

2.7. Организация пофазного разъезда на четырехсторонних перекрестках

Ниже приводится пофазный разъезд на существующих четырехсторонних перекрестках города Владимира.

1. Регулируемый перекресток улица Мира – Большая Нижегородская (рис. 30 – 32).

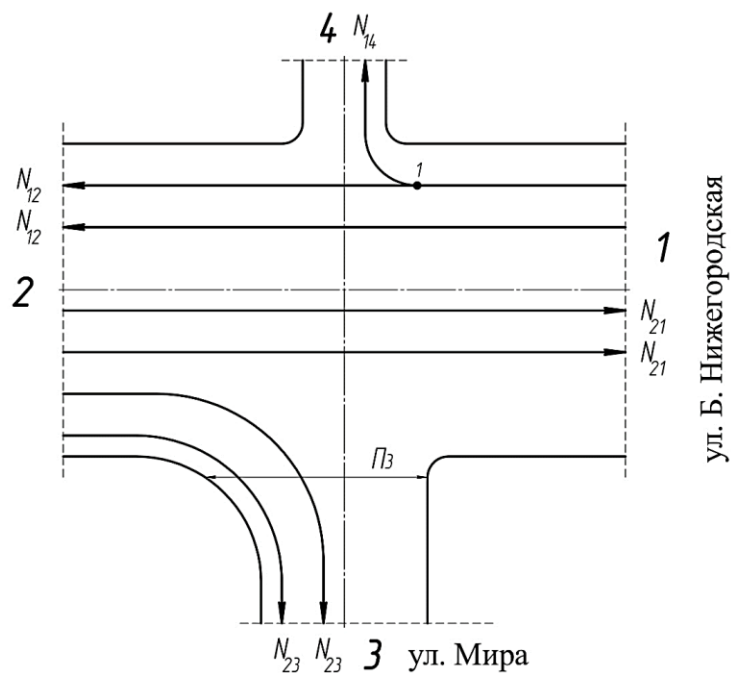


Рис. 30. Фаза № 1

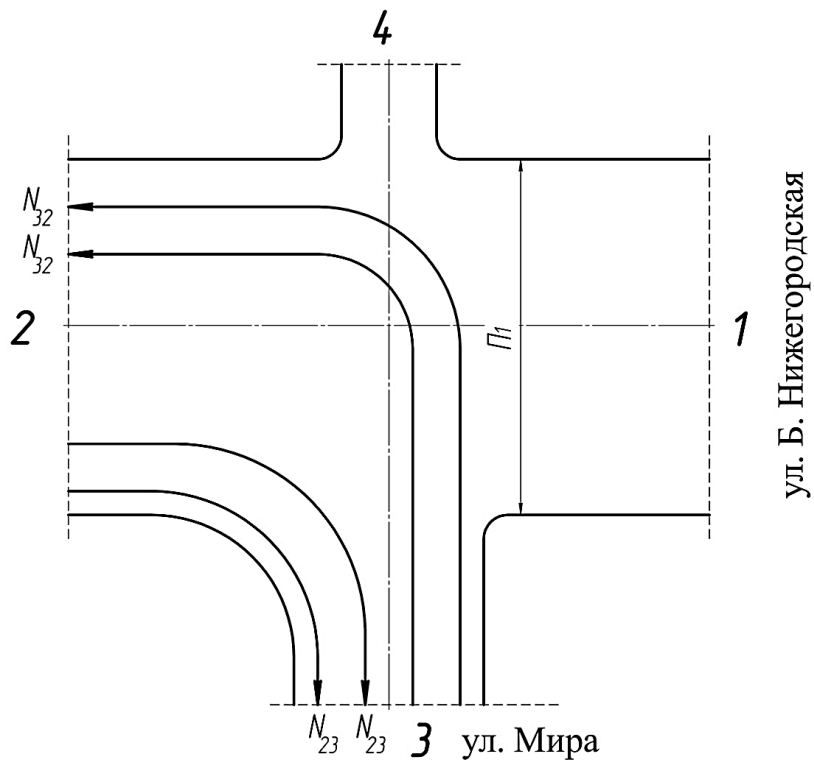


Рис. 31. Фаза № 2

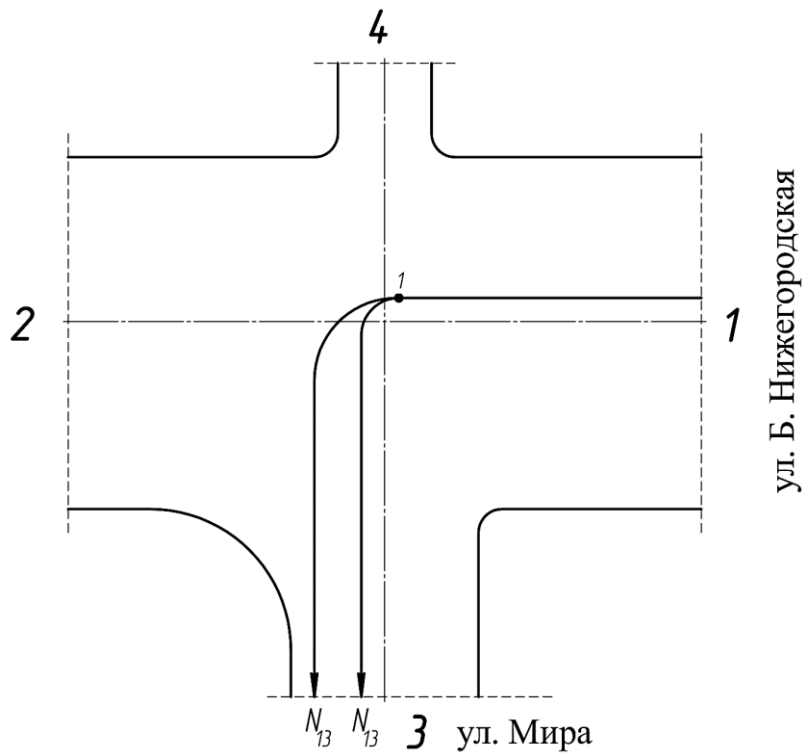


Рис. 32. Фаза № 3

2. Регулируемый перекресток улица Большая Нижегородская – улица Погодина (рис. 33 – 36).

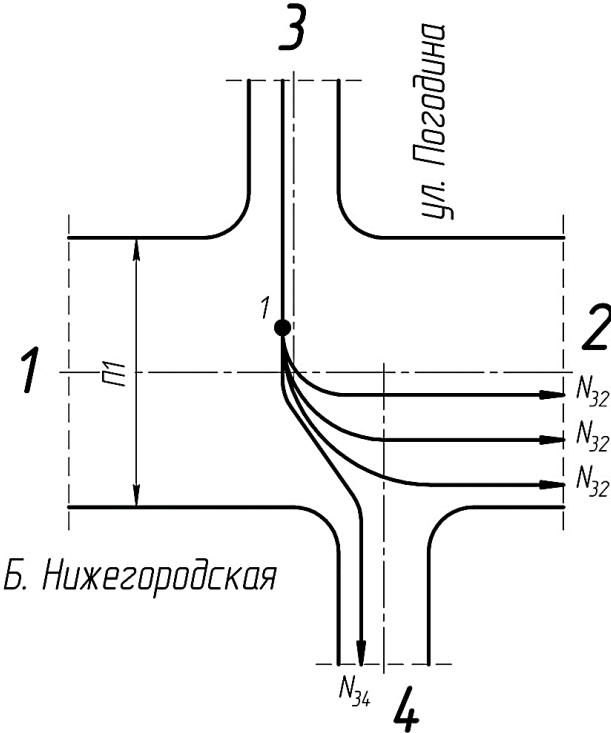


Рис. 33. Фаза № 1

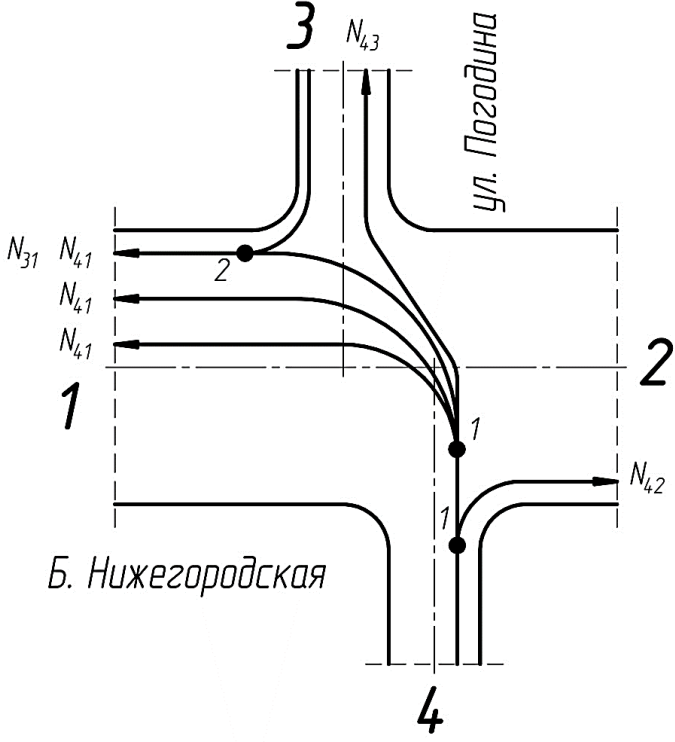


Рис. 34. Фаза № 2

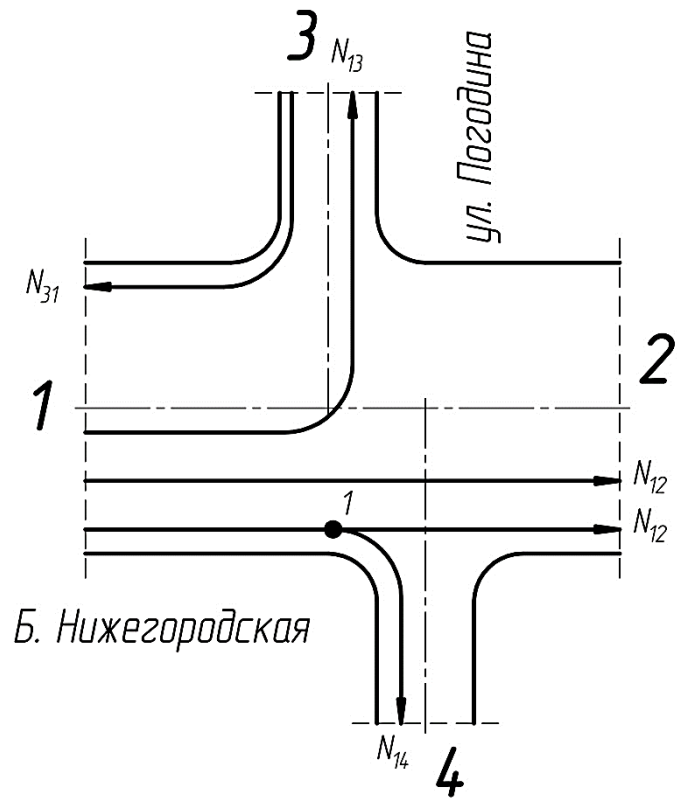


Рис. 35. Фаза № 3

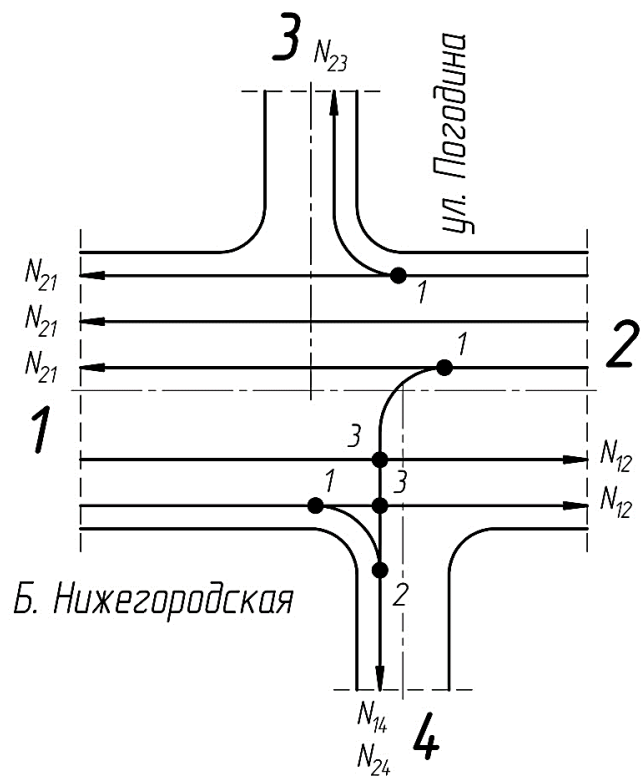


Рис. 36. Фаза № 3а

3. Регулируемый перекресток улица Горького – улица Мира. При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при работающей светофорной сигнализации присутствуют конфликтные точки, показанные на рис. 37 – 40.

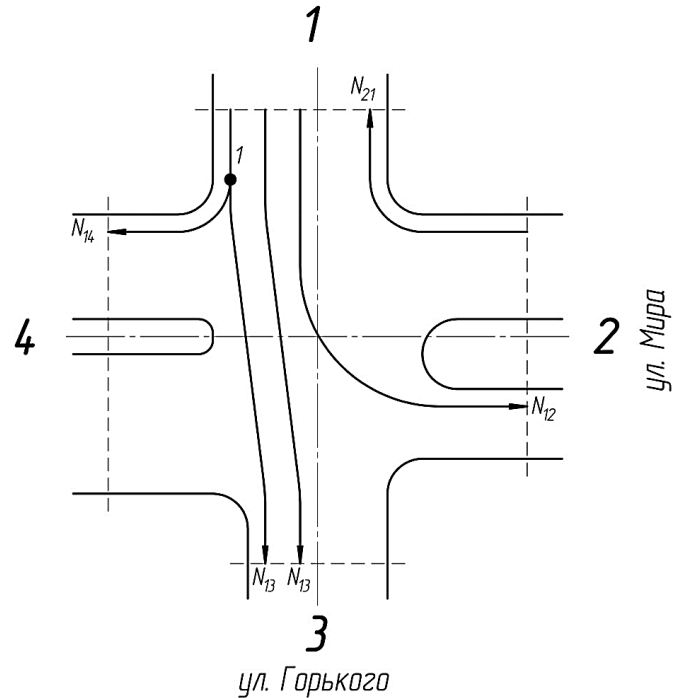


Рис. 37. Фаза № 1

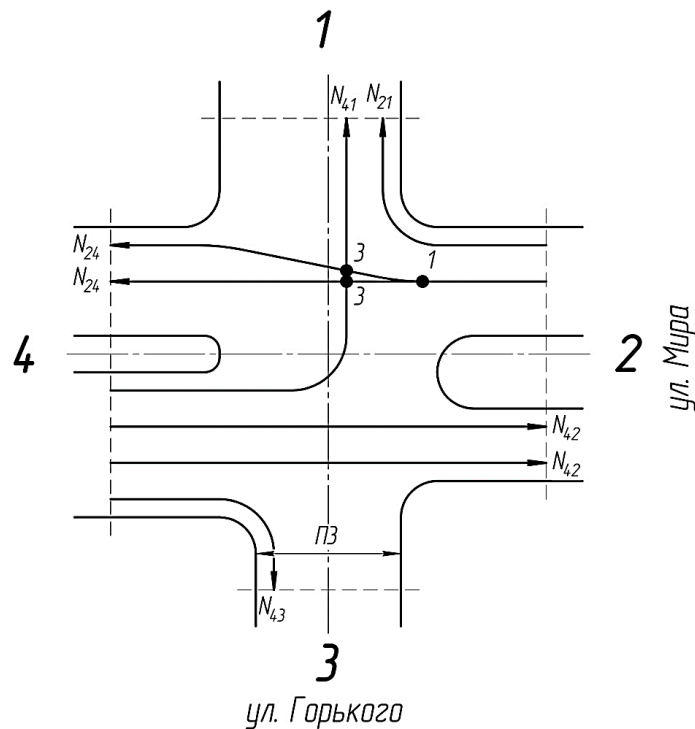


Рис. 38. Фаза № 2

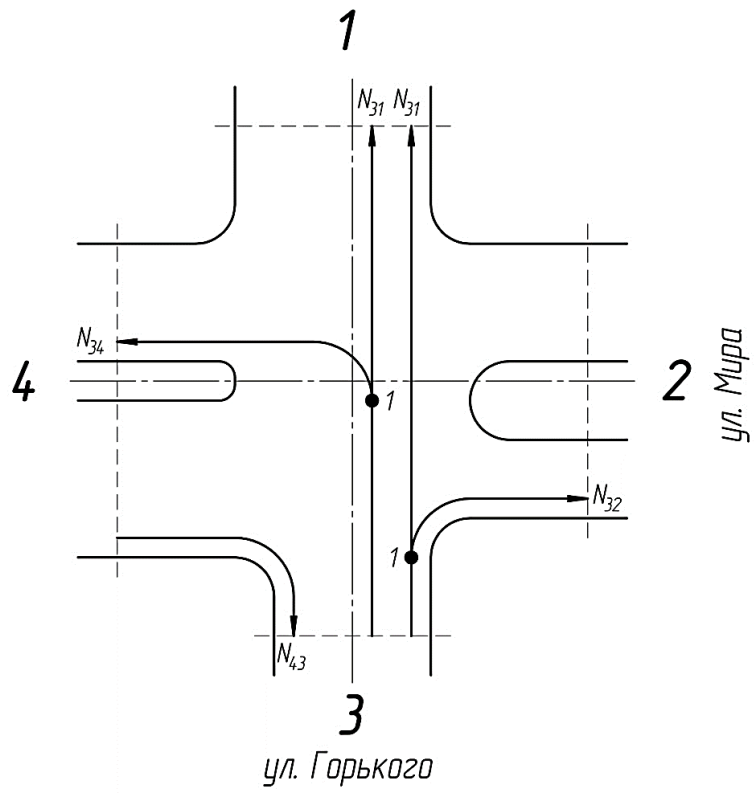


Рис. 39. Фаза № 3

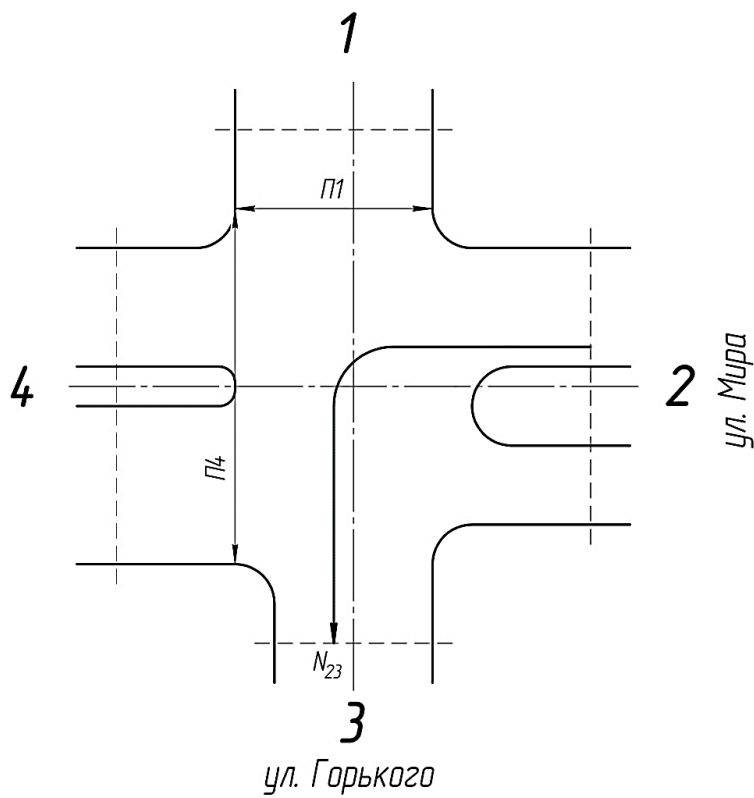


Рис. 40. Фаза № 4

4. Регулируемый перекресток улица Комиссарова – Суздальский проспект (рис. 41 – 44).

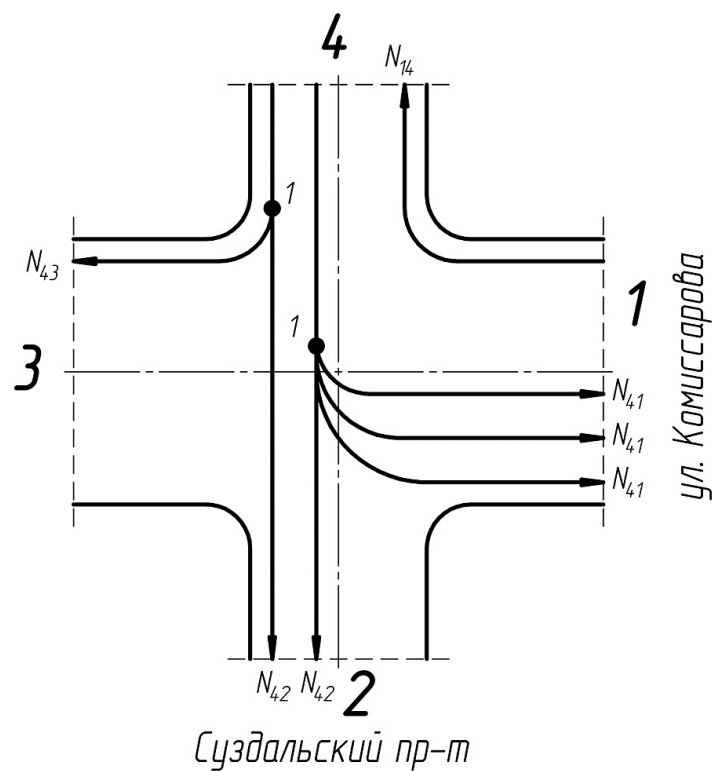


Рис. 41. Фаза № 1

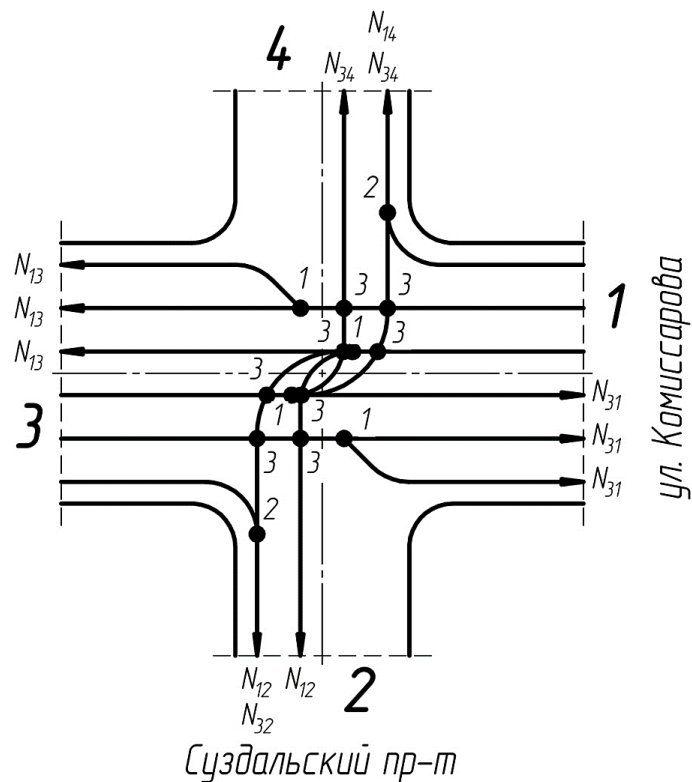


Рис. 42. Фаза № 2

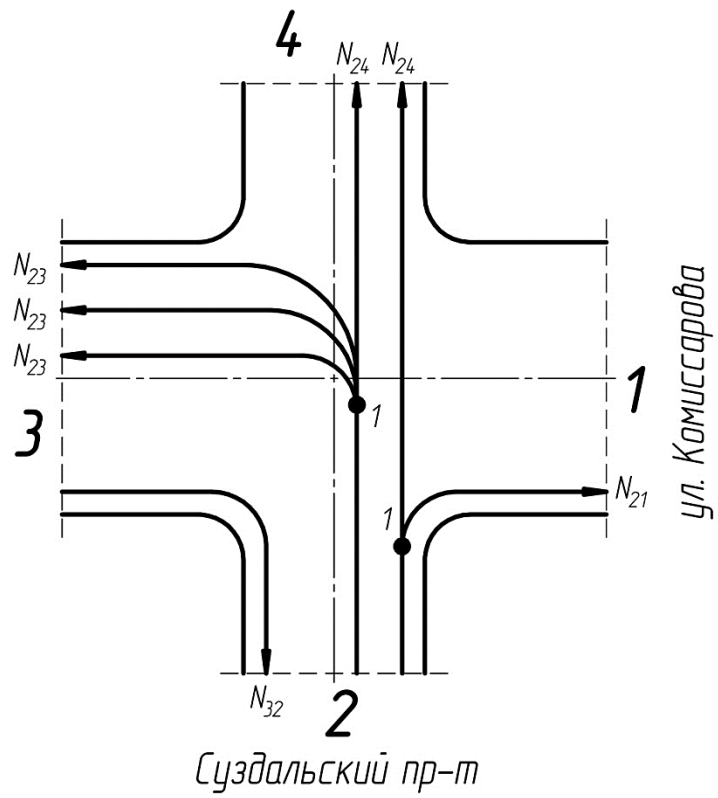


Рис. 43. Фаза № 3

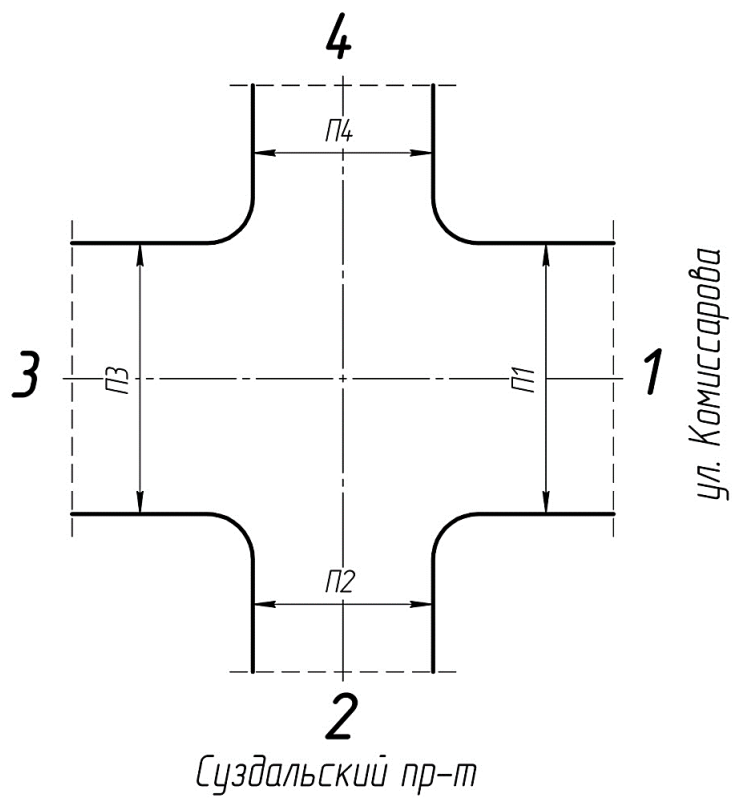


Рис. 44. Фаза № 4

5. Регулируемый перекресток улица Лакина – улица Белоконской (рис. 45 – 46).

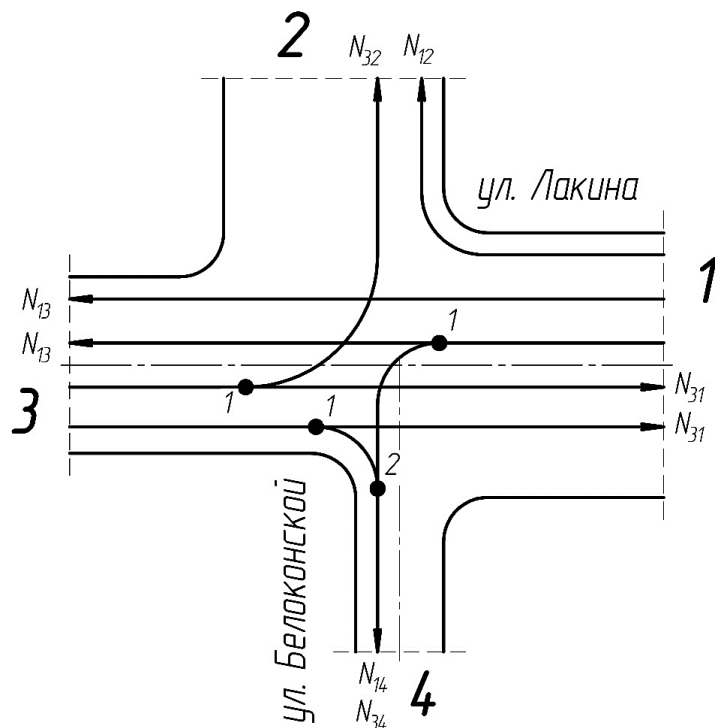


Рис. 45. Фаза № 1

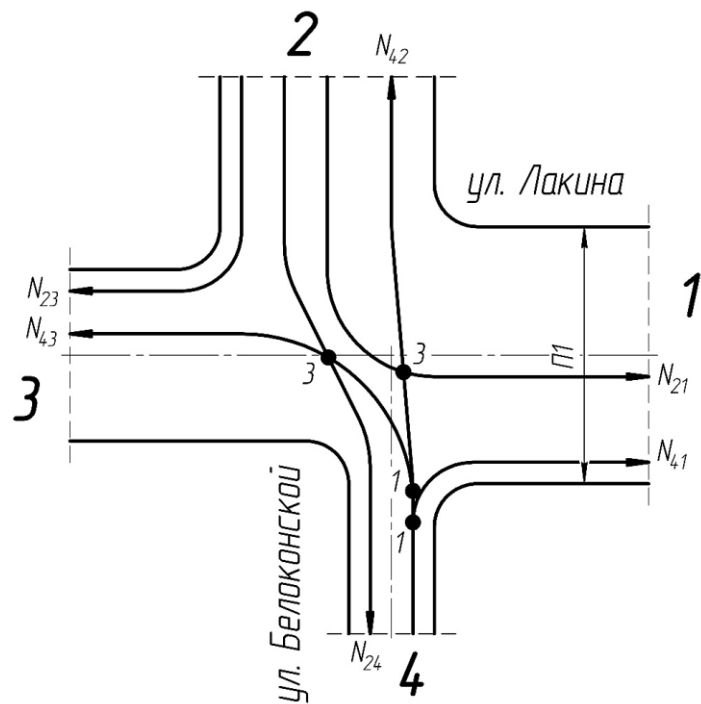


Рис. 46. Фаза № 2

6. Регулируемый перекресток улица Мира – Октябрьский проспект (рис. 47 – 50).

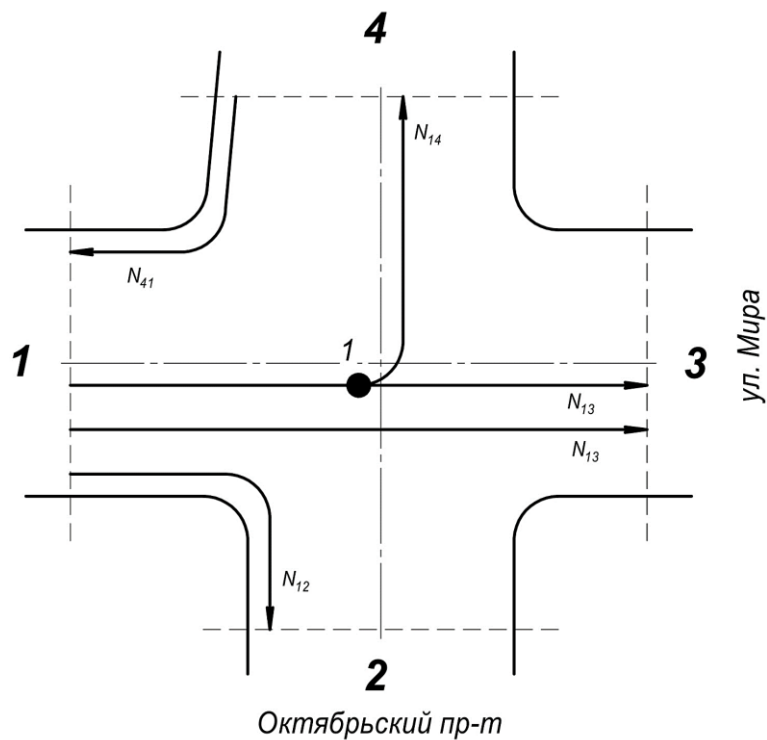


Рис. 47. Фаза № 1

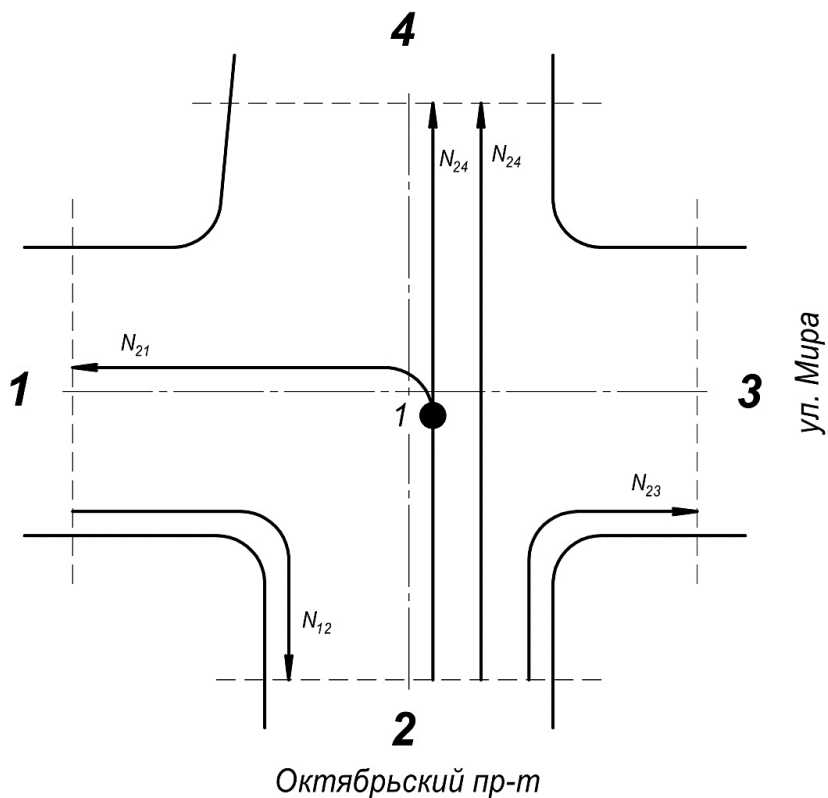


Рис. 48. Фаза № 2

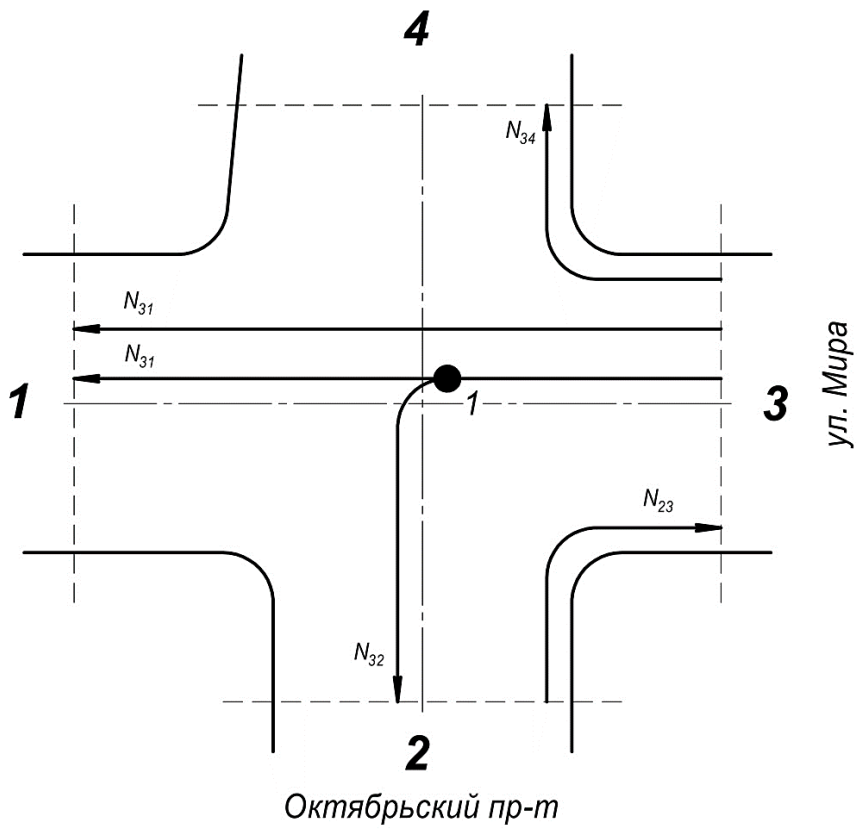


Рис. 49. Фаза № 3

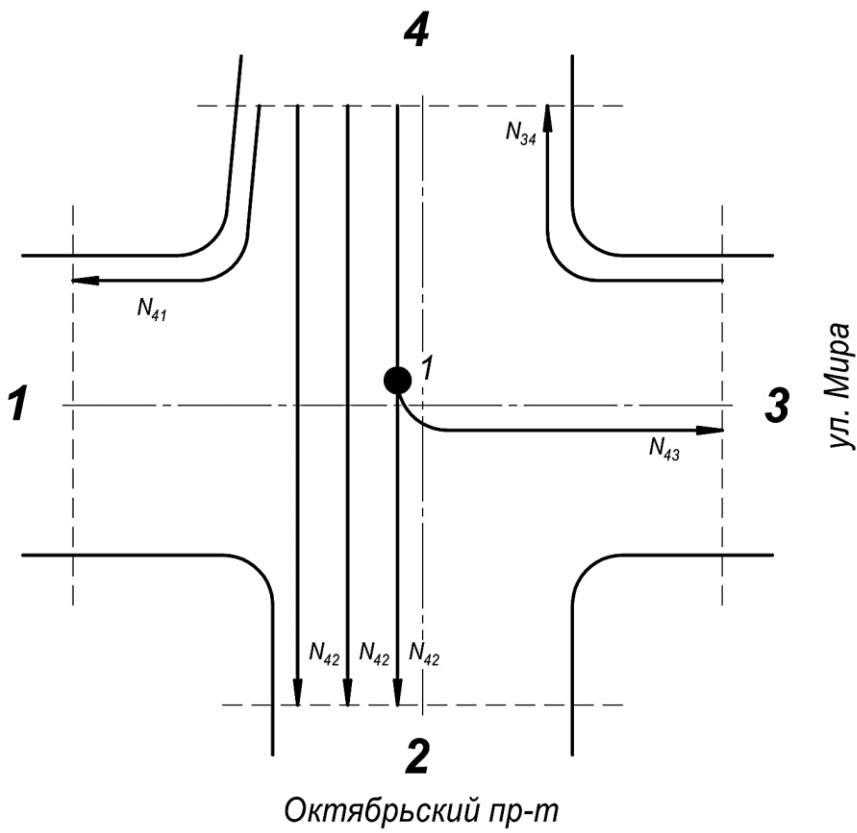


Рис. 50. Фаза № 4

7. Регулируемый перекресток улица Горького – улица Тракторная – проспект Строителей (рис. 51 – 54).

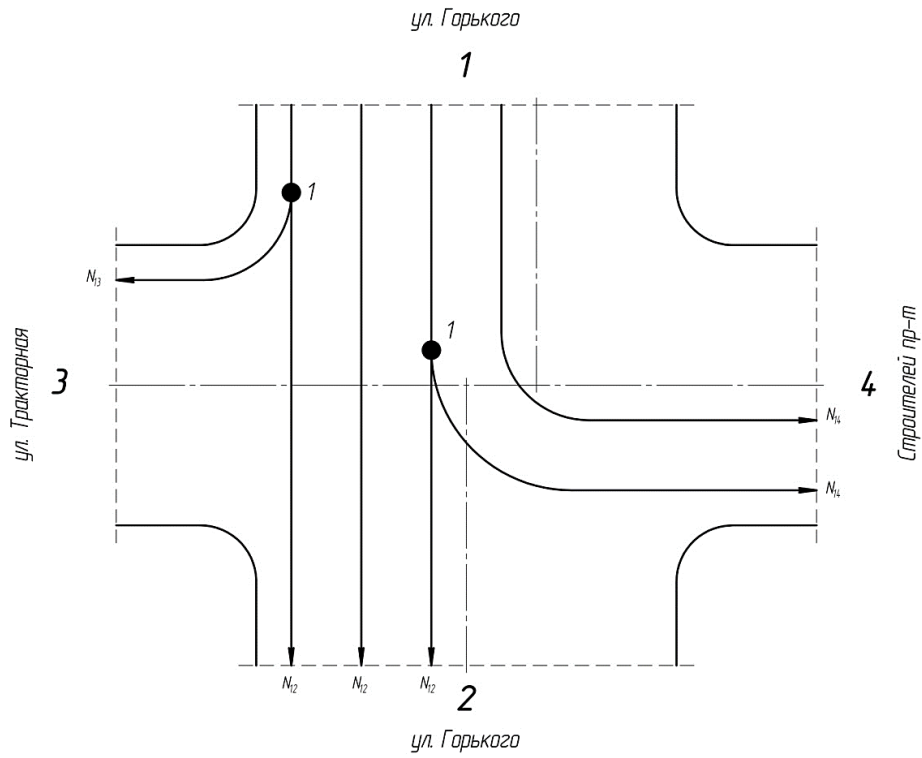


Рис. 51. Фаза № 1

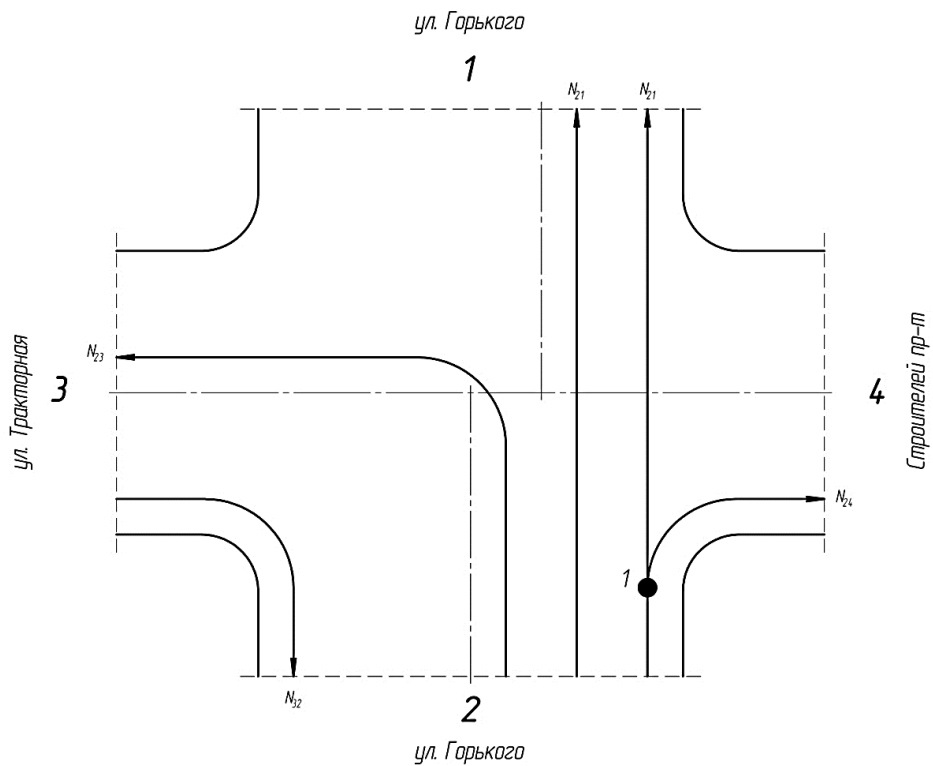


Рис. 52. Фаза № 2

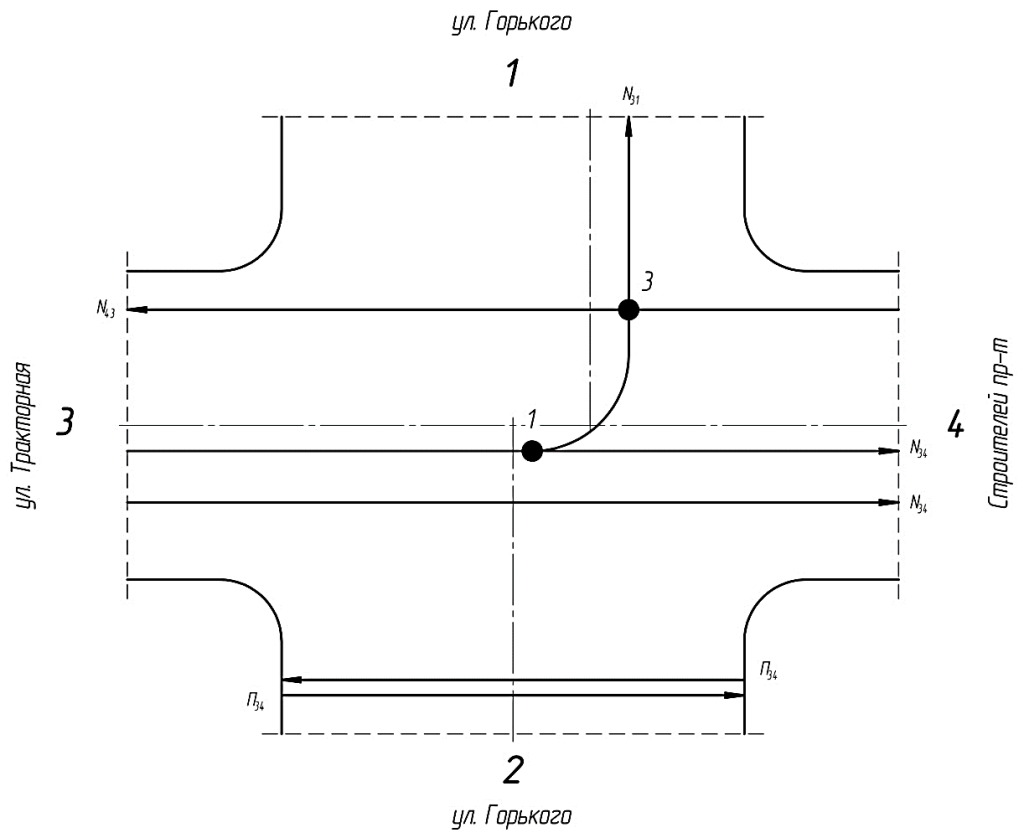


Рис. 53. Фаза № 3

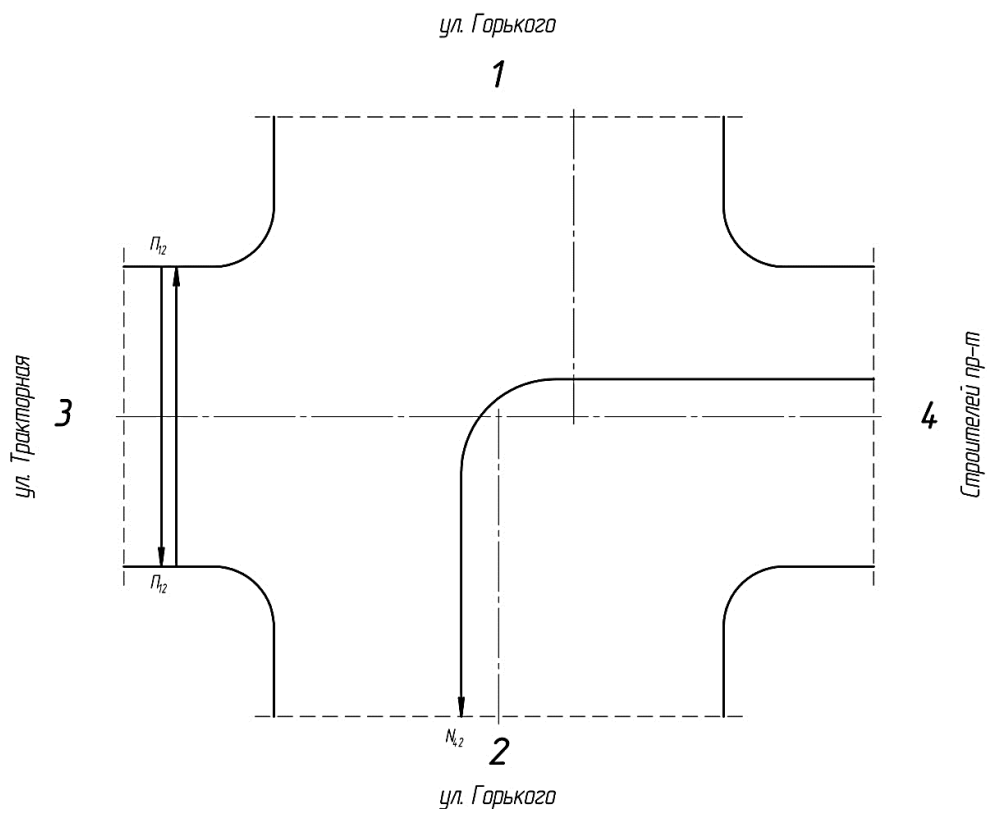


Рис. 54. Фаза № 4

8. Регулируемый перекресток проспект Строителей – улица Балакирева – улица Чайковского – улица Красноармейская (рис. 55, 56). Данное светофорное регулирование существовало до июня 2015 года.

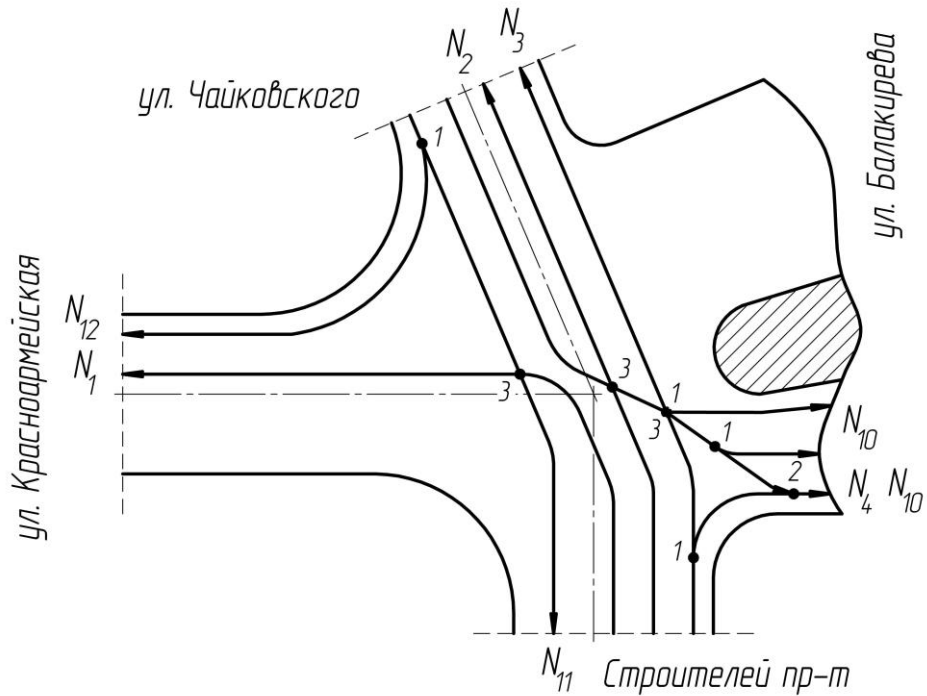


Рис. 55. Фаза № 1

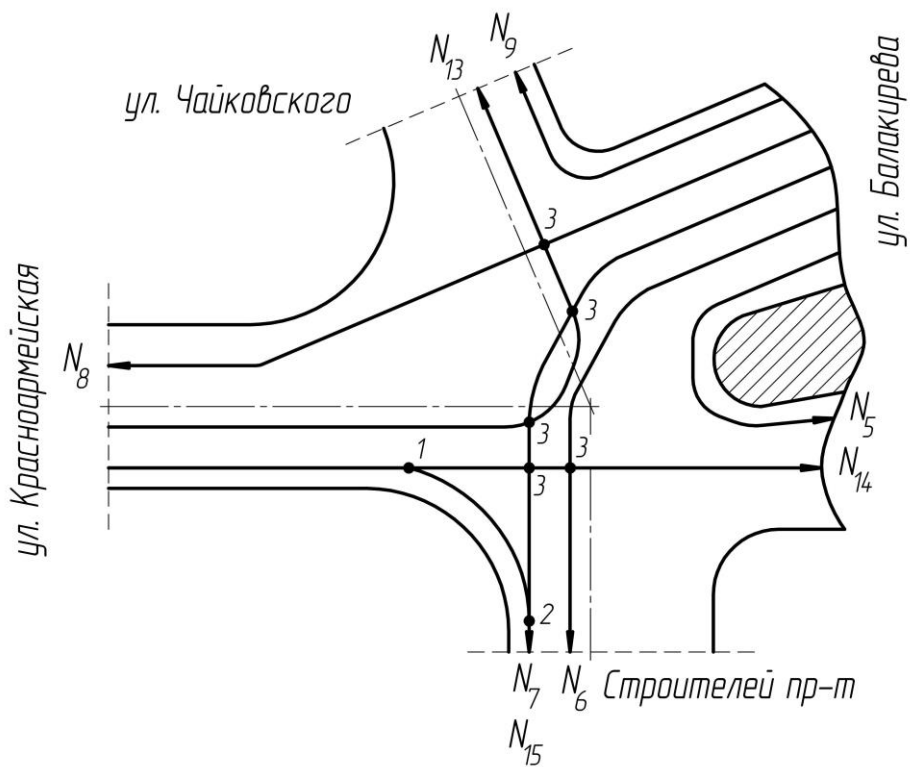


Рис. 56. Фаза № 2

После выбора пофазного разъезда рассчитывают альтернативный светофорный цикл. Затем приводят его структуру, пример которой изображен на рис. 57, далее составляют таблицу сравнения параметров светофорных циклов (табл. 16).

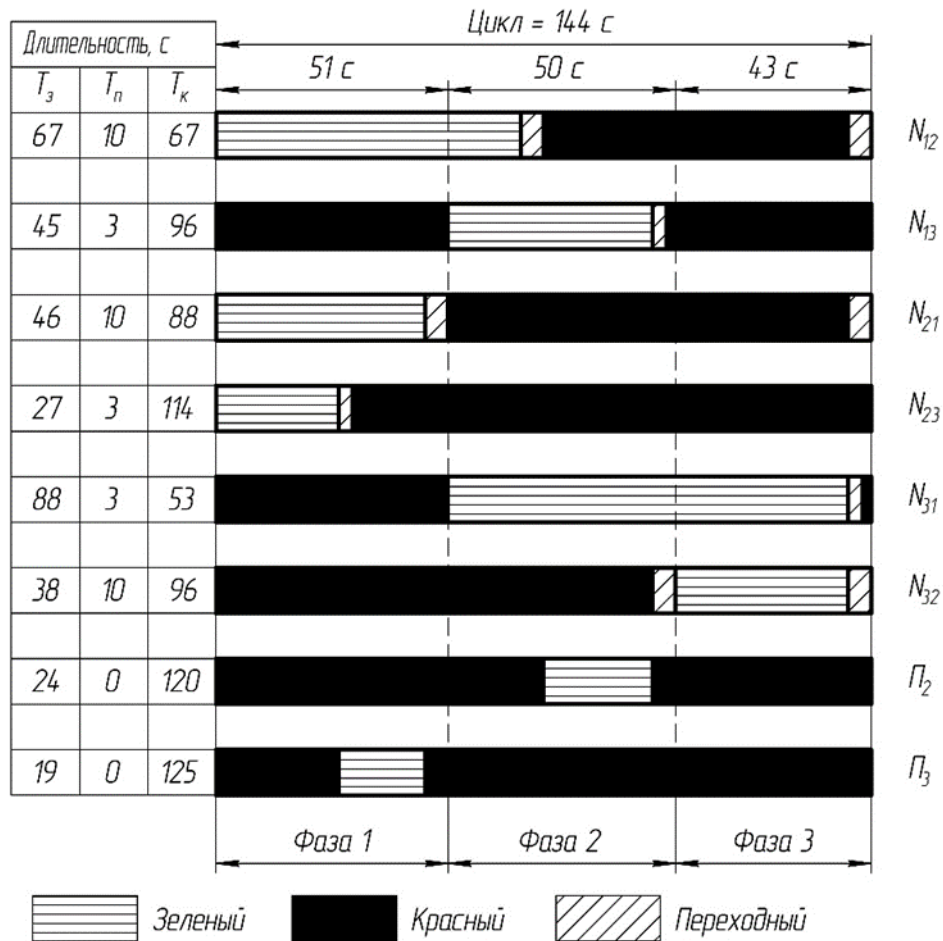


Рис. 57. Структура альтернативного светофорного цикла

Таблица 16. Сравнение параметров светофорных циклов

Параметр	Существующее светофорное регулирование	Альтернативное светофорное регулирование
Сумма зеленых сигналов для пешеходов, с		
Сумма всех промежуточных тактов, с		
Длительность зеленых сигналов всех фаз, с		
Длительность цикла, с		
Средняя задержка на всем пересечении, с		

Контрольные вопросы

1. С помощью чего оценивается сложность пересечения дорог?
2. Какие виды конфликтных точек выделяют?
3. Что является характерной особенностью каждой конфликтной точки?
4. Как определяется показатель сложности транспортного узла?
5. При каких значениях показателя сложности транспортный узел считается простым?
6. При каких значениях показателя сложности транспортный узел считается средней сложности?
7. При каких значениях показателя сложности транспортный узел считается сложным?
8. При каких значениях показателя сложности транспортный узел считается очень сложным?
9. С помощью каких мер достигают уменьшения сложности пересечения?
10. Какие требования по обеспечению безопасности дорожного движения предъявляются к дорожным условиям?
11. Для чего предназначены дорожные светофоры?
12. В соответствии с какой литературой выполняется схема расстановки светофоров?
13. В какой литературе представлены требования к проектированию, установке и эксплуатации дорожных светофоров?
14. Что такое направление регулирования?
15. Что называют тактом регулирования?
16. Какие виды тактов регулирования выделяют?
17. Что называют фазой регулирования?
18. Что такое цикл регулирования?
19. Как определяется длительность промежуточного такта для пешеходов?
20. Как определяется длительность основного такта для пешеходов?
21. Как приближенно можно определить поток насыщения?

22. Что называют коэффициентом многополосности и какие значения он имеет?
23. Что такое фазовый коэффициент и как он определяется?
24. По какой формуле выполняется расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков?
25. Какое значение имеет среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала для практических расчетов?
26. По какой формуле определяется предварительная длительность цикла?
27. По какой формуле определяется длительность основных тактов транспортных потоков?
28. По какой формуле определяется уточненная длительность цикла?
29. По какой формуле определяется задержка на регулируемых перекрестках?
30. Какова максимальная длительность переходного интервала для транспортных потоков?
31. Какова минимальная длительность промежуточного такта?
32. Какова минимальная длительность светофорного цикла?
33. Какая длительность цикла считается недопустимой?
34. Какова минимальная длительность основного такта для транспортных потоков?
35. Перечислите основные принципы пофазного разъезда.
36. Сколько условий для ввода светофорного регулирования существует?
37. В чем заключается суть условий ввода светофорного регулирования?

Глава 3. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ

3.1. Пример расчета четырехстороннего перекрестка

Определение интенсивности и состава транспортного потока

Схема перекрестка с указанием всех разрешенных направлений движения представлена на рис. 58.

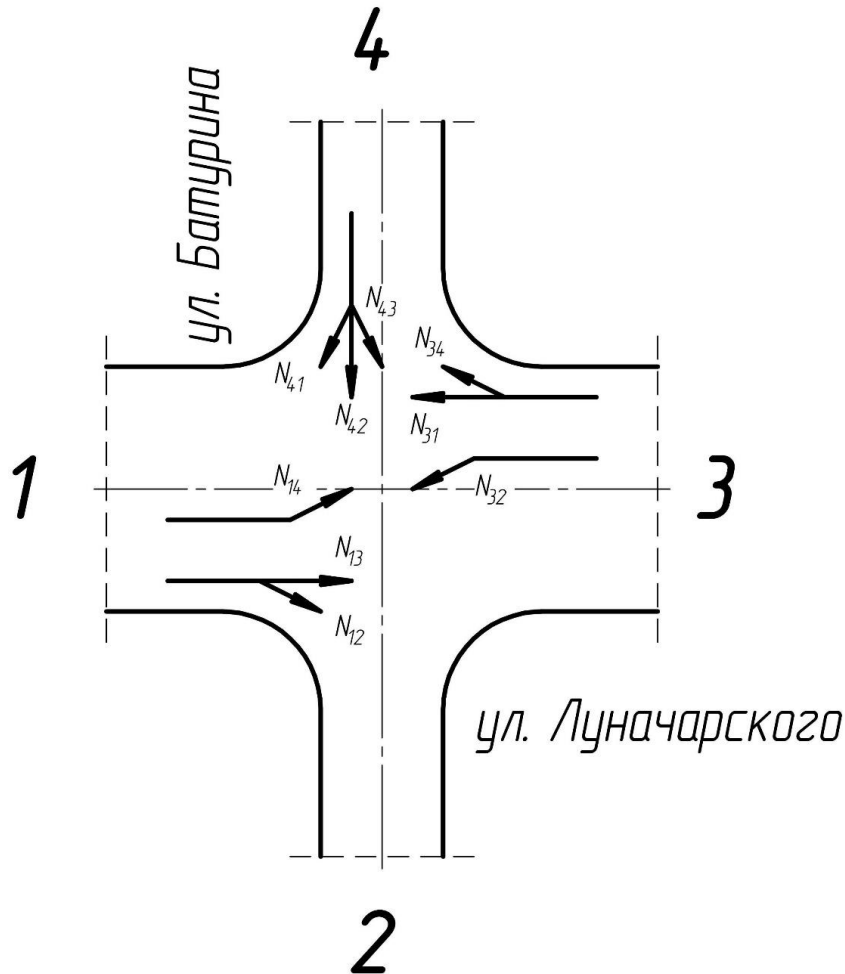


Рис. 58. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Был проведен подсчет транспортных средств, въезжающих на перекресток с разных направлений. Продолжительность одного замера — 15 мин. Продолжительность замеров — 1 час, с 8.00 до 9.00 (час пик). Результаты приведены в табл. 17.

Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за час с наибольшей суммарной интенсивностью движения представлена в табл. 18 и 19.

Таблица 17. Бланк учета количества ТС

Напр-е движения	Время, ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы		
		Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо
1	8.00 – 8.15	136	90	2	5	5	1	10	0	0	4	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		56	38	44	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4		13	23	6	2	5	1	0	2	0	0	0	0
1	8.15 – 8.30	63	51	2	6	9	1	10	0	0	5	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		49	17	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		18	52	10	1	3	0	0	1	0	0	0	0
1	8.30 – 8.45	68	42	3	10	10	1	10	0	0	6	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		29	33	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		16	26	7	3	5	2	0	0	0	0	0	0
1	8.45 – 9.00	48	29	0	3	3	1	5	0	0	1	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		35	26	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		22	47	3	0	1	1	0	1	0	0	0	0

Таблица 18. Интенсивность движения на перекрестке за 1 час

Напр-е движения	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы			Всего	Эквивалент
	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо		
1	315	212	7	24	27	4	35	0	0	16	0	0	640	780
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	169	114	112	0	2	0	0	0	0	0	0	0	397	399
4	69	148	26	6	14	4	0	4	0	0	0	0	271	301
Всего	553	474	145	30	43	8	35	4	0	16	0	0	1308	1480

Таблица 19. Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 час

Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	499	266	15	780
2	0	0	0	0
3	169	118	112	399
4	81	186	34	301
Итого	749	570	161	1480

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 20.

Таблица 20. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Троллейбусы	Всего
Число ТС	1172	81	39	16	1308
Доля в потоке, %	89,6	6,2	3,0	1,2	100

Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

На основании расчетов из табл. 18 построены картограммы интенсивности транспортных потоков на перекрестке. Условная картограмма приведена на рис. 59, масштабная картограмма – на рис. 60.

Расчет теоретической пропускной способности полосы

Расчет теоретической пропускной способности полосы определяется по формулам, приведенным выше. Для данного примера частные коэффициенты снижения пропускной способности будут иметь следующие значения:

$\beta_1 = 1$, так как ширина полосы движения равна 3,5 м;

$\beta_2 = 1$, так как расстояние от кромки проезжей части до препятствия составляет 2 м;

$\beta_3 = 0,93$, так как доля автопоездов в составе транспортного потока менее 10 %;

$\beta_4 = 1$, так как продольный уклон равен 0 %;

$\beta_5 = 0,98$, так как расстояние видимости составляет 150 – 300 м;

$\beta_7 = 1$, так как перекресток расположен в населенном пункте;

$\beta_9 = 0,9$ – так как обочины укреплены;

$\beta_{10} = 0,91$, так как тип покрытия асфальтобетон;

$\beta_{11} = 1$, так как ближайшая остановка автобуса расположена рядом с перекрестком;

$\beta_{12} = 1,2$, так как на данном направлении присутствует разделительная полоса в виде разметки.

$$\beta_6 = \beta_8 = \beta_{13} = 1.$$

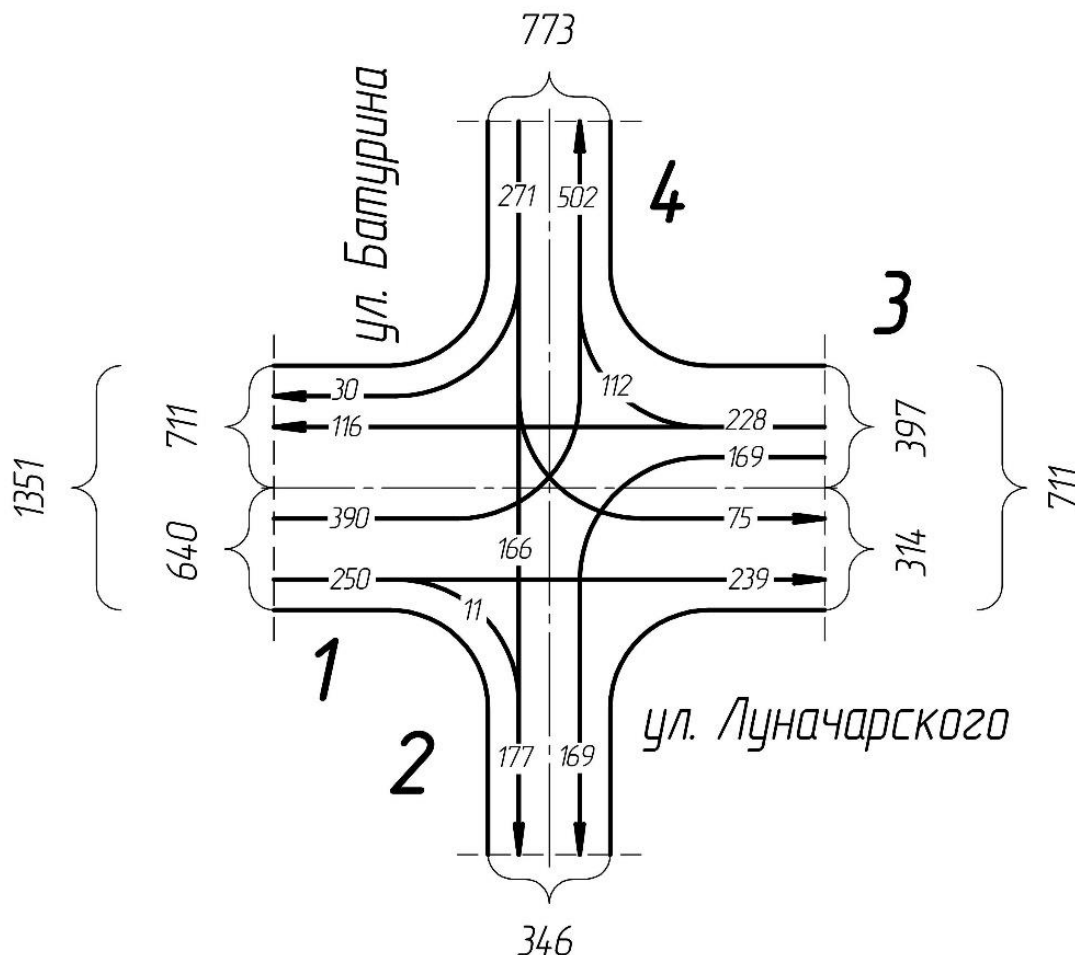


Рис. 59. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке (в натуральных ТС)

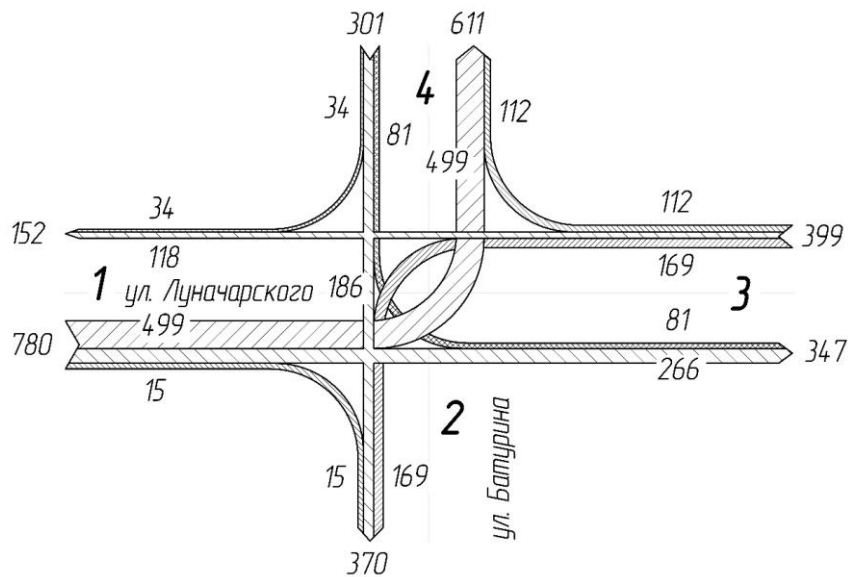


Рис. 60. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке (в приведенных ТС)

Результаты расчетов представлены в табл. 21 и 22.

Таблица 21. Результаты расчета пропускной способности дороги

V_a , км/ч	S_T , м	S_0 , м	L_d , м	$L_{ду}$, м	$t_{пр}$, с	$t'_{пр}$, с	N_{max} , авт./ч	N'_{max} , авт./ч
10	0,6	4,2	13,2	11,1	4,7	4,0	759,1	902,0
30	5,1	15,9	24,9	16,9	3,0	2,0	1205,1	1770,2
50	14,1	32,1	41,1	25,1	3,0	1,8	1216,1	1995,4
70	27,6	52,8	61,8	35,4	3,2	1,8	1132,0	1976,4
90	45,6	78,1	87,1	48,0	3,5	1,9	1033,8	1873,9
110	68,0	107,8	116,8	62,9	3,8	2,1	942,0	1749,2

Таблица 22. Результаты расчета средней скорости и плотности потока

Диапазон изменения пропускной способности дороги	Скорость, км/ч			Плотность потока, авт./км	
	V_{cp}	V'_{cp}	V_a	q	q'
$0,4N_{max}$	56,1	53,6	10	48,6	79,8
$0,6N_{max}$	54,2	50,4	30	24,3	39,9
$0,8N_{max}$	52,2	47,2	50	19,5	31,9
N_{max}	50,3	44,0	70	17,4	28,5
$1,2N_{max}$	48,3	40,8	90	16,2	26,6
$1,4N_{max}$	46,4	37,7	110	15,5	25,4

Графики зависимостей $N_{\max} = f(V_a)$, $N'_{\max} = f(V_a)$, $V_{\text{ср}} = f(N)$ и $V'_{\text{ср}} = f(N)$ приведены на рис. 61, графики $q = f(V_a)$ и $q' = f(V_a)$ – на рис. 62.

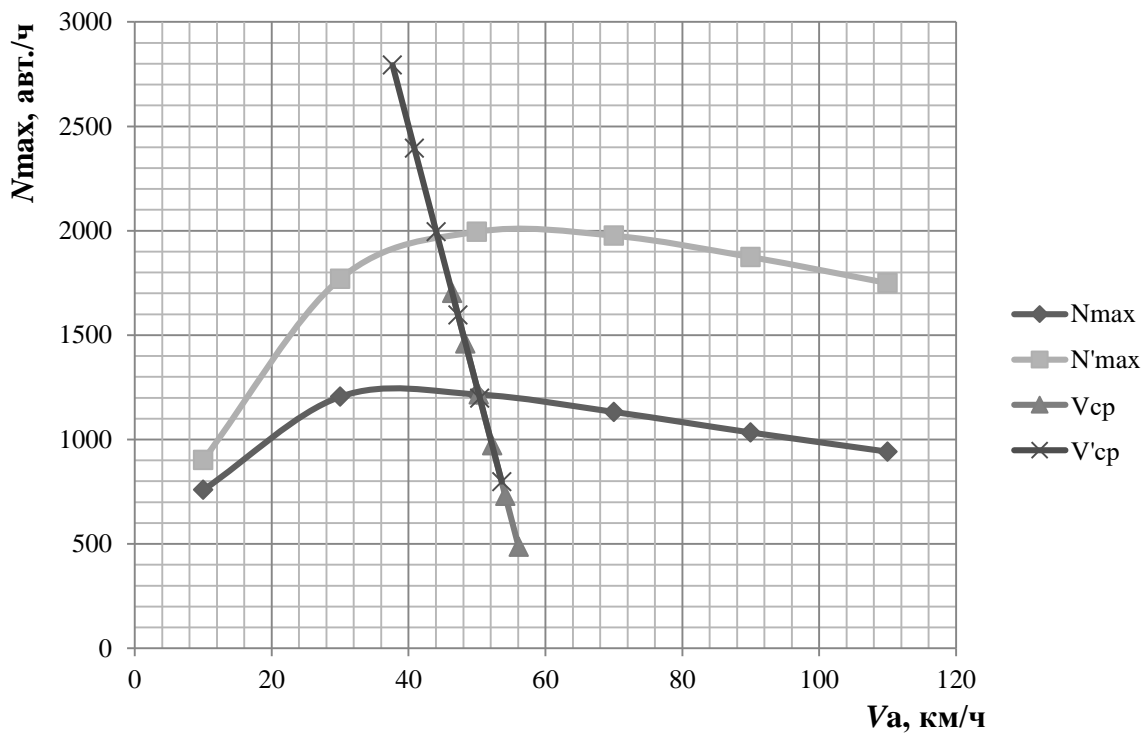


Рис. 61. Графики зависимостей $N_{\max} = f(V_a)$, $N'_{\max} = f(V_a)$, $V_{\text{ср}} = f(N)$ и $V'_{\text{ср}} = f(N)$

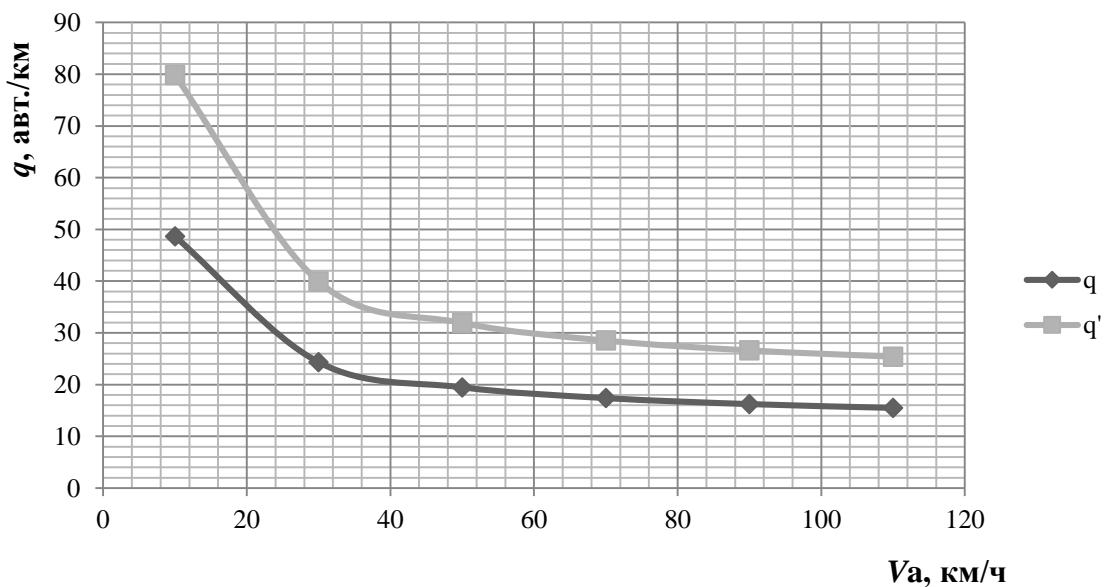


Рис. 62. Графики зависимостей $q = f(V_a)$ и $q' = f(V_a)$

Пропускная способность участков, выражаемая в приведенном количестве легковых автомобилей:

$$N_{\phi} = 1200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1200 \cdot 0,896 = 1075,2 \text{ авт./ч,}$$

$$N'_{\phi} = 1950 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1950 \cdot 0,896 = 1747,2 \text{ авт./ч.}$$

При назначении числа полос получают следующие значения параметров:

$$Z = 1216,1 / 1075,2 = 1,131, \quad Z' = 1995,4 / 1747,2 = 1,142.$$

$$n = 1075,2 \cdot 0,75 / (1,131 \cdot 1216,1) = 806,4 / 1375,41 = 0,586;$$

$$n' = 1747,2 \cdot 0,75 / (1,142 \cdot 1995,4) = 1310,4 / 2278,75 = 0,575.$$

Отсюда следует, что достаточно полосы движения N_{14} .

Расчет фактической пропускной способности полосы

Замеры проводились на одной полосе направления движения № 4. Протокол обследования пропускной способности полосы представлен в табл. 23, рис. 63 иллюстрирует полученные данные.

По наибольшей интенсивности (в данном случае $N_{a1} = 59$ авт./ t_6) определяется фактическая пропускная способность полосы $N_{\phi} = 10N_{a1} = 59 \cdot 10 = 590$ авт./ч. Фактическая интенсивность P_{ϕ} равна сумме интенсивности за 10 отрезков времени $P_{\phi} = 499$ авт./ч. Отсюда $Z = 499 / 590 = 0,846$. Следовательно, данная полоса не перегружена.

Таблица 23. Протокол обследования пропускной способности полосы

Интервал времени	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Троллейбус	Приведенные единицы
0 – 6	31	2	3	1	45
6 – 12	32	2	4	2	52
12 – 18	31	2	3	1	46
18 – 24	32	4	4	3	59
24 – 30	31	2	3	1	45
30 – 36	32	3	4	2	54
36 – 42	31	2	3	1	46
42 – 48	32	2	4	2	52
48 – 54	31	2	3	1	46
54 – 60	32	3	4	2	54
Итого	315	24	35	16	499

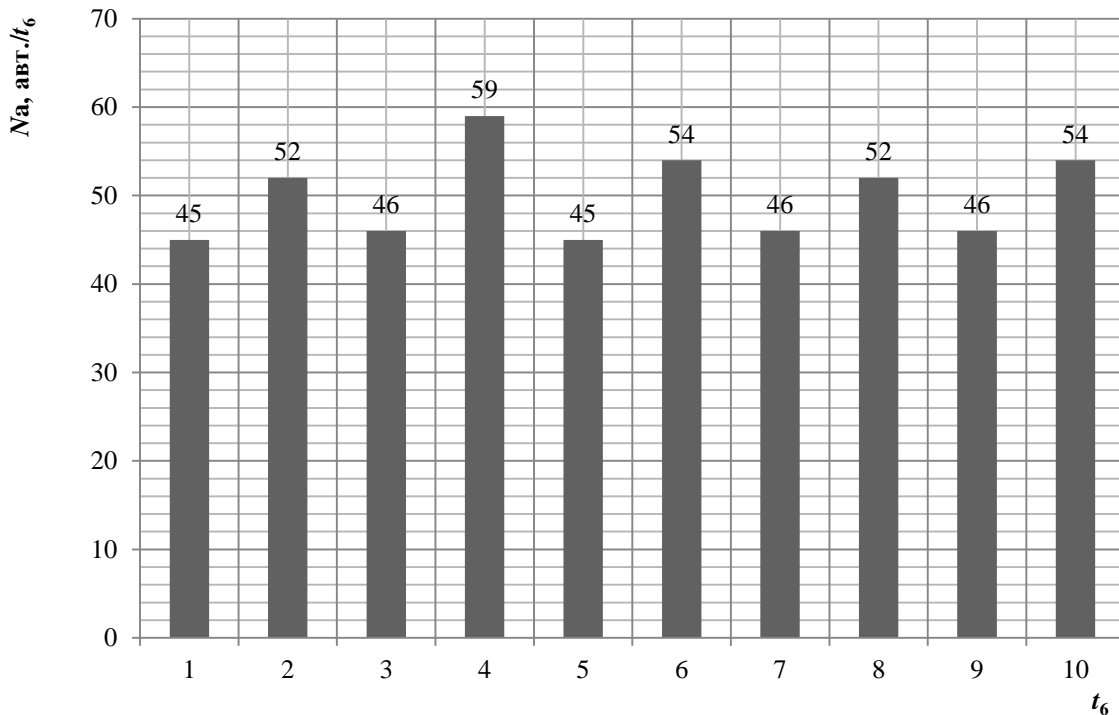


Рис. 63. Диаграмма интенсивности одnorядного потока в приведенных единицах

Число полос согласно формуле 14 будет равно

$$n = 590 \cdot 0,75 / (0,85 \cdot 499) = 1,04.$$

Отсюда следует, что рассматриваемая полоса направления движения № 4 является достаточной.

Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости

Определение скоростей движения

Регистрация скорости выполнялась с помощью измерителя скорости движения транспортных средств «РАДИС». Фиксировались два значения скорости одного автомобиля: когда он появлялся в зоне видимости – «спереди» и после проезда поста наблюдения – «сзади». Затем определялось среднее значение скорости автомобиля.

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 24, средняя скорость сообщения по типам автомобилей – в табл. 25.

Таблица 24. Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т, автобус, троллейбус		
1	005	45	1	887	10
2	682	19	2	842	17
3	729	22	3	174	10
4	482	21	4	503	11
5	339	22	5	549	11
6	598	11	6	356	20
7	952	27	7	170	15
8	130	20	8	821	10
9	737	18	9	191	10
10	980	17	10	411	29
11	150	10	11	174	29
12	270	22	12	179	13
13	887	25	13	435	29
14	445	39	14	558	23
15	732	45	15	236	27
16	707	38	16	414	20
17	024	45	17	356	16
18	876	17	18	259	31
19	183	22	19	280	16
20	020	32	20	628	24
21	131	45	21	240	10
22	541	54	22	092	30
23	113	18	23	346	19
24	045	21	24	176	16
25	818	27	25	889	40
26	321	19	26	622	41
27	454	25	27	164	10
28	399	16	28	075	21
29	502	51	29	370	10
30	603	29	30	240	10
31	497	31	31	540	17
32	217	26	32	701	15
33	877	29	33	267	13

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т, автобус, троллейбус		
34	011	23	34	666	20
35	109	47	35	582	32
36	360	39	36	160	10
37	459	43	37	612	28
38	362	14	38	393	28
39	199	42	39	260	14
40	305	52	40	264	35

Таблица 25. Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

Показатель	Значение показателя по типам ТС		Итого
	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т, автобус, троллейбус	
Количество зафиксированных ТС	40	40	80
Скорость сообщения, км/ч	29	20	25

Коэффициент использования скоростного режима в данном случае будет иметь значения:

$K_{\text{ВЛ}} = 29 / 60 = 0,48$ – для легковых автомобилей;

$K_{\text{ВГ.А.Т}} = 20 / 60 = 0,33$ – для грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов.

Выбор предела допустимой скорости

В табл. 26 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 64 приведена кривая распределения скоростей, на рис. 65 – кривая накопления скоростей.

В табл. 27 представлено распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей. На рис. 66 приведена кривая распределения скоростей, на рис. 67 – кривая накопления скоростей.

Таблица 26. Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
10 – 16	13	3	7,5	7,5
16 – 22	19	10	25	32,5
22 – 28	25	10	25	57,5
28 – 34	31	4	10	67,5
34 – 40	37	3	7,5	75
40 – 46	43	6	15	90
46 – 54	50	4	10	100
Итого		40	100	–

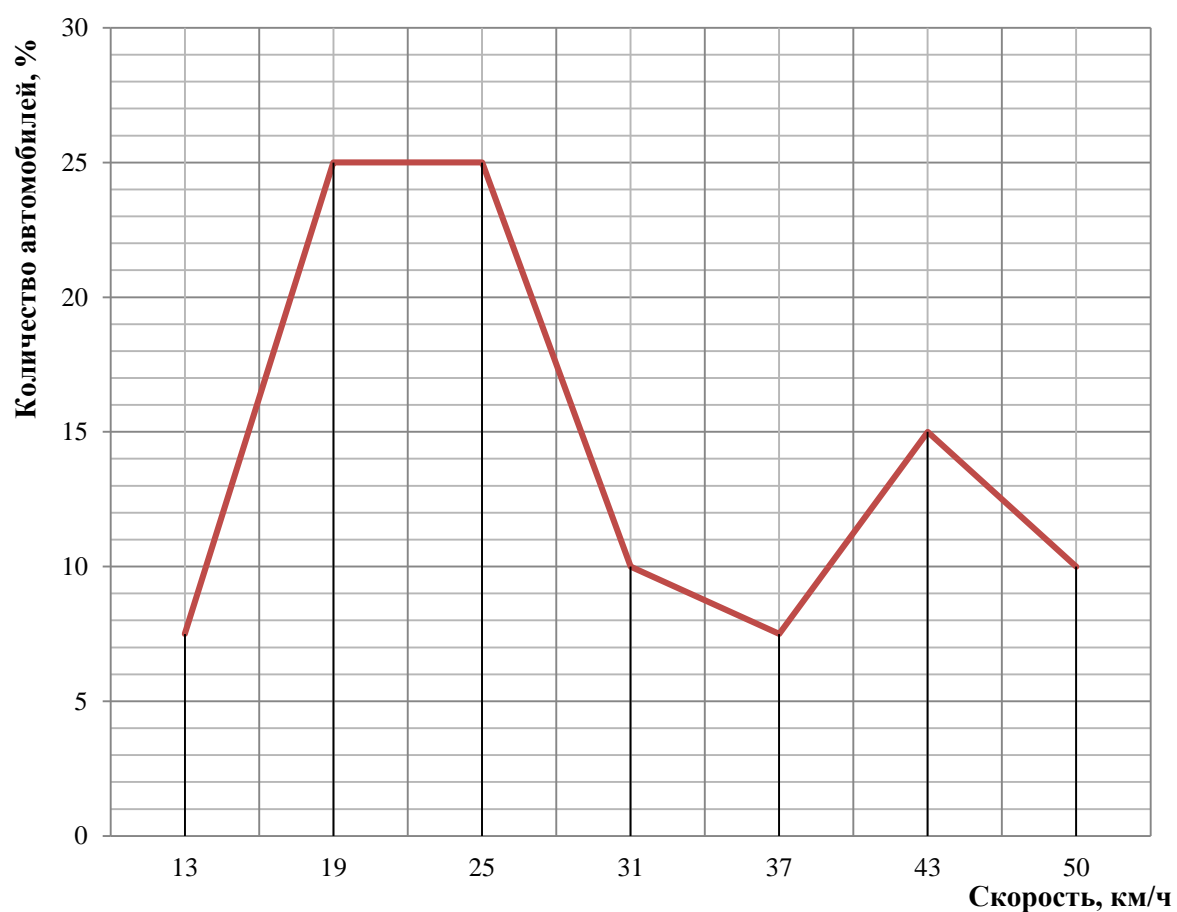


Рис. 64. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

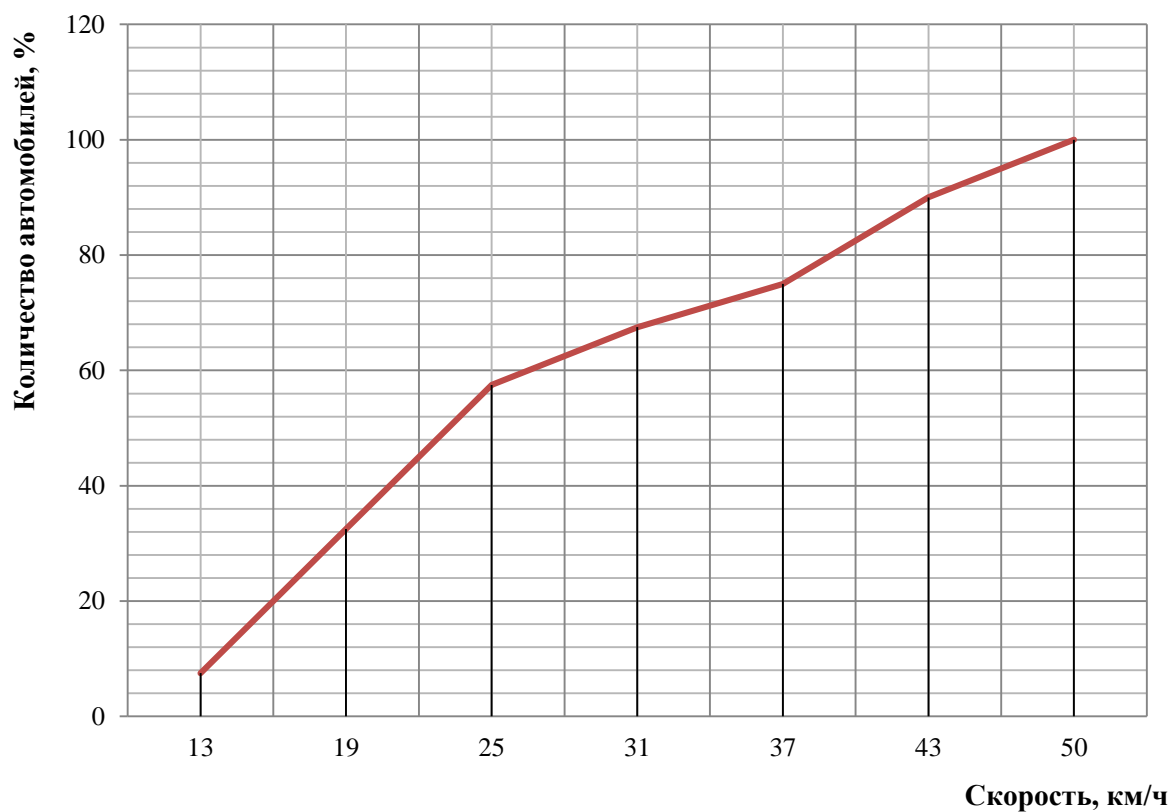


Рис. 65. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Таблица 27. Распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
10 – 14	12	13	32,5	32,5
14 – 18	16	8	20	52,5
18 – 22	20	5	12,5	65
22 – 26	24	2	5	70
26 – 30	28	6	15	85
30 – 34	32	3	7,5	92,5
34 – 41	38	3	7,5	100
Итого		40	100	–

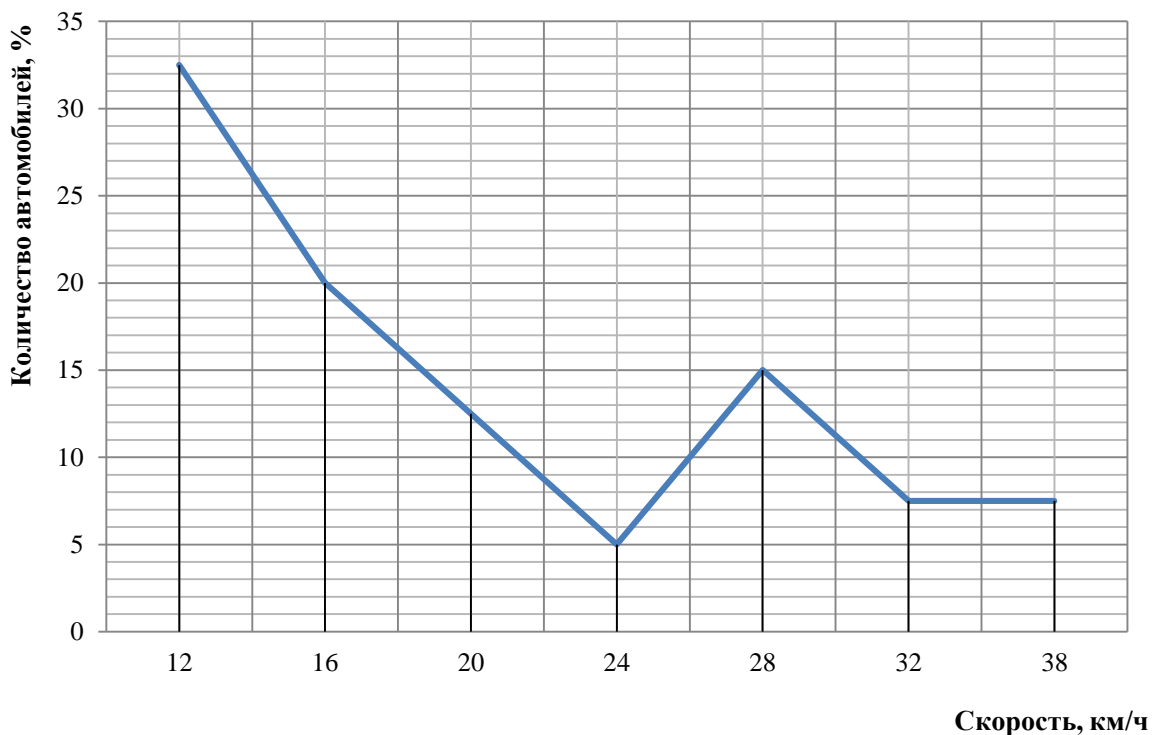


Рис. 66. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов и троллейбусов

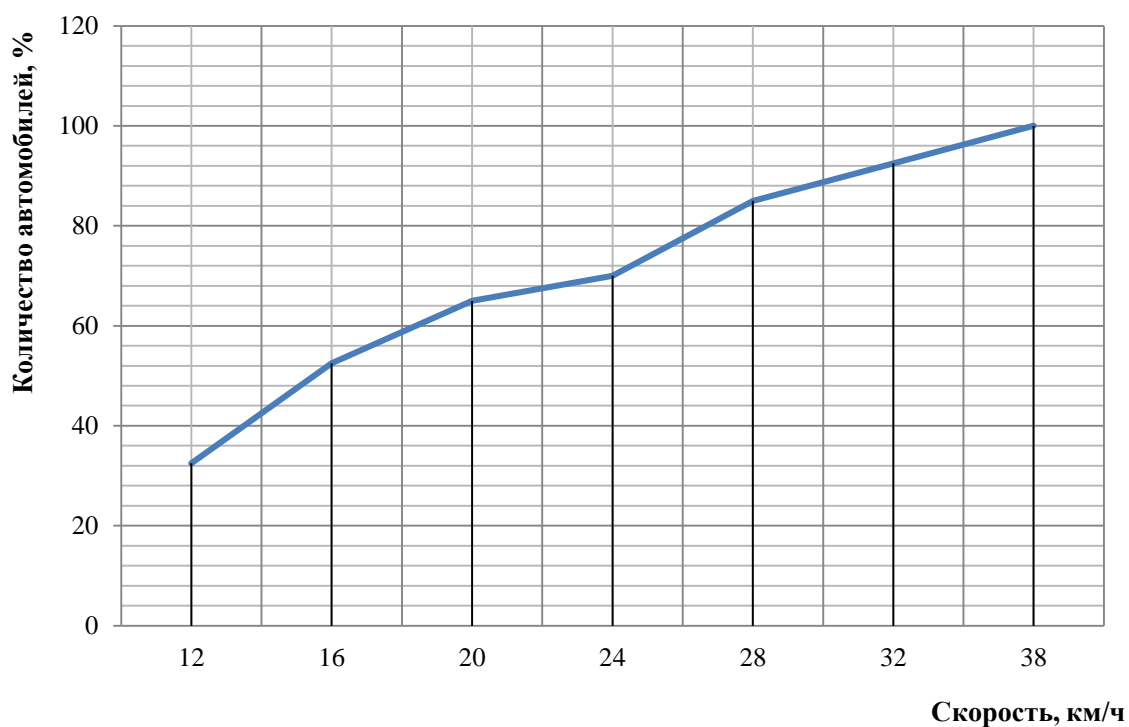


Рис. 67. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов и троллейбусов

Выводы по первой главе курсового проекта

1. Наибольшее количество автомобилей,двигающихся направо, зафиксировано в направлении N_{34} (112 ТС). Наибольшее количество автомобилей,двигающихся налево, зафиксировано в направлении N_{14} (499 ТС). Наибольшее количество автомобилей,двигающихся прямо, зафиксировано в направлении N_{13} (266 ТС).

2. Из анализа состава транспортного потока установлено, что доля легковых автомобилей составляет 89,6 %, грузовых автомобилей до 12 т – 6,2 %, автобусов – 3,0 %, троллейбусов – 1,2 %.

3. В результате оценки теоретической пропускной способности полосы направления движения № 4 и коэффициента загрузки движения установлено, что рассматриваемая полоса является достаточной.

4. В результате оценки фактической пропускной способности полосы направления движения № 4 и коэффициента загрузки движения установлено, что фактическая пропускная способность составила 590 приведенных единиц ТС в час. Фактическая интенсивность составила 499 приведенных единиц ТС в час. Коэффициент загрузки полосы транспортным потоком равен 0,846. Дополнительной полосы не требуется.

5. Были зафиксированы скорости 40 легковых и 40 грузовых автомобилей массой до 12 т, автобусов, троллейбусов. Средняя скорость легковых ТС составила 29 км/ч, грузовых ТС до 12 т, автобусов, троллейбусов – 20 км/ч. Средняя скорость сообщения – 25 км/ч.

6. Коэффициент использования скоростного режима для легковых автомобилей составляет 0,48, для грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов – 0,33. Разрешенная максимальная скорость на данном участке УДС составляет 60 км/ч.

7. Из анализа кривых распределения скоростей установлено, что максимальное количество легковых автомобилей двигается со средней скоростью 22 км/ч, грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов – со скоростью 12 км/ч.

8. Из анализа кривой накопления скоростей легковых автомобилей установлено, что 15 % – наиболее медленная часть потока – двигается со скоростью 15 км/ч. Средняя скорость потока, соответствующая

ющая 50 %, равна 23 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 41 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 46 км/ч.

9. Из анализа кривой накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов установлено, что не присутствует 15 % наиболее медленной части потока. Средняя скорость потока, соответствующая 50 %, равна 16 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью до 28 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 33 км/ч.

Оценка сложности пересечения

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при работающей светофорной сигнализации присутствуют конфликтные точки, показанные на рис. 68 – 71.

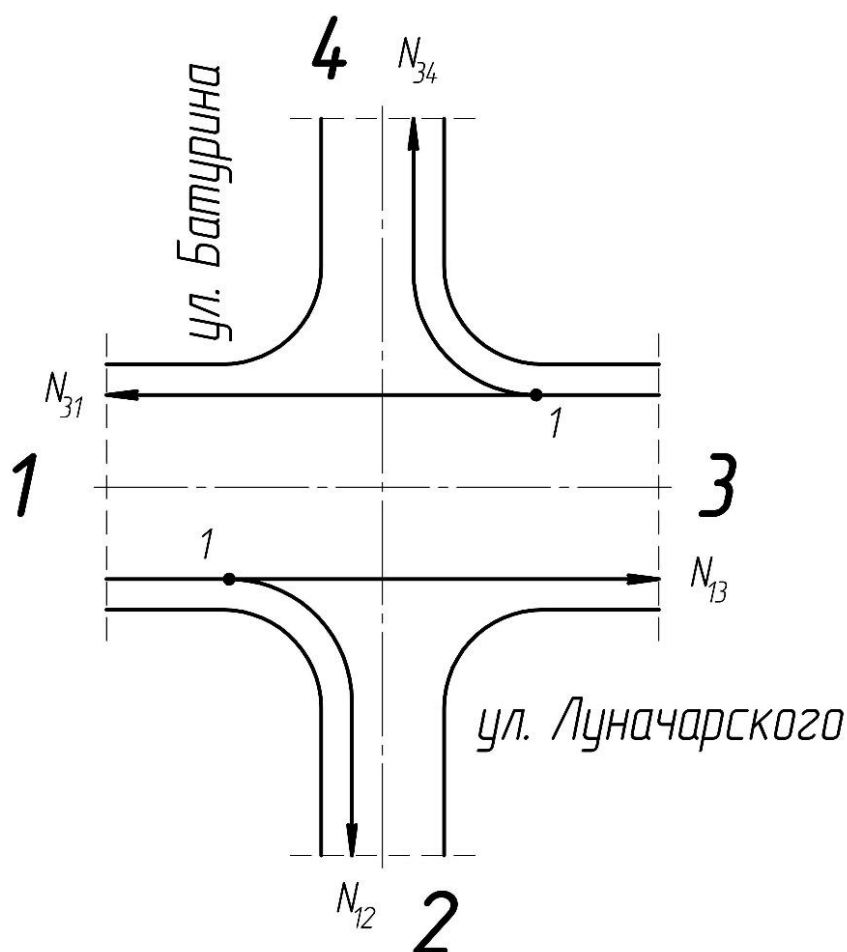


Рис. 68. Фаза № 1

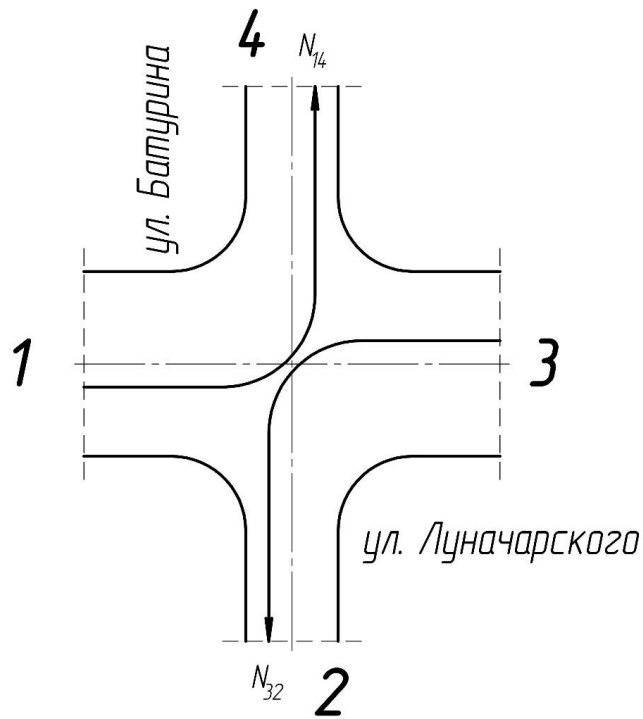


Рис. 69. Фаза № 2

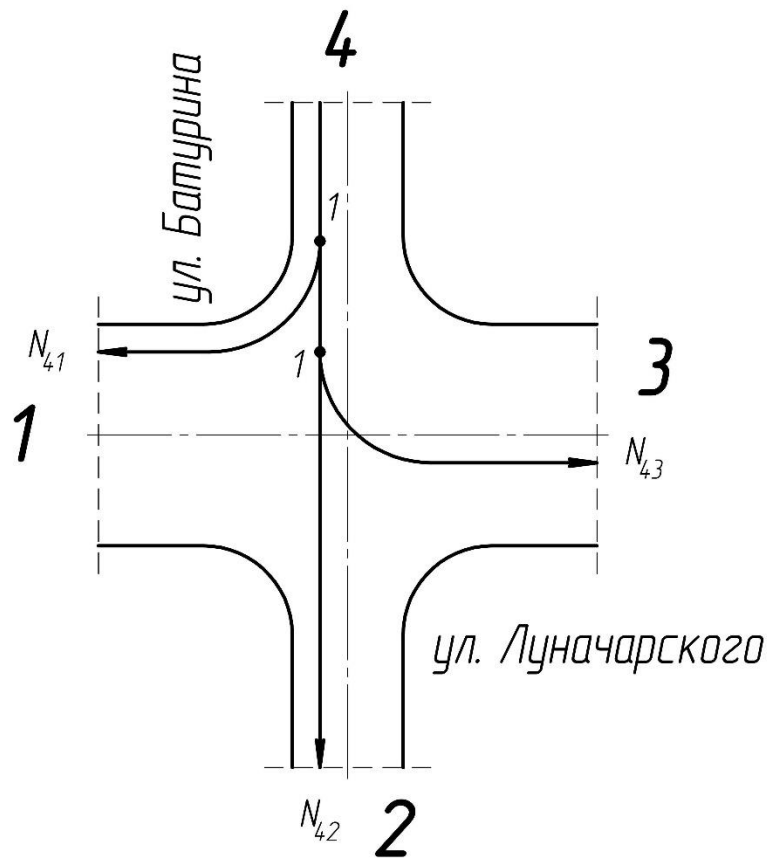


Рис. 70. Фаза № 3

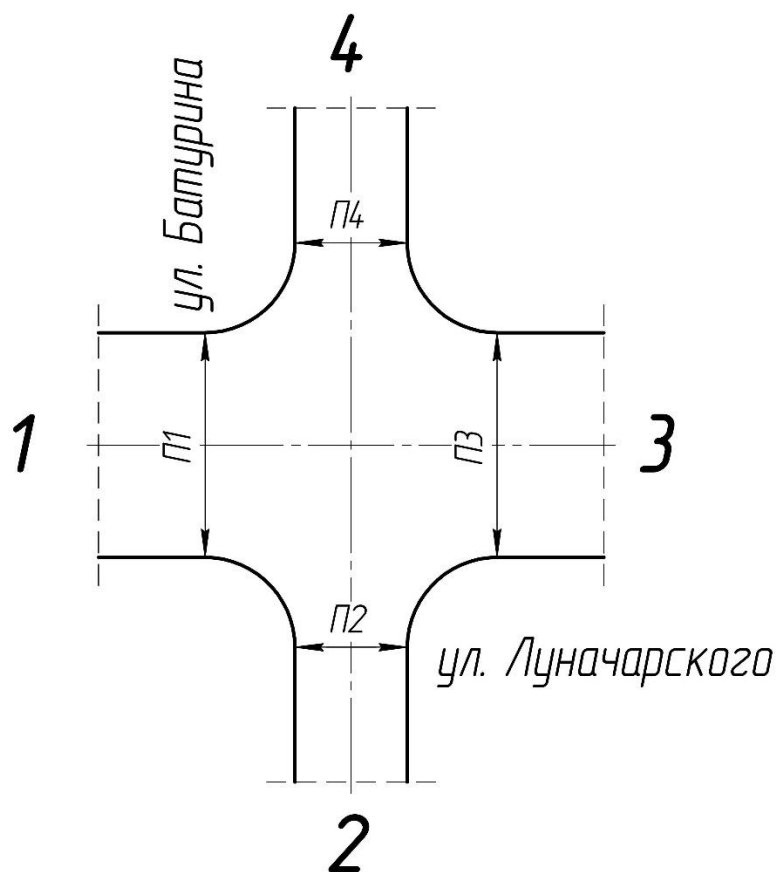


Рис. 71. Фаза № 4

Фаза № 1: $m = 2 < 40$;

Фаза № 2: $m = 0 < 40$;

Фаза № 3: $m = 2 < 40$.

Таким образом, перекресток является простым.

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при неработающей светофорной сигнализации получится следующая ситуация (рис. 72).

Таким образом, имеется 4 точки отклонения, 3 точки слияния и 6 точек пересечения.

Отсюда следует

$$m = 4 + 3 \cdot 3 + 5 \cdot 6 = 43.$$

В результате получаем, что перекресток средней сложности.

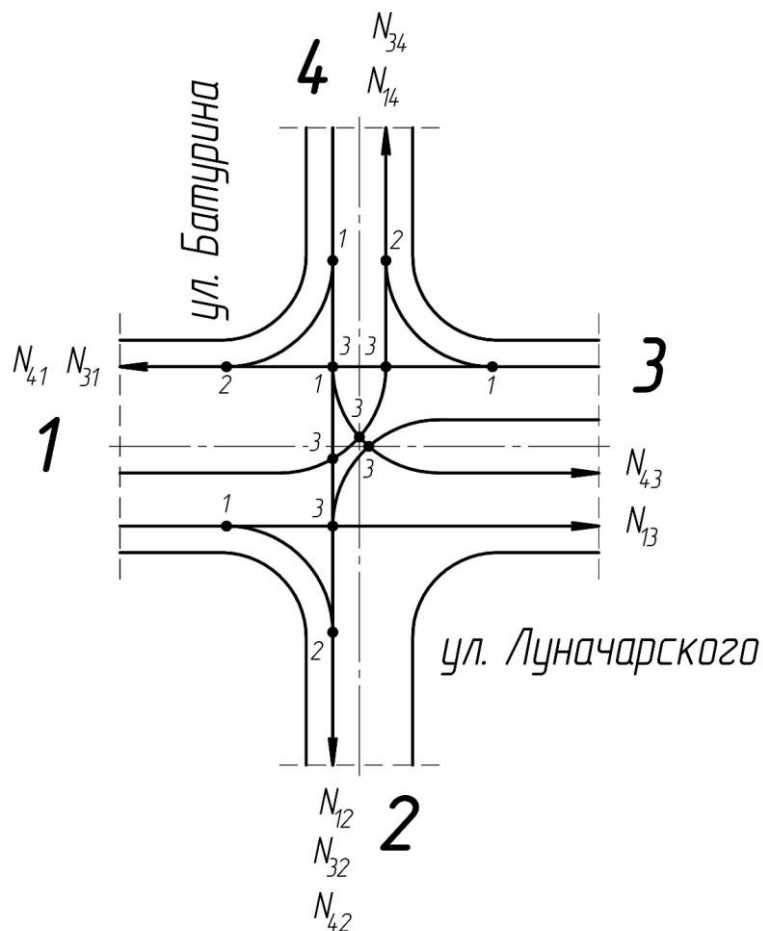


Рис. 72. Конфликтные точки на пересечении дорог

Дорожные знаки и разметка

1. Разметка полос движения, стоп-линий и пешеходных переходов на перекрестке повреждена.

2. Количество полос для движения ТС: направление движения № 1 – 4 полосы, № 2 – 2 полосы, № 3 – 4 полосы; № 4 – 2 полосы.

3. Полосы озеленения присутствуют.

4. Пешеходная зона присутствует. Тротуары расположены вдоль каждого направления движения, с обеих сторон. Тротуары обозначены четко и отделены от проезжей части.

5. Освещенность перекрестка и прилегающих улиц соответствует нормативным требованиям.

6. Состояние полотна дороги хорошее: разрушений покрытия нет, заниженных и выступающих люков колодцев нет.

7. Геометрические параметры перекрестка: примерная ширина проезжих частей направлений движения: № 1 – 13 м, № 2 – 11 м, № 3 – 13 м, № 4 – 11 м; радиусы закруглений дороги примерно 12 м; ширина тротуаров – примерно 4 м.

Для исследуемого перекрестка составлена ведомость технических средств ОДД (табл. 28).

Таблица 28. Ведомость технических средств ОДД

Наименование	Тип или номер	Количество, шт.
Знаки дорожные по [5, 7]	5.16	1
	5.19.1	7
	5.19.2	7
	8.13	4
	2.1	2
	5.5	1
	3.27	2
	1.23	1
	2.2	1
	2.4	2
	8.24	1
Разметка дорожная по [6, 7]	6.16	1
	1.12	3
	1.1	3
	1.5	1
	1.17	1
	1.14.1	4
Светофоры дорожные [10]	Т.1.л	4
	Т.1	2
	П.1	8

Рекомендации для улучшения организации дорожного движения на перекрестке:

1. Нанести разметку 1.5 на направлениях движения № 1 и 3.
2. Нанести разметку 1.1 на направлении движения № 3.
3. Нанести разметку 1.18 на направлениях движения № 1 и 3.
4. Снять знаки 2.4 и 8.13 с направления движения № 2.
5. Переставить знаки 5.19.1 и 5.19.2 с направления движения № 2 на направление движения № 3.

6. Добавить знаки 6.16 на направлениях движения № 1 и 3.
7. Маршрутные ТС двигаясь с направления движения № 1, не всегда успевают перестроиться на левую полосу, и получается, что они с правой полосы, предназначенной для движения прямо и направо, поворачивают налево, создавая помехи ТС, движущимся налево, поэтому предлагается убрать остановку общественного транспорта от перекрестка.
8. Снять знак 5.16 с направления движения № 1.
9. Установить цифровые табло на светофорах в количестве 6 шт.

Анализ существующего светофорного регулирования

Структура существующего светофорного цикла приведена на рис. 73. Существующая схема организации дорожного движения приведена на рис. 74.

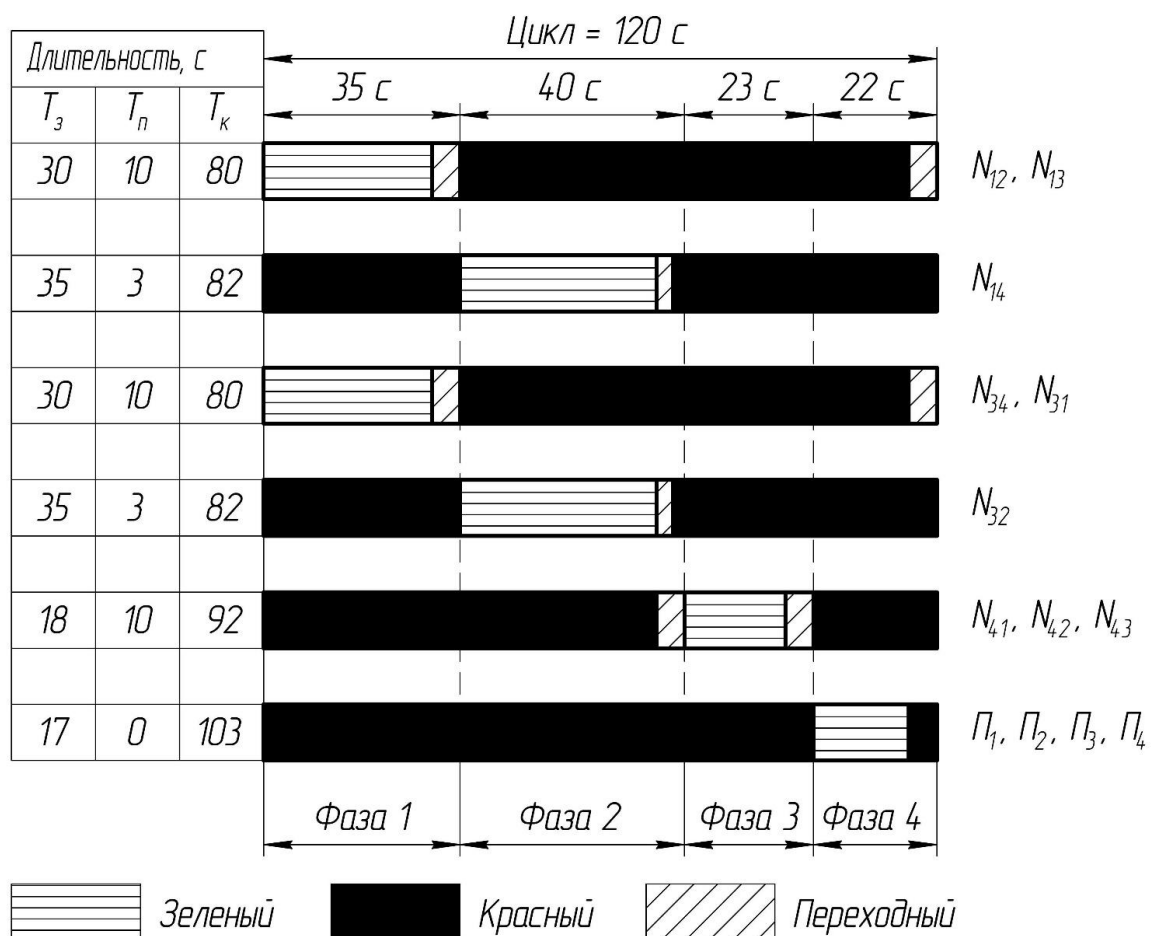


Рис. 73. Структура существующего светофорного цикла

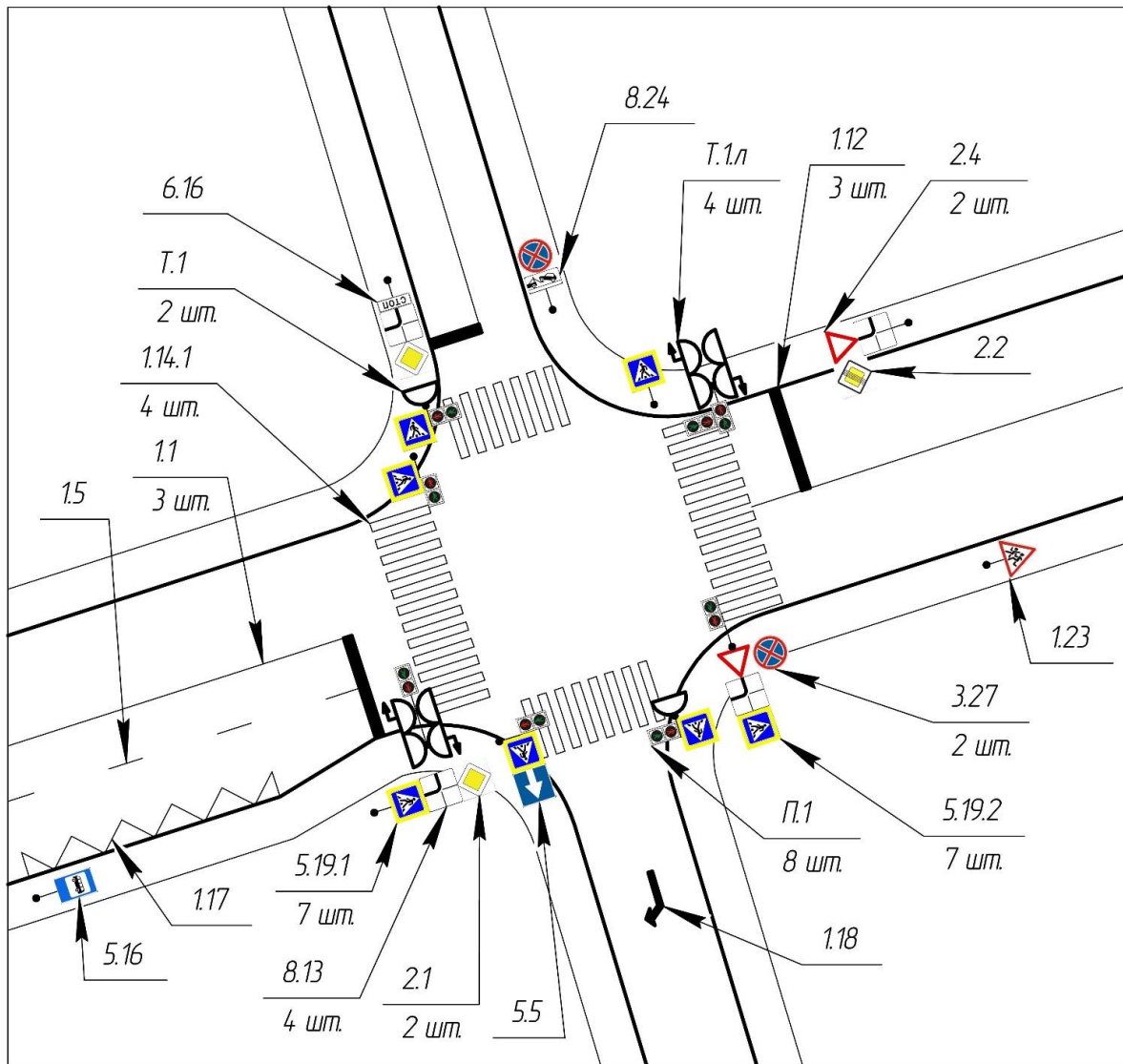


Рис. 74. Существующая схема организации дорожного движения

Анализ режимов светофорного регулирования

Расчет задержек для существующего светофорного цикла

Исходные данные:

$$T = 120 \text{ с;}$$

$$t_{o1} = 30 \text{ с;}$$

$$t_{o2} = 35 \text{ с;}$$

$$t_{o3} = 23 \text{ с;}$$

$$t_{o4} = 17 \text{ с;}$$

$$N_1 = 266 \text{ ед./ч;}$$

$$N_2 = 499 \text{ ед./ч;}$$

$$N_3 = 301 \text{ ед./ч;}$$

$$\gamma_1 = 1,85;$$

$$\gamma_2 = 1,85;$$

$$\gamma_3 = 1.$$

Расчет

$$M_{H1} = 1250 \gamma_1 = 2312,5;$$

$$M_{H2} = 1250 \gamma_2 = 2312,5;$$

$$M_{H3} = 1250 \gamma_3 = 1250.$$

$$\lambda_1 = 30 / 120 = 0,25;$$

$$\lambda_2 = 35 / 120 = 0,29;$$

$$\lambda_3 = 23 / 120 = 0,19.$$

$$x_1 = (266 \cdot 120) / (30 \cdot 2312,5) = 0,46;$$

$$x_2 = (499 \cdot 120) / (35 \cdot 2312,5) = 0,74;$$

$$x_3 = (301 \cdot 120) / (23 \cdot 1250) = 1,26.$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{120(1 - 0,25)^2}{2(1 - 0,25 \cdot 0,46)} + \frac{0,46^2}{2 \cdot 266(1 - 0,46)} \right] = 34,32 \text{ с};$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{120(1 - 0,29)^2}{2(1 - 0,29 \cdot 0,74)} + \frac{0,74^2}{2 \cdot 499(1 - 0,74)} \right] = 34,55 \text{ с};$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{120(1 - 0,19)^2}{2(1 - 0,19 \cdot 1,26)} + \frac{1,26^2}{2 \cdot 301(1 - 1,26)} \right] = 46,47 \text{ с};$$

$$t_{cp} = \frac{34,32 \cdot 266 + 34,55 \cdot 499 + 46,47 \cdot 301}{266 + 499 + 301} = 37,86 \text{ с} \approx 38 \text{ с}.$$

Вариант альтернативного режима светофорного регулирования

Пофазный разъезд не изменяется, а светофорный цикл пересчитывается с учётом измеренной интенсивности транспортных потоков.

1. Расчет потока насыщения.

Коэффициент многополосности равен:

$$\gamma_1 = 1,85; \gamma_2 = 1,85; \gamma_3 = 1.$$

Вычисляем потоки насыщения:

$$M_{H1} = 1250 \gamma_1 = 2312,5;$$

$$M_{H2} = 1250 \gamma_2 = 2312,5;$$

$$M_{H3} = 1250 \gamma_3 = 1250.$$

2. Расчет фазовых коэффициентов.

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{H1}} = \frac{266}{2312,5} = 0,12,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{H2}} = \frac{499}{2312,5} = 0,22,$$

$$y_3 = \frac{N_3}{M_{H3}} = \frac{301}{1250} = 0,24.$$

3. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

Для расчета принята средняя скорость легковых автомобилей $v_a = 29$ км/ч, так как легковые автомобили составляют 89,6 % потока ТС.

Среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала $a_T = 4$ м/с².

Расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

$$l_1 = 22 \text{ м}; l_2 = 22 \text{ м}; l_3 = 17 \text{ м}.$$

Ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами,

$$B_{пш} = 13 \text{ м}.$$

Длительность основного такта для пешеходов

$$t_{o,пш} = 13/1,3 + 5 = 15 \text{ с}.$$

Длительность промежуточного такта для пешеходов

$$t_{п,пш} = 13/(4 \cdot 1,3) = 3 \text{ с}. \text{ Принимаем } t_{п,пш} = 5 \text{ с}.$$

Длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, $l_a = 4,3$ м.

$$t_{п1} = \frac{29}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot (22 + 4,3)}{29} = 5 \text{ с};$$

$$t_{п2} = \frac{29}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot (22 + 4,3)}{29} = 5 \text{ с};$$

$$t_{п3} = \frac{29}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6 \cdot (17 + 4,3)}{29} = 5 \text{ с}.$$

4. Сумма всех промежуточных тактов

$$T_{п} = 5 + 5 + 5 + 5 = 20 \text{ с}.$$

5. Длительность цикла регулирования

$$T = \frac{1,5 \cdot 20 + 5}{1 - (0,12 + 0,22 + 0,24)} = 81,70 \text{ с}.$$

6. Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз:

$$t_{o1} = \frac{(81,70 - 20)0,12}{0,12 + 0,22 + 0,24} = 12 \text{ с, принимаем } 25 \text{ с;}$$

$$t_{o2} = \frac{(81,70 - 20)0,22}{0,12 + 0,22 + 0,24} = 23 \text{ с, принимаем } 25 \text{ с;}$$

$$t_{o3} = \frac{(81,70 - 20)0,24}{0,12 + 0,22 + 0,24} = 25 \text{ с.}$$

7. Уточненная длительность цикла

$$T_y = 25 + 25 + 25 + 20 + 15 = 110 \text{ с.}$$

8. Задержка на перекрестке:

$$\lambda_1 = 25/110 = 0,23,$$

$$\lambda_2 = 25/110 = 0,23,$$

$$\lambda_3 = 25/110 = 0,23.$$

$$x_1 = \frac{266 \cdot 110}{25 \cdot 2312,5} = 0,51;$$

$$x_2 = \frac{499 \cdot 110}{25 \cdot 2312,5} = 0,95;$$

$$x_3 = \frac{301 \cdot 110}{25 \cdot 1250} = 1,06.$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{110(1 - 0,23)^2}{2(1 - 0,23 \cdot 0,51)} + \frac{0,51^2}{2 \cdot 266(1 - 0,51)} \right] = 33,40 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{110(1 - 0,23)^2}{2(1 - 0,23 \cdot 0,95)} + \frac{0,95^2}{2 \cdot 499(1 - 0,95)} \right] = 37,71 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{110(1 - 0,23)^2}{2(1 - 0,23 \cdot 1,06)} + \frac{1,06^2}{2 \cdot 301(1 - 1,06)} \right] = 38,90 \text{ с.}$$

9. Средняя задержка на всем пересечении составляет

$$t_{cp} = \frac{33,40 \cdot 266 + 37,71 \cdot 499 + 38,90 \cdot 301}{266 + 499 + 301} = 36,97 \text{ с} \approx 37 \text{ с.}$$

Структура альтернативного светофорного цикла приведена на рис. 75, усовершенствованная схема организации дорожного движения – на рис. 76.

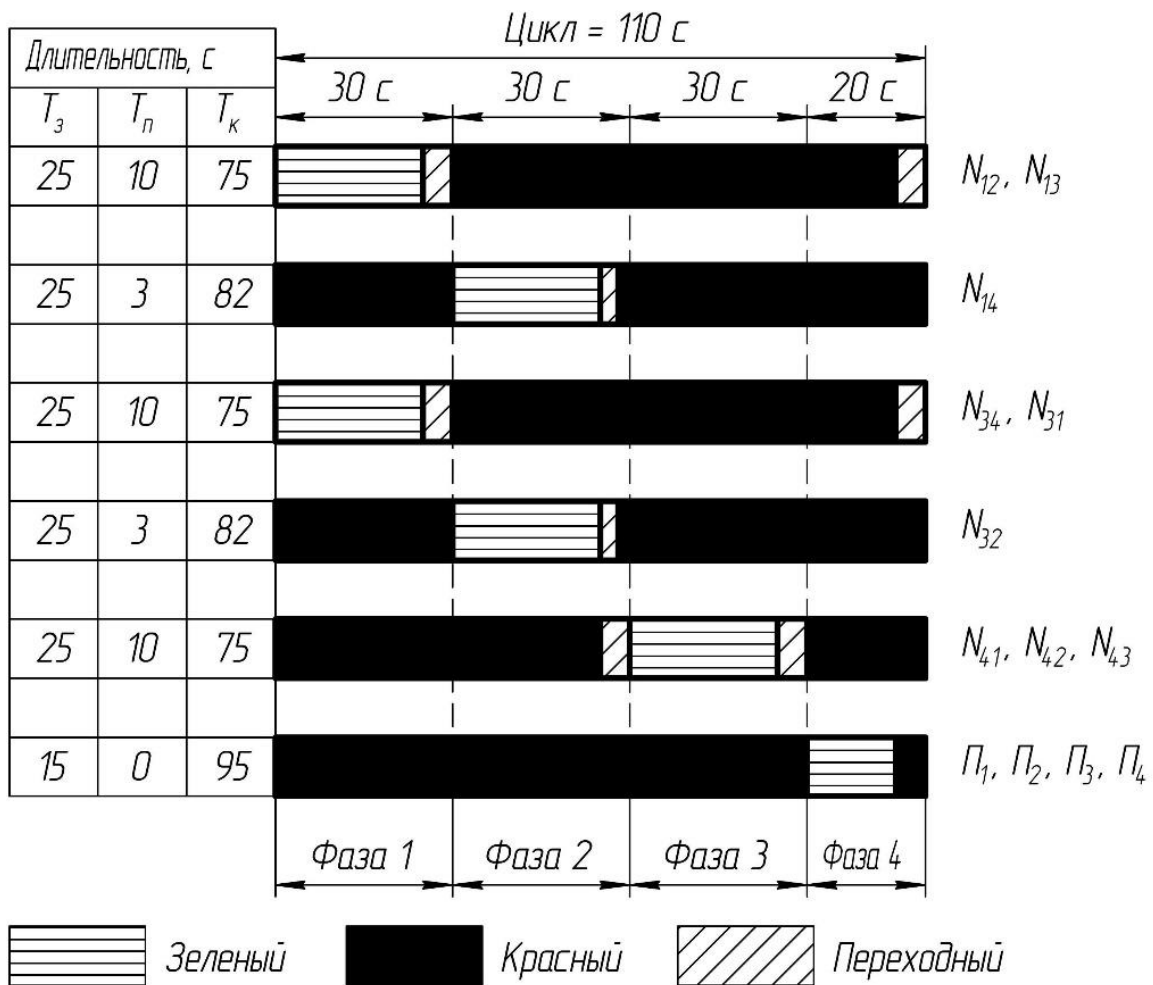


Рис. 75. Структура альтернативного светофорного цикла

Сравнение параметров светофорного регулирования приведено в табл. 29.

Таблица 29. Сравнение параметров светофорного регулирования

Параметр	Существующее светофорное регулирование	Альтернативное светофорное регулирование
Длительность зеленого сигнала для пешеходной фазы, с	17	15
Сумма всех промежуточных тактов, с	20	20
Длительность цикла, с	120	110
Средняя задержка на всем пересечении, с	38	37

Таким образом, светофорный цикл сократился на 10 с. Средняя задержка на всем пересечении составит 37 с вместо 38 с.

Выводы по второй главе курсового проекта

1. Существующий перекресток при работающей светофорной сигнализации является простым.

2. Существующий перекресток при неработающей светофорной сигнализации имеет четыре конфликтные точки отклонения, три точки слияния и шесть точек пересечения и является перекрестком средней сложности.

3. Из анализа дорожных условий установлено, что:

- дальность видимости дороги в направлении движения, боковая видимость на пересечениях, распознаваемость всех ТСОДД являются достаточными;
- основные геометрические элементы дороги соответствуют габаритным размерам и параметрам, характеризующим транспортные средства, которые преобладают в данных условиях в транспортном потоке;
- состояние покрытия дороги: хорошее, ровное.

4. В результате анализа технических средств ОДД установлено, что необходимо:

- нанести разметку 1.5 на направлениях движения № 1 и 3;
- нанести разметку 1.1 на направлении движения № 3;
- нанести разметку 1.18 на направлениях движения № 1 и 3;
- снять знаки 2.4 и 8.13 с направления движения № 2;
- переставить знаки 5.19.1 и 5.19.2 с направления движения № 2 на направление движения № 3;
- добавить знаки 6.16 на направлениях движения № 1 и 3;
- маршрутные ТС двигаясь с направления движения № 1, не всегда успевают перестроиться на левую полосу, и получается, что они с правой полосы, предназначенной для движения прямо и направо, поворачивают налево, создавая помехи ТС, движущимся налево, поэтому предлагается убрать остановку общественного транспорта от перекрестка;
- снять знак 5.16 с направления движения № 1;
- установить цифровые табло на светофорах в количестве 6 шт.

5. Из анализа существующего светофорного цикла установлено, что цикл состоит из четырех фаз, включая пешеходную. Общая про-

должительность цикла равна 120 с. Средняя расчетная задержка на всем перекрестке составляет 38 с.

6. Альтернативный вариант светофорного регулирования также состоит из четырех фаз, рассчитан по измеренной интенсивности транспортных потоков. По результатам расчета продолжительность светофорного цикла составила 110 с, средняя задержка на перекрестке – 37 с.

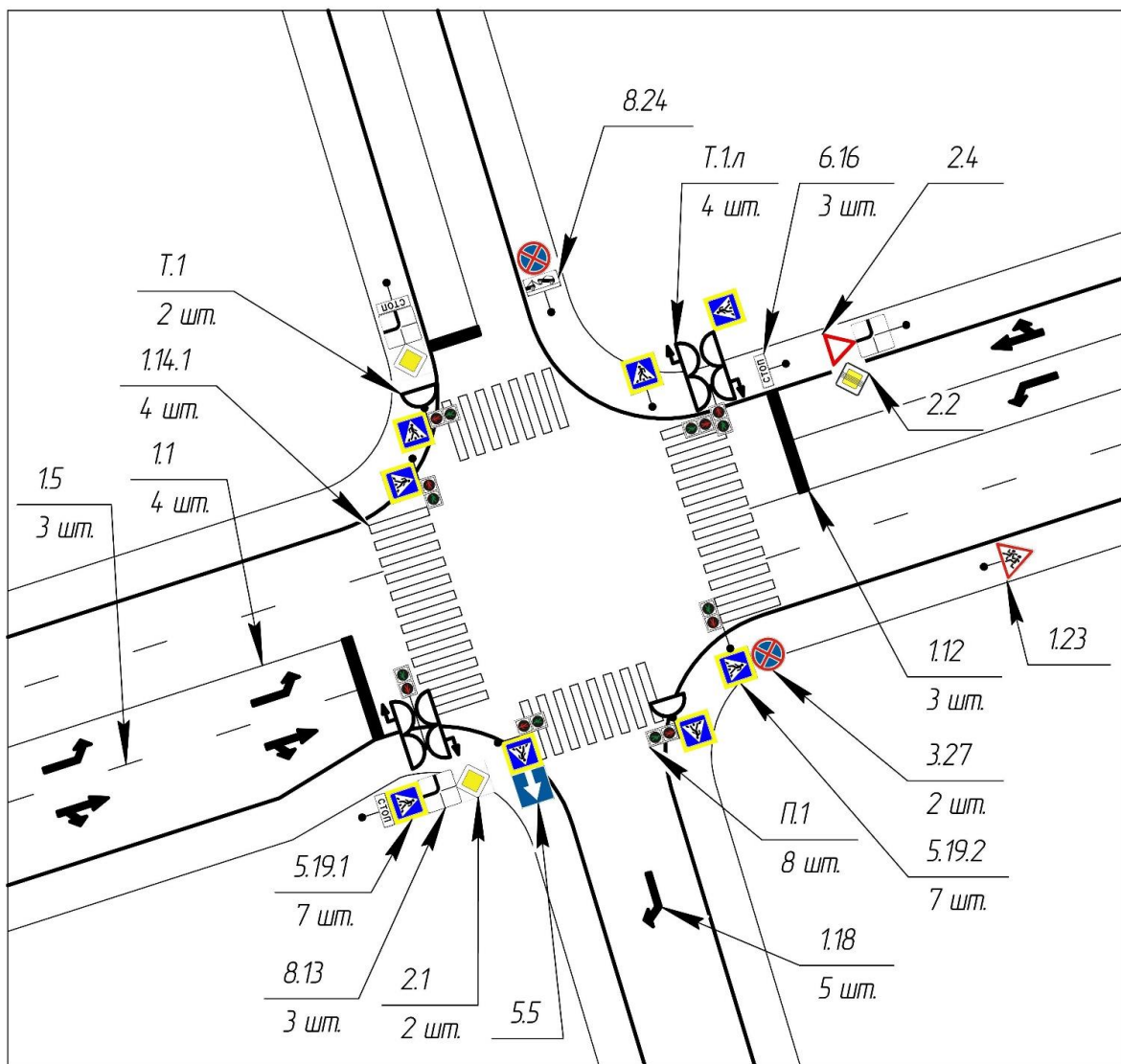


Рис. 76. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

3.2. Пример расчета трехстороннего нерегулируемого перекрестка

Определение интенсивности и состава транспортного потока

Схема перекрестка с указанием всех разрешенных направлений движения представлена на рис. 77.

Был проведен подсчет транспортных средств, въезжающих на перекресток с разных направлений. Продолжительность одного замера – 15 мин. Продолжительность замеров 1 час, с 7.30 до 8.30 (час пик). Результаты представлены в табл. 30.

Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за час с наибольшей суммарной интенсивностью движения представлена в табл. 31 и 32.

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 33.

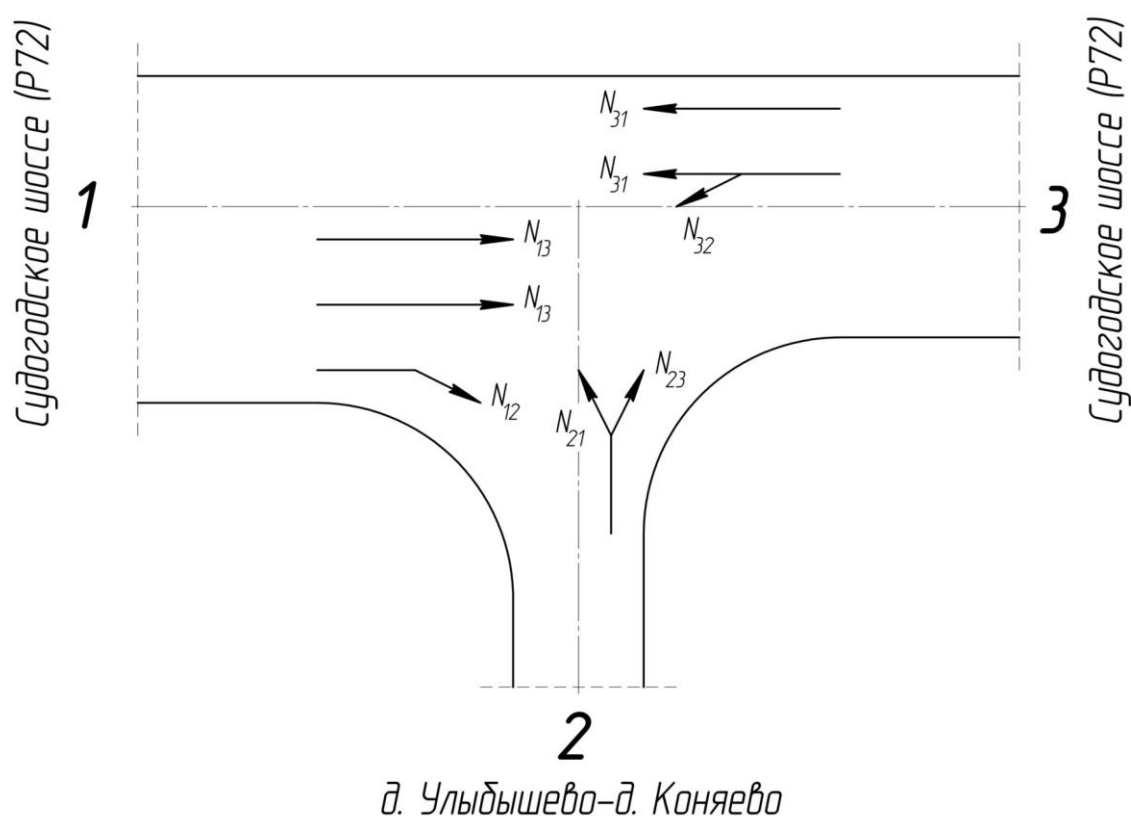


Рис. 77. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Таблица 30. Бланк учета количества ТС

Напр-е движения	Вре-мя, ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Автопоезда		
		Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во
1	7.30	-	71	52	-	12	10	-	1	1	-	0	1
2	-	60	-	2	3	-	0	1	-	0	0	-	0
3	7.45	1	260	-	0	15	-	0	9	-	0	0	-
1	7.45	-	76	54	-	14	8	-	1	0	-	1	2
2	-	50	-	2	6	-	0	1	-	0	0	-	0
3	8.00	0	180	-	1	13	-	0	4	-	0	0	-
1	8.00	-	91	51	-	11	13	-	3	2	-	1	7
2	-	93	-	0	5	-	0	1	-	0	0	-	0
3	8.15	0	140	-	1	6	-	0	3	-	0	0	-
1	8.15	-	119	59	-	9	7	-	3	0	-	2	4
2	-	86	-	1	4	-	2	1	-	0	0	-	0
3	8.30	0	180	-	0	16	-	0	2	-	0	0	-

Таблица 31. Интенсивность движения на перекрестке за 1 час

Напр-е движения	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Автопоезда			Всего	Эк-вивалент
	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во		
1	-	357	216	-	46	38	-	8	3	-	4	14	686	841
2	289	-	5	18	-	2	4	-	0	0	-	0	318	344
3	1	760	-	2	50	-	0	18	-	0	0	-	831	910
Всего	290	1117	221	20	96	40	4	26	3	0	4	14	1835	2095

Таблица 32. Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 час

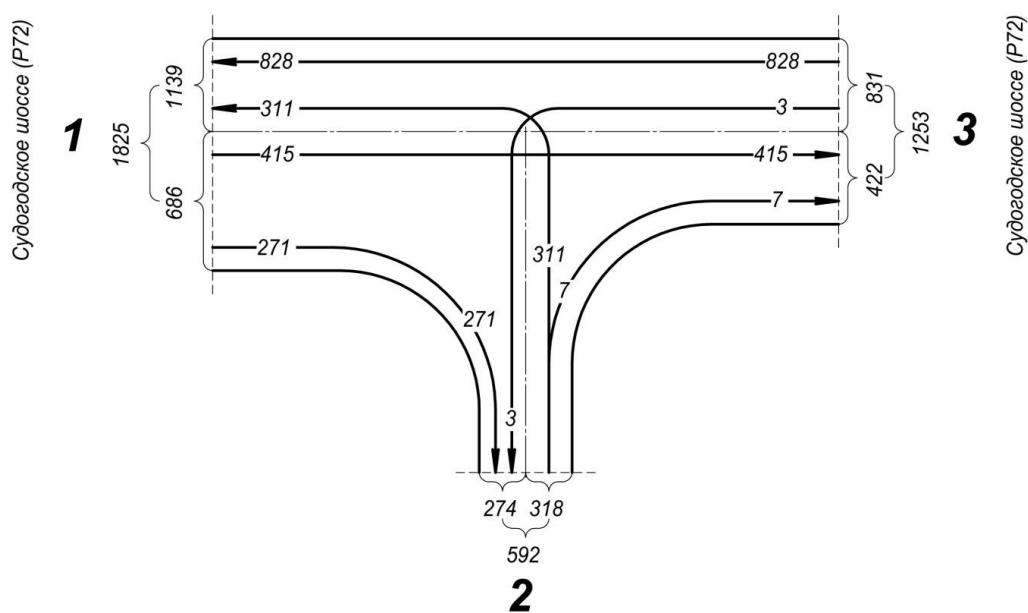
Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	-	485	356	841
2	335	-	9	344
3	5	905	-	910
Итого	340	1390	365	2095

Таблица 33. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Автопоезда	Всего
Число ТС	1628	156	33	18	1835
Доля в потоке, %	88,70	8,50	1,80	1,00	100

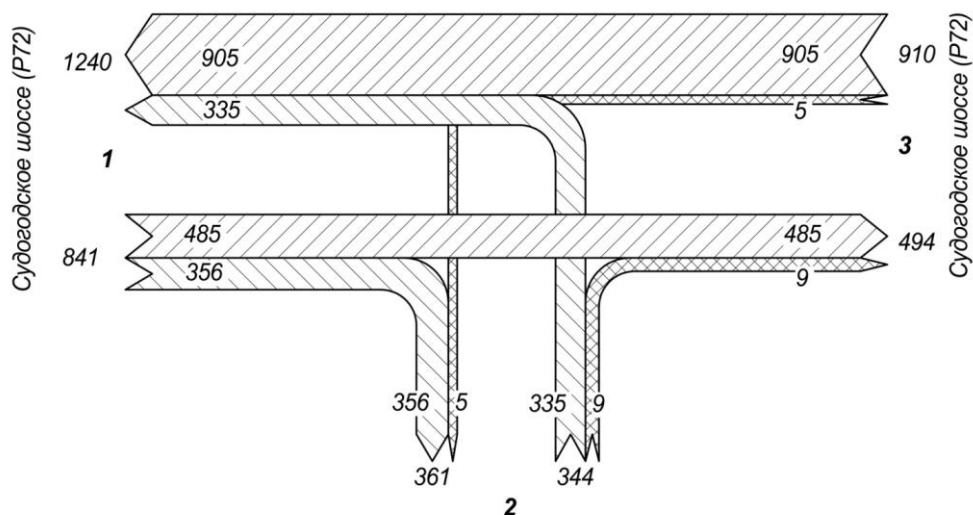
Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

На основании расчетов, представленных в табл. 32, построены картограммы интенсивности транспортных потоков на перекрестке для часа пик. Условная картограмма приведена на рис. 78, масштабная картограмма – на рис. 79.



д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 78. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке



д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 79. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Расчет фактической пропускной способности полосы

Замеры проводились на одной полосе – направлении движения № 2 (из г. Радужный), налево (N_{21}) и направо (N_{23}). Протокол обследования пропускной способности полосы представлен в табл. 34. Диаграммы на рис. 80 и 81 иллюстрируют полученные данные на одной полосе потока.

По наибольшей интенсивности (в нашем случае $N_{a1} = 48$ авт./ t_6) определяется фактическая пропускная способность полосы $N_{\phi} = N_{a1} \cdot 10$; $N_{\phi} = 48 \cdot 10 = 480$ авт./ч. Фактическая интенсивность $P_{\phi} = 346$ авт./ч. Отсюда $Z = 346/480 = 0,72 < 0,85$. Следовательно, данная полоса не перегружена. Дополнительной полосы для движения направо не требуется.

Таблица 34. Протокол обследования пропускной способности полосы

Интервал времени	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Приведенные единицы
0 – 6	23	-	-	23
6 – 12	20	2	-	24
12 – 18	34	1	1	39
18 – 24	23	3	-	29
24 – 30	33	3	1	42
30 – 36	24	2	-	28
36 – 42	41	2	1	48
42 – 48	28	1	-	30
48 – 54	40	4	-	48
54 – 60	28	2	1	35
Итого	294	20	4	346

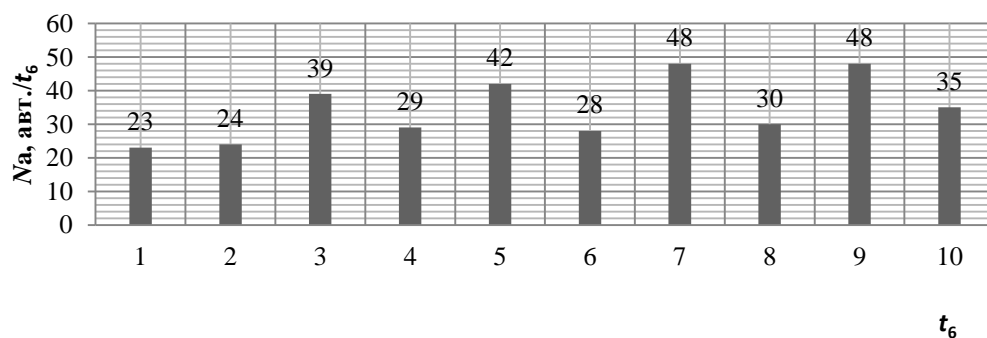


Рис. 80. Диаграмма интенсивности одnorядного потока в приведенных единицах

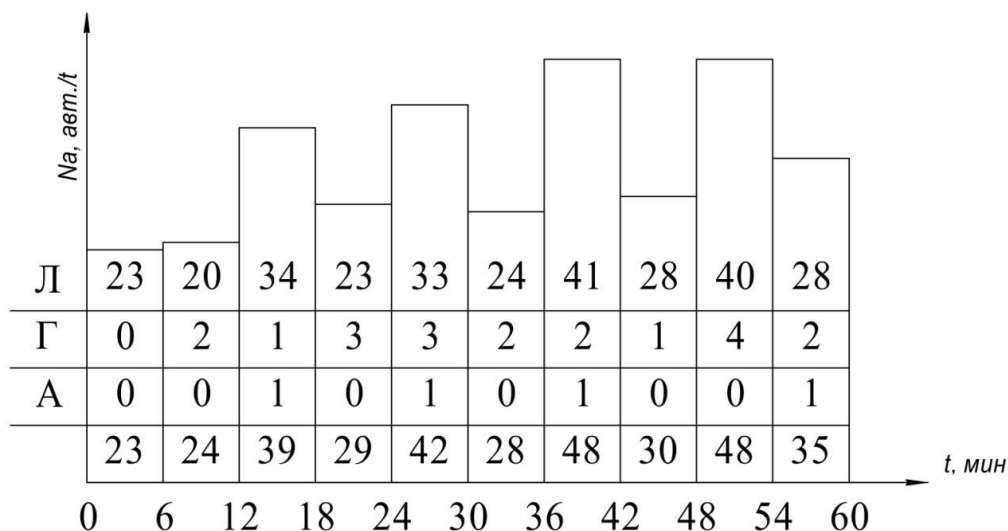


Рис. 81. Диаграмма интенсивности однорядного потока

Число полос согласно формуле 14 будет равно

$$n = 480 \cdot 0,75 / (0,72 \cdot 346) = 360 / 249,12 = 1,45.$$

Отсюда следует, что рассматриваемая полоса для движения направо является достаточной. Однако для удобства разъезда можно сделать полосу торможения для поворота направо.

Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости

Определение скоростей движения

Скорость определялась на направлении № 3, состоящем из потоков N_{31} и N_{32} . Средняя скорость сообщения на участке УДС определялась методом записи номерных знаков.

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 35, средняя скорость сообщения по типам автомобилей – в табл. 36.

Таблица 35. Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус		
1	136	94	1	533	84	1	201	93
2	773	101	2	131	89	2	739	82
3	847	105	3	023	90	3	880	90

Продолжение табл. 35

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус		
4	223	103	4	469	65	4	440	95
5	523	86	5	277	68	5	353	83
6	242	89	6	016	90	6	527	87
7	118	99	7	698	91	7	961	80
8	881	105	8	035	81	8	867	83
9	060	113	9	868	68	9	801	81
10	184	103	10	801	84	10	453	71
11	924	84	11	784	98	11	358	81
12	236	75	12	994	75	12	424	78
13	981	77	13	484	82	13	727	76
14	667	77	14	066	66	14	831	75
15	872	75	15	600	75	15	-	-
16	385	98	16	864	81	16	-	-
17	238	70	17	598	77	17	-	-
18	552	88	18	395	83	18	-	-
19	183	80	19	098	74	19	-	-
20	063	101	20	655	89	20	-	-
21	373	121	21	906	70	21	-	-
22	383	62	22	966	55	22	-	-
23	698	95	23	037	60	23	-	-
24	372	112	24	331	63	24	-	-
25	327	78	25	800	73	25	-	-
26	605	98	26	460	59	26	-	-
27	447	85	27	565	71	27	-	-
28	050	68	28	089	88	28	-	-
29	610	98	29	863	61	29	-	-
30	445	99	30	524	69	30	-	-
31	207	91	31	116	62	31	-	-
32	294	86	32	167	73	32	-	-
33	053	87	33	740	79	33	-	-
34	773	83	34	111	66	34	-	-
35	070	69	35	687	72	35	-	-
36	431	75	36	565	64	36	-	-
37	014	83	37	834	93	37	-	-

Окончание табл. 35

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус		
38	454	88	38	972	64	38	-	-
39	876	105	39	955	80	39	-	-
40	284	87	40	220	54	40	-	-
41	078	94	41	228	77	41	-	-
42	425	70	42	-	-	42	-	-
43	072	75	43	-	-	43	-	-
44	099	94	44	-	-	44	-	-
45	344	99	45	-	-	45	-	-

Таблица 36. Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

Показатель	Значение показателя по типам ТС			Итого
	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	
Количество зафиксированных ТС	45	41	14	100
Скорость сообщения, км/ч	89,4	74,7	82,5	82,2

Коэффициент использования скоростного режима в данном случае будет иметь значения:

$$K_{VЛ} = \frac{89,4}{60} = 1,49 \text{ – для легковых автомобилей;}$$

$$K_{VГ.А} = \frac{78,6}{60} = 1,31 \text{ – для грузовых автомобилей и автобусов.}$$

Выбор предела допустимой скорости

Верхний предел допустимой скорости выбирают посредством обработки результатов, зафиксированных в табл. 35. Показатели скорости транспортных средств записаны в табл. 36 и 37. В табл. 37 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 82 приведена кривая распределения скоростей легковых автомобилей, на рис. 83 – кривая накопления скоростей легковых автомобилей.

В табл. 38 представлено распределение количества грузовых автомобилей и автобусов. На рис. 84 приведена кривая распределения скоростей грузовых автомобилей и автобусов, на рис. 85 – кривая накопления скоростей грузовых автомобилей и автобусов.

Таблица 37. Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч (и его среднее значение)	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
	Единица	%	
62 – 69 (65,5)	3	6,7	6,7
69 – 76 (72,5)	6	13,3	20
76 – 83 (79,5)	6	13,3	33,3
83 – 90 (86,5)	9	20,0	53,3
90 – 97 (93,5)	5	11,1	64,4
97 – 104 (100,5)	10	22,3	86,7
104 – 111 (107,5)	3	6,7	93,4
111 – 118 (114,5)	2	4,4	97,8
118 – 125 (121,5)	1	2,2	100
Итого	45	100	–

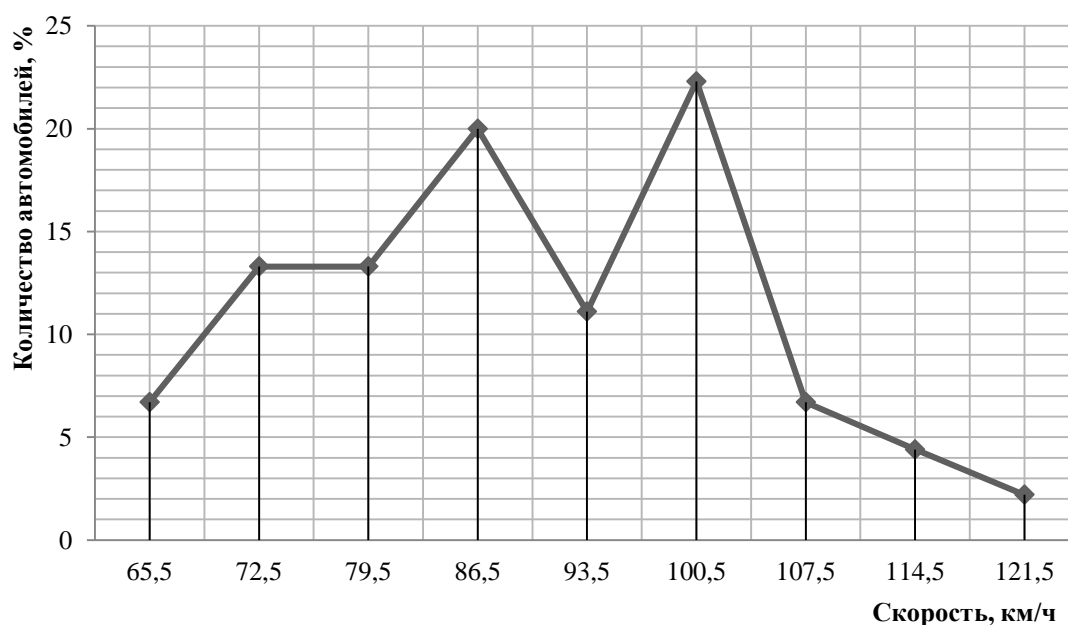


Рис. 82. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

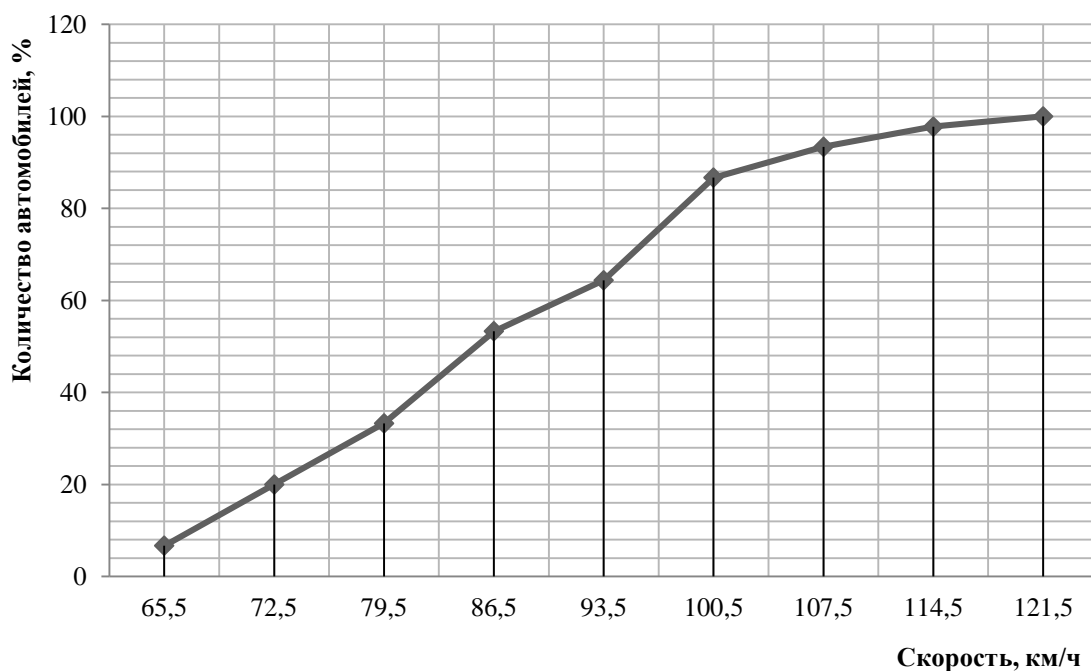


Рис. 83. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Таблица 38. Распределение количества грузовых автомобилей и автобусов по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч, его среднее значение	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
	Единица	%	
54 – 59 (56,5)	3	5,5	5,5
59 – 64 (61,5)	6	10,9	16,4
64 – 69 (66,5)	6	10,9	27,3
69 – 74 (71,5)	7	12,7	40,0
74 – 79 (76,5)	8	14,5	54,5
79 – 84 (81,5)	13	23,7	78,2
84 – 89 (86,5)	4	7,3	85,5
89 – 94 (91,5)	6	10,9	96,4
94 – 99 (96,5)	2	3,6	100
Итого	55	100	–

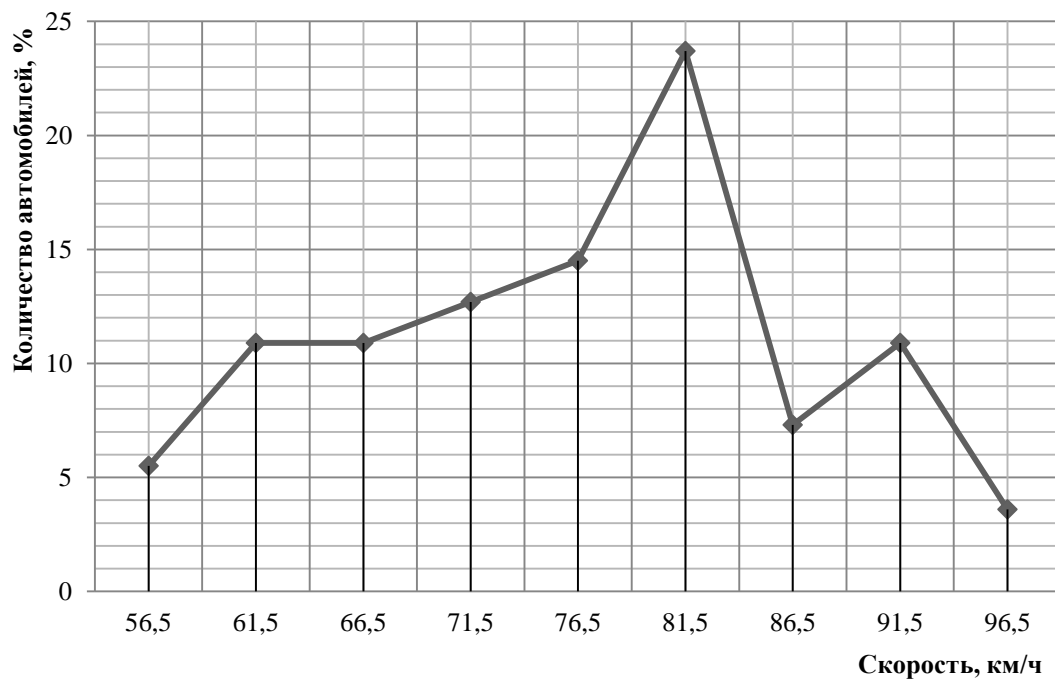


Рис. 84. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей и автобусов

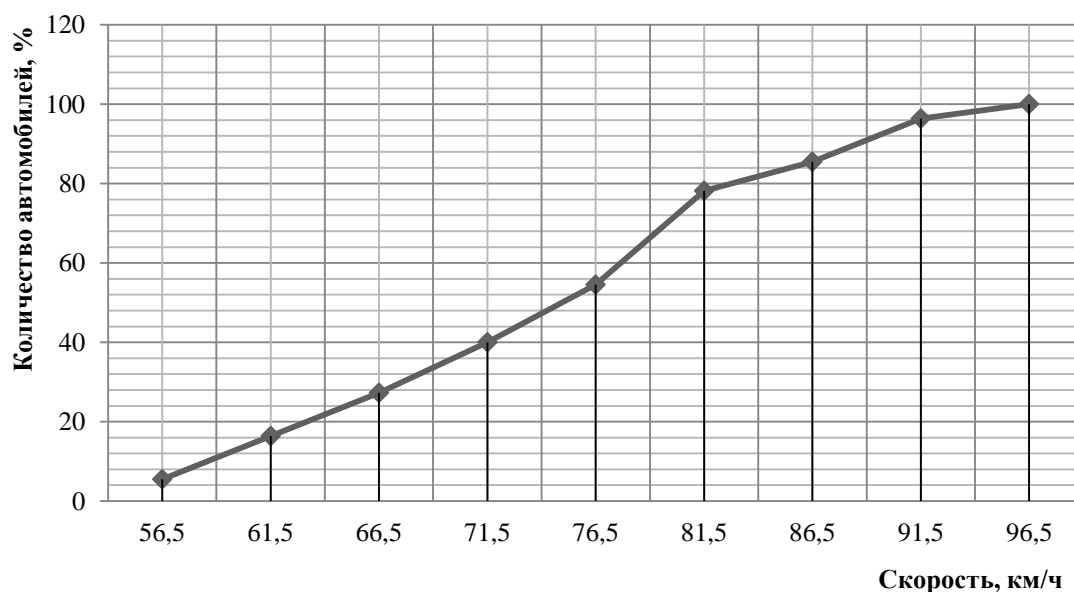


Рис. 85. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей и автобусов

Выводы по первой главе курсового проекта

1. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся прямо, зафиксировано в направлении N_{31} (905 ТС). Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении N_{12} (356 ТС). Наибольшее количество автомобилей, двигающихся налево, зафиксировано в направлении N_{21} (335 ТС).

2. Из анализа состава транспортного потока установлено, что доля легковых автомобилей составляет 88,7 %, грузовых автомобилей до 12 т – 8,5 %, автобусов – 1,8 %, автопоездов – 1,0 %.

3. В результате оценки фактической пропускной способности полосы и коэффициента загрузки движения установлено, что фактическая пропускная способность составила 480 приведенных единиц ТС в час, фактическая интенсивность – 346 приведенных единиц ТС в час. Коэффициент загрузки полосы транспортным потоком равен 0,72. Следовательно, данная полоса не перегружена. Дополнительной полосы для движения направо не требуется. Однако для удобства разъезда необходимо предусмотреть полосу торможения для поворота направо.

4. В процессе исследования скоростей движения был выбран пост наблюдения на направлении № 3 при движении транспорта в сторону г. Владимира. Измеряемый транспорт состоял из потоков N_{31} и N_{32} .

5. Были зафиксированы скорости 45 легковых автомобилей, 41 грузового автомобиля массой до 12 т и 14 автобусов. Средняя скорость легковых ТС составила 89,4 км/ч, грузовых ТС до 12 т – 74,7 км/ч, автобусов – 82,5 км/ч, средняя скорость сообщения – 82,2 км/ч.

6. Коэффициент использования скоростного режима для легковых автомобилей имеет значение 1,49, а для грузовых автомобилей и автобусов – 1,31. Разрешенная максимальная скорость на данном участке УДС составляет 60 км/ч.

7. Из анализа кривых распределения скоростей установлено, что максимальное количество легковых автомобилей движется со средней скоростью 100 км/ч, а максимальное количество грузовых автомобилей и автобусов – со средней скоростью 82 км/ч.

8. Из анализа кривой накопления скоростей установлено, что среди легковых автомобилей 15 % – наиболее медленная часть потока – движется со скоростью 70 км/ч. Средняя скорость потока легковых автомобилей, соответствующая 50 %, равна 85 км/ч. Основная часть потока (85 %) легковых автомобилей движется со скоростью 99 км/ч. Значения скоростей 95 % легковых автомобилей соответствуют скорости 104 км/ч.

9. Из анализа кривой накопления скоростей установлено, что среди грузовых автомобилей и автобусов 15 % – наиболее медленная часть потока – движется со скоростью 61 км/ч. Средняя скорость потока грузовых автомобилей и автобусов, соответствующая 50 %, равна 75 км/ч. Основная часть потока (85 %) грузовых автомобилей и автобусов движется со скоростью 87 км/ч. Значения скоростей 95 % грузовых автомобилей и автобусов соответствуют скорости 91 км/ч.

Оценка сложности пересечения

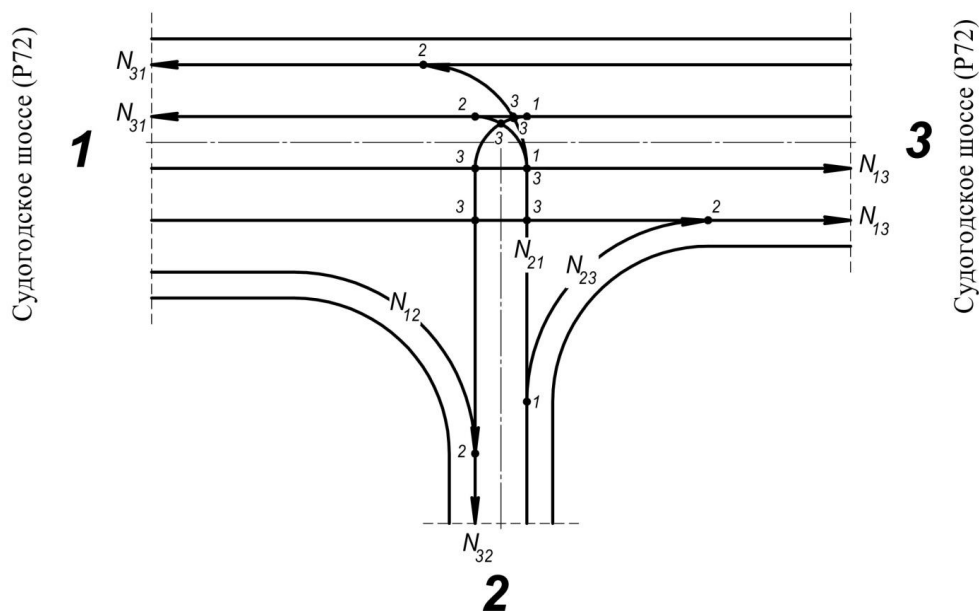
При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами получится следующая ситуация (рис. 86). Направления № 1 и 3 – Судогодское шоссе является главной дорогой, а направление № 2 (в г. Радужный) – второстепенной.

Таким образом, имеется три точки отклонения, четыре точки слияния и семь точек пересечения.

Отсюда следует

$$m = 3 + 3 \cdot 4 + 5 \cdot 7 = 50.$$

В результате получаем, что перекресток средней сложности.



д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 86. Конфликтные точки на пересечении дорог

Дорожные знаки и разметка

1. Разметка полос движения и разметка направлений движения на перекрестке присутствуют.

3. Количество полос для движения ТС: направление движения № 1 имеет 5 полос, № 2 – 2 полосы, № 3 – 4 полосы.

4. Полосы озеленения присутствуют.

5. Состояние полотна дороги хорошее, ровное.

6. Геометрические параметры перекрестка: ширина проезжих частей направлений движения: № 1 – примерно 24 м, № 2 – примерно 8 м, № 3 – примерно 16 м; радиусы закругления дороги – примерно 20 м.

Для исследуемого перекрестка составлена ведомость технических средств ОДД (табл. 39).

Таблица 39. Ведомость технических средств ОДД

Наименование	Тип или номер	Количество, шт.
Знаки дорожные по [5, 7]	3.32	1
	4.2.3	1
	8.22.3	1
	3.18.1	2
	3.1	1
	2.4	3
	2.1	2
	6.9.2	2
	5.23.1	3
	5.24.1	3
	6.12	1
	1.27	1
	8.2.1	2
	6.10.1	1
	2.3.3	1
	1.12.2	1
3.20	1	
3.4	1	
8.1.1	1	
Разметка дорожная по [6, 7]	1.3	2
	1.8	1
	1.5	4
	1.7	3
	1.1	1
	1.2.1	4

Существующая схема организации дорожного движения приведена на рис. 87.

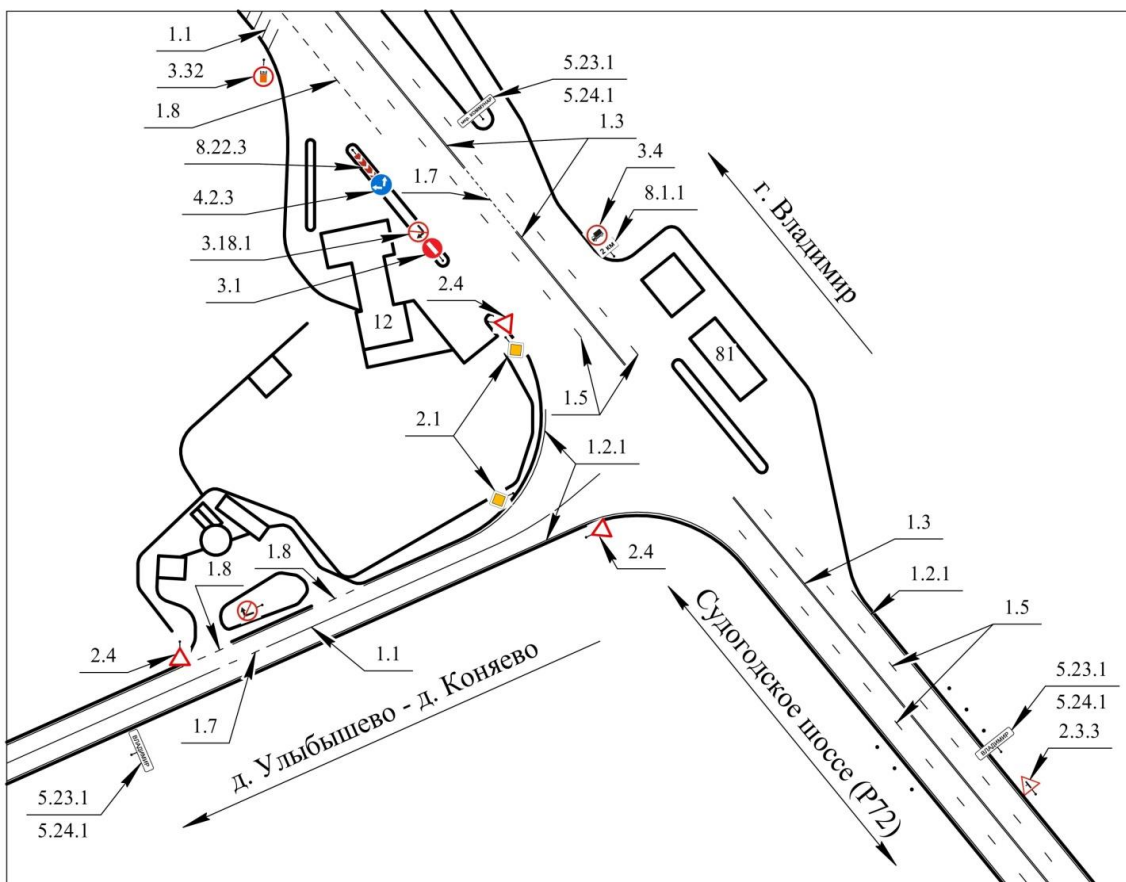


Рис. 87. Существующая схема организации дорожного движения

Выводы по второй главе курсового проекта

1. Существующий перекресток имеет три конфликтные точки отклонения, четыре точки слияния и семь точек пересечения и является перекрестком средней сложности.

2. Из анализа дорожных условий установлено:

- дальность видимости дороги в направлении движения, боковая видимость на пересечениях, распознаваемость всех ТСОДД являются достаточными;
- основные геометрические элементы дороги соответствуют габаритным размерам и параметрам, характеризующим транспортные средства, которые преобладают в данных условиях в транспортном потоке;
- состояние покрытия дороги: хорошее, ровное.

3. В результате анализа дорожных знаков и разметки установлено:
У АЗС «CITYOIL» отсутствуют следующие знаки:

3.18.1 «Поворот направо запрещен» – 1 шт.,

2.4 «Уступите дорогу» – 1 шт.,

3.1 «Въезд запрещен» – 1 шт.

Автомобилям, выезжающим с АЗС, не запрещено двигаться сразу налево, тем самым они создают помехи для движения. Необходимо рекомендовать запретить поворот налево, установив знак 4.1.2 «Движение направо». После выезда направо разворот можно совершить в разрыве разметки 1.3 направления движения № 1.

У АГЗС отсутствует знак 3.1 «Въезд запрещен».

Анализ вариантов светофорного регулирования

Условия для проектирования светофорного объекта

При числе полос движения в одном направлении по главной дороге – 2 и более, а по второстепенной – 1 интенсивность движения транспортных средств по главной дороге в двух направлениях составляет 1390 ед./ч, а по второстепенной дороге в одном, наиболее загруженном, направлении – 361 ед./ч. Условие 1-е выполняется.

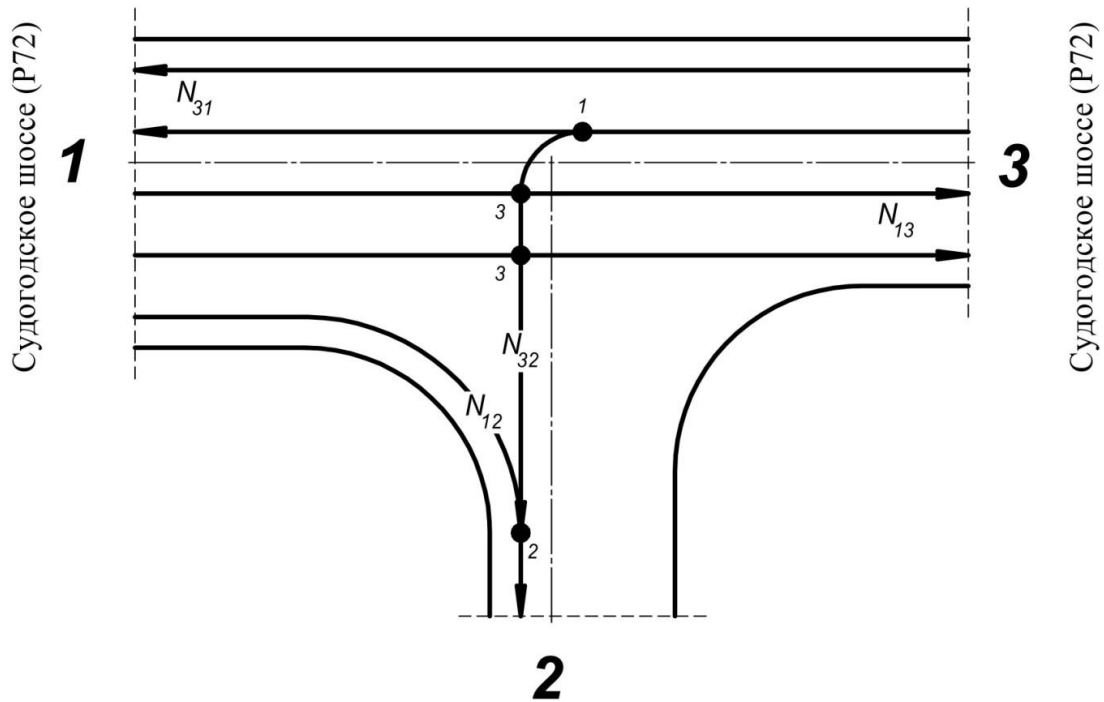
Пешеходных переходов на перекрестке нет. Численность населения г. Владимира в 2018 году составляла 356 168 человек. Следовательно, условия 2-е и 3-е не выполняются.

На перекрестке совершается в среднем шесть дорожно-транспортных происшествий в год, которые могли быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации. Условие 4-е выполняется.

Первый вариант светофорного регулирования

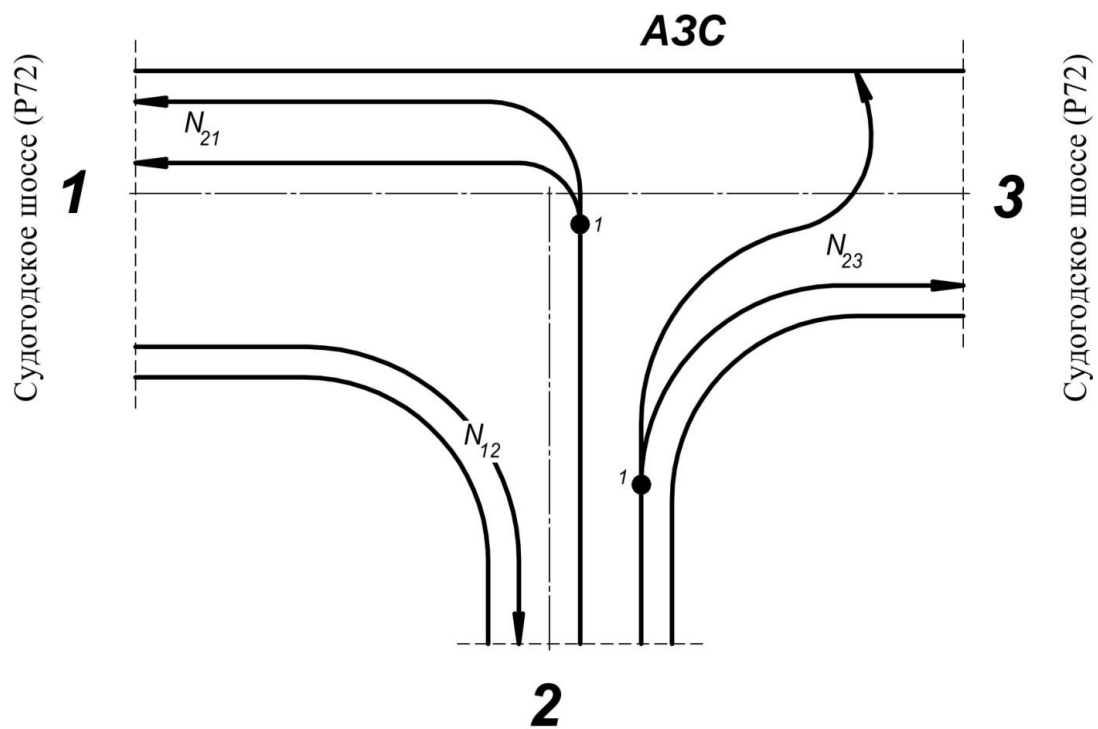
Особенностью этого варианта является одновременный первоочередной пропуск самых больших транспортных потоков. Цикл состоит из двух фаз.

Пофазный разъезд транспортных потоков представлен на рис. 88 и 89.



д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 88. Фаза № 1



д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 89. Фаза № 2

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при работающей светофорной сигнализации присутствуют следующие конфликтные точки:

фаза № 1 – имеются одна точка отклонения, одна точка слияния и две точки пересечения;

фаза № 2 – имеются две точки отклонения.

Таким образом, перекресток является простым: $m = 1 \cdot 3 + 3 \cdot 1 + 5 \cdot 2 = 16 < 40$.

1. Расчет потока насыщения.

Коэффициент многополосности в данном случае равен:

для фазы № 1 – 3,05;

для фазы № 2 – 2,55.

$$M_{н1} = 1250 \cdot 3,05 = 3812,5;$$

$$M_{н2} = 1250 \cdot 2,55 = 3187,5.$$

2. Расчет фазовых коэффициентов:

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{н1}} = \frac{905}{3812,5} = 0,24,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{н2}} = \frac{356}{3187,5} = 0,11.$$

3. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

Для расчетов принята средняя скорость легковых автомобилей $v_a = 45$ км/ч, так как легковые автомобили составляют 89,4 % потока ТС.

Среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала $a_T = 4$ м/с².

Расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

$$l_1 = 25 \text{ м}; l_2 = 34 \text{ м}; l_3 = 70 \text{ м}.$$

Длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, $l_a = 4,3$ м.

$$t_{п1} = \frac{45}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(70 + 4,3)}{45} = 7,5 \text{ с}.$$

Принимаем $t_{п1} = 8$ с.

$$t_{п2} = \frac{45}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(34 + 4,3)}{45} = 4,6 \text{ с}.$$

Принимаем $t_{п2} = 5$ с.

4. Сумма всех промежуточных тактов

$$T_{п} = 8 + 5 = 13 \text{ с.}$$

5. Длительность цикла регулирования

$$T = \frac{1,5 \cdot 13 + 5}{1 - (0,24 + 0,11)} = 38 \text{ с.}$$

6. Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз

$$t_{o1} = \frac{(38 - 13)0,24}{0,35} = 17 \text{ с.}$$

Принимаем $t_{o1} = 20$ с.

$$t_{o2} = \frac{(38 - 13)0,11}{0,35} = 8 \text{ с.}$$

Принимаем $t_{o2} = 10$ с.

7. Уточненная длительность цикла

$$T_y = 8 + 5 + 20 + 10 = 43 \text{ с.}$$

8. Задержка на регулируемых перекрестках:

$$\lambda_1 = 20/43 = 0,47,$$

$$\lambda_2 = 10/43 = 0,23.$$

$$x_1 = \frac{905 \cdot 43}{20 \cdot 3812,5} = 0,51,$$

$$x_2 = \frac{356 \cdot 43}{10 \cdot 3187,5} = 0,48.$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{43(1 - 0,47)^2}{2(1 - 0,47 \cdot 0,51)} + \frac{0,51^2}{2 \cdot 905(1 - 0,51)} \right] = 7,3 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{43(1 - 0,23)^2}{2(1 - 0,23 \cdot 0,48)} + \frac{0,48^2}{2 \cdot 356(1 - 0,48)} \right] = 12,8 \text{ с.}$$

9. Средняя задержка на всем пересечении составляет

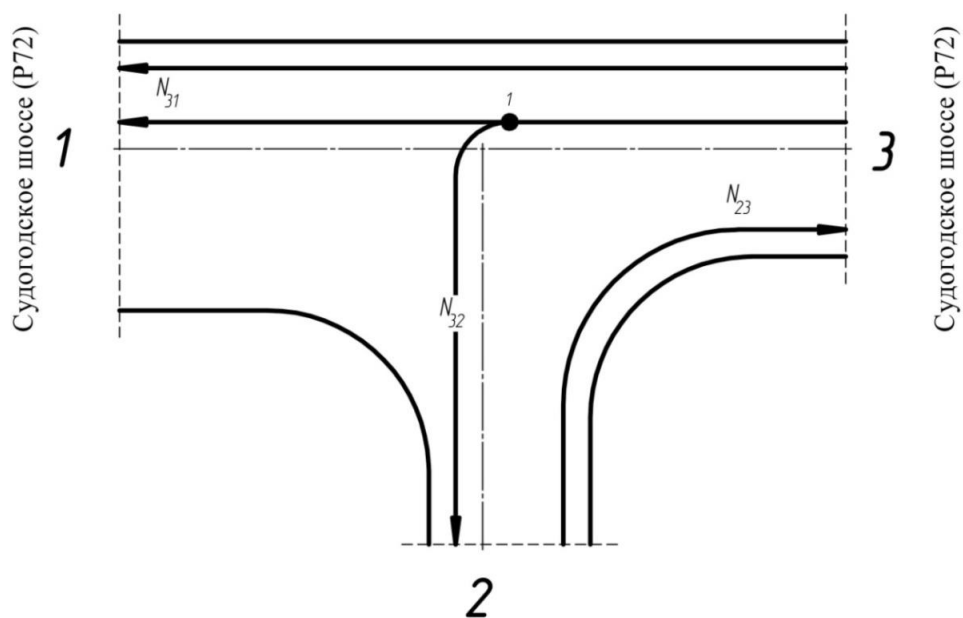
$$t_{cp} = \frac{7,3 \cdot 905 + 12,8 \cdot 356}{905 + 356} = 8,8 \text{ с.}$$

Компьютерная программа расчета первого варианта светофорного регулирования и задержек в системе MATLAB:

```
clear all
g1=3.05;
g2=2.55;
N1=905;
N2=356;
Va=45;
at=4;
la=4.3;
l1=25;
l2=34;
l3=70;
Mn1=1250*g1
Mn2=1250*g2
y1=N1/Mn1
y2=N2/Mn2
ttn1=Va/(7.2*at)+(3.6*(l1+la))/Va;
ttn2=Va/(7.2*at)+(3.6*(l2+la))/Va
ttn3=Va/(7.2*at)+(3.6*(l3+la))/Va
tn2=round(ttn2)
tn3=round(ttn3)
Tn=tn2+tn3
T=(1.5*Tn+5)/(1-(y1+y2))
to1=((T-Tn)*y1)/(y1+y2)
to2=((T-Tn)*y2)/(y1+y2)
Ty=to1+to2+Tn
la1=to1/Ty
la2=to2/Ty
x1=(N1*Ty)/(to1*Mn1)
x2=(N2*Ty)/(to2*Mn2)
tdp1=0.9*((Ty*(1-la1)^2)/(2*(1-la1*x1))+x1^2/(2*N1*(1-x1)))
tdp2=0.9*((Ty*(1-la2)^2)/(2*(1-la2*x2))+x2^2/(2*N2*(1-x2)))
tsr=(tdp1*N1+tdp2*N2)/(N1+N2)
```

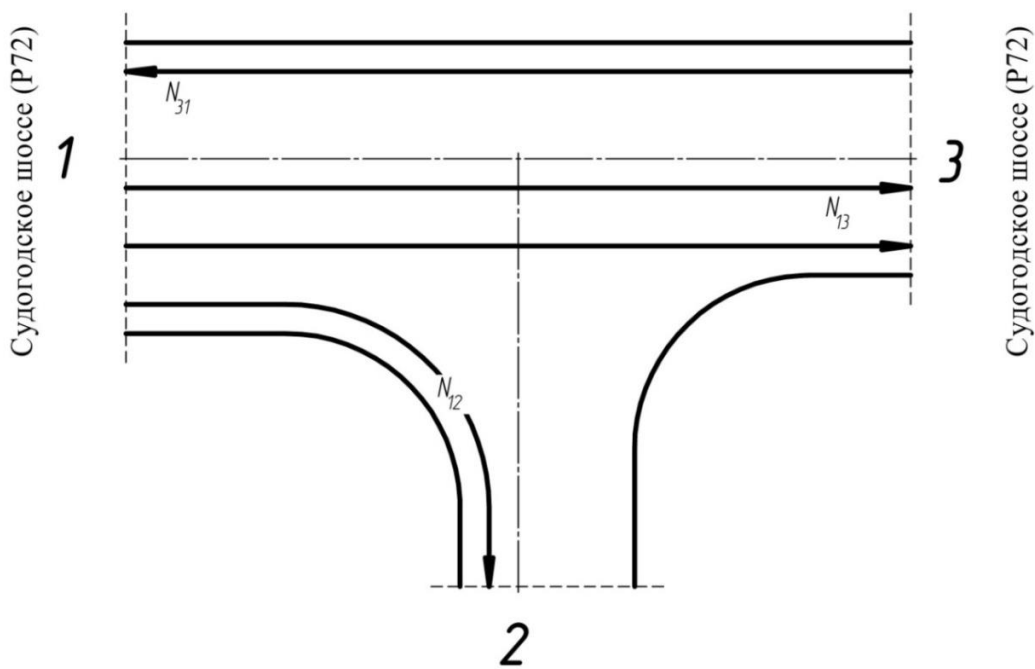
Второй вариант светофорного регулирования

Особенностью этого варианта является поочередный пропуск транспортных потоков в порядке убывания интенсивности. Цикл состоит из трех фаз. Пофазный разъезд транспортных потоков представлен на рис. 90 – 92.



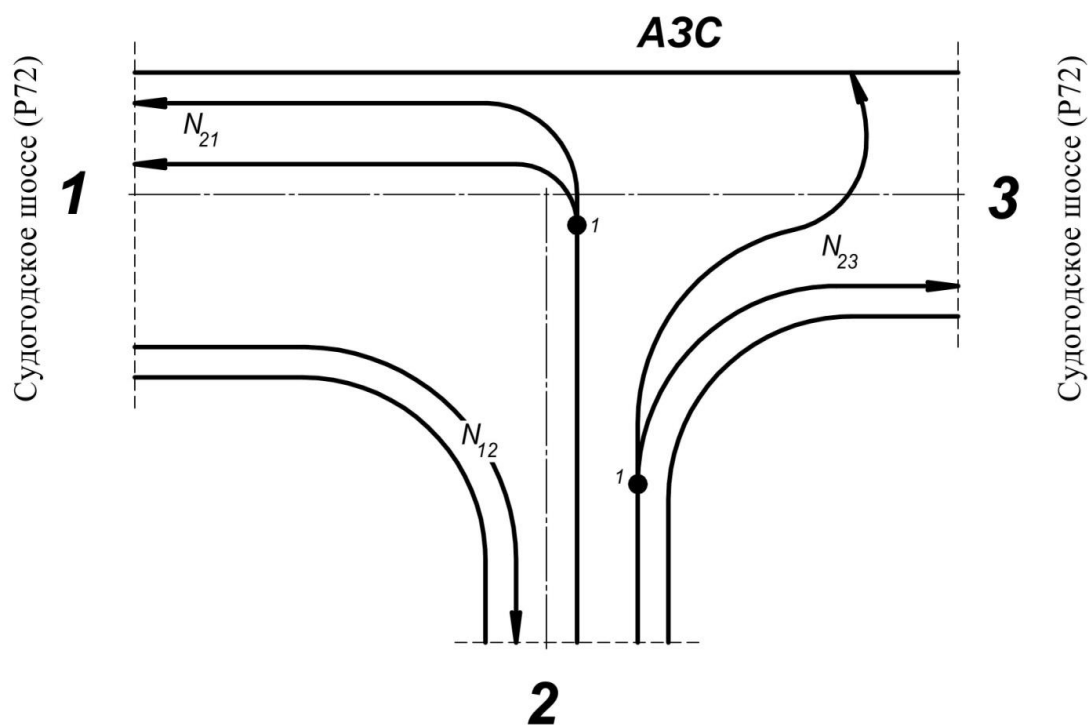
д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 90. Фаза № 1



д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 91. Фаза № 2



д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 92. Фаза № 3

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при работающей светофорной сигнализации присутствуют следующие конфликтные точки:

фаза № 1 – присутствует одна точка отклонения;

фаза № 2 – конфликтные точки отсутствуют;

фаза № 3 – присутствуют две точки отклонения.

Таким образом, перекресток является простым: $m = 1 \cdot 3 = 3 < 40$.

1. Расчет потока насыщения:

Коэффициент многополосности в данном случае равен:

для фазы № 1 – 2,55;

для фазы № 2 – 3,05;

для фазы № 3 – 2,55.

$$M_{н1} = 1250 \cdot 2,55 = 3187,5;$$

$$M_{н2} = 1250 \cdot 3,05 = 3812,5;$$

$$M_{н3} = 1250 \cdot 2,55 = 3187,5.$$

2. Расчет фазовых коэффициентов:

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{н1}} = \frac{905}{3187,5} = 0,28,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{н2}} = \frac{485}{3812,5} = 0,13;$$

$$y_3 = \frac{N_2}{M_{н2}} = \frac{356}{3187,5} = 0,11.$$

3. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

Для расчета принята средняя скорость легковых автомобилей $v_a = 45$ км/ч, так как легковые автомобили составляют 89,4 % потока ТС.

Среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала $a_T = 4$ м/с².

Расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

$$l_1 = 70 \text{ м}; l_2 = 34 \text{ м}; l_3 = 25 \text{ м}.$$

Длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, $l_a = 4,3$ м.

$$t_{п1} = \frac{45}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(70 + 4,3)}{45} = 7,5 \text{ с}.$$

Принимаем $t_{п1} = 8$ с.

$$t_{п2} = \frac{45}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(34 + 4,3)}{45} = 4,6 \text{ с}.$$

Принимаем $t_{п2} = 5$ с.

$$t_{п3} = \frac{45}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(25 + 4,3)}{45} = 3,9 \text{ с}.$$

Принимаем $t_{п3} = 4$ с.

4. Сумма всех промежуточных тактов

$$T_{п} = 4 + 5 + 8 = 17 \text{ с}.$$

5. Длительность цикла регулирования:

$$T = 64 \text{ с}.$$

6. Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз:

$$t_{o1} = 26 \text{ с}. \text{ Принимаем } t_{o1} = 30 \text{ с};$$

$$t_{o2} = 12 \text{ с}. \text{ Принимаем } t_{o2} = 15 \text{ с};$$

$$t_{o3} = 10 \text{ с}.$$

7. Уточненная длительность цикла

$$T_y = 72 \text{ с.}$$

8. Задержка на регулируемых перекрестках:

$$\lambda_1 = 0,42; \lambda_2 = 0,21; \lambda_3 = 0,14;$$

$$x_1 = 0,68; x_2 = 0,61; x_3 = 0,80;$$

$$t_{\Delta p1} = 15,4 \text{ с}; t_{\Delta p2} = 23,3 \text{ с}; t_{\Delta p3} = 27,0 \text{ с.}$$

9. Средняя задержка на всем пересечении составляет

$$t_{\text{ср}} = 20 \text{ с.}$$

Компьютерная программа расчета второго варианта светофорного регулирования и задержек в системе MATLAB:

```
clear all
```

```
g1=2.55;
```

```
g2=3.05;
```

```
g3=2.55;
```

```
N1=905;
```

```
N2=485;
```

```
N3=356;
```

```
Va=45;
```

```
at=4;
```

```
la=4.3;
```

```
l1=25;
```

```
l2=34;
```

```
l3=70;
```

```
Mn1=1250*g1
```

```
Mn2=1250*g2
```

```
Mn3=1250*g3
```

```
y1=N1/Mn1
```

```
y2=N2/Mn2
```

```
y3=N3/Mn3
```

```
ttn1=Va/(7.2*at)+(3.6*(l1+la))/Va
```

```
ttn2=Va/(7.2*at)+(3.6*(l2+la))/Va
```

```
ttn3=Va/(7.2*at)+(3.6*(l3+la))/Va
```

```
tn1=round(ttn1)
```

```
tn2=round(ttn2)
```


$$\begin{aligned}
tn3 &= \text{round}(ttn3) \\
Tn &= tn1 + tn2 + tn3 \\
T &= (1.5 * Tn + 5) / (1 - (y1 + y2 + y3)) \\
to1 &= ((T - Tn) * y1) / (y1 + y2 + y3) \\
to2 &= ((T - Tn) * y2) / (y1 + y2 + y3) \\
to3 &= ((T - Tn) * y3) / (y1 + y2 + y3) \\
Ty &= to1 + to2 + to3 + Tn \\
la1 &= to1 / Ty \\
la2 &= to2 / Ty \\
la3 &= to3 / Ty \\
x1 &= (N1 * Ty) / (to1 * Mn1) \\
x2 &= (N2 * Ty) / (to2 * Mn2) \\
x3 &= (N3 * Ty) / (to3 * Mn3) \\
tdp1 &= 0.9 * ((Ty * (1 - la1)^2) / (2 * (1 - la1 * x1)) + x1^2 / (2 * N1 * (1 - x1))) \\
tdp2 &= 0.9 * ((Ty * (1 - la2)^2) / (2 * (1 - la2 * x2)) + x2^2 / (2 * N2 * (1 - x2))) \\
tdp3 &= 0.9 * ((Ty * (1 - la3)^2) / (2 * (1 - la3 * x3)) + x3^2 / (2 * N3 * (1 - x3))) \\
tsr &= (tdp1 * N1 + tdp2 * N2 + tdp3 * N3) / (N1 + N2 + N3)
\end{aligned}$$

Сравнение параметров светофорного регулирования I и II представлено в табл. 40.

Таблица 40. Сравнение параметров светофорного регулирования

Параметр	Светофорное	Светофорное
	регулирование I	регулирование II
Сумма всех промежуточных тактов, с	13	17
Длительность основного такта фазы № 1	20	30
Длительность основного такта фазы № 2	10	15
Длительность основного такта фазы № 3	–	10
Длительность цикла, с	43	72
Средняя задержка на всем пересечении, с	8,8	20

Таким образом, первый вариант светофорного регулирования является наилучшим, так как имеет наименьшие средние задержки на всем перекрестке.

Структуры светофорных циклов приведены на рис. 93 и 94.

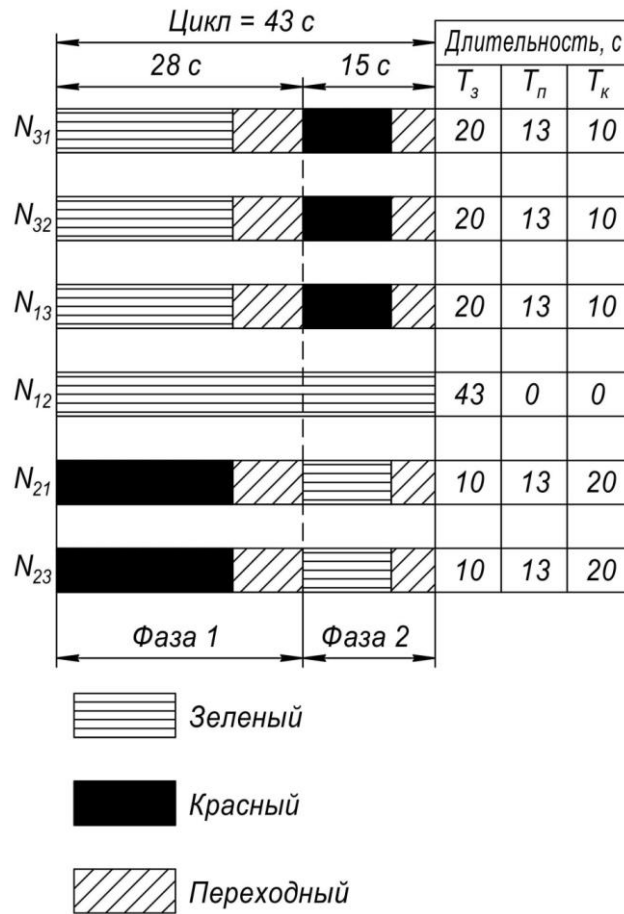


Рис. 93. Структура светофорного регулирования I

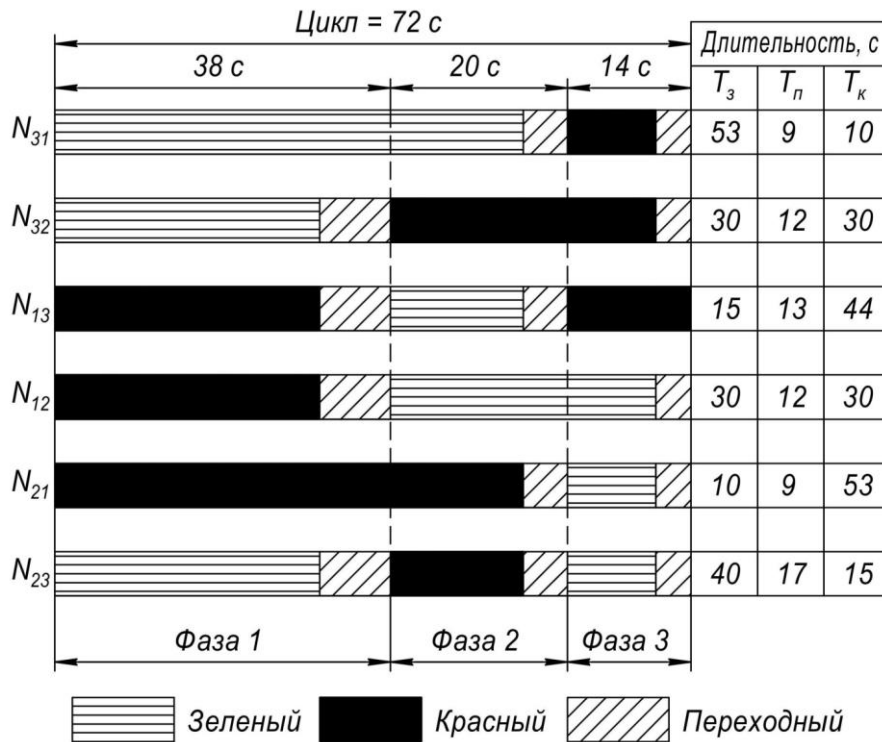


Рис. 94. Структура светофорного регулирования II

Усовершенствованная схема организации дорожного движения с учетом анализа дорожных условий и выбранного варианта светофорного регулирования приведена на рис. 95.

Выводы по третьей главе курсового проекта

1. В результате анализа условий ввода светофорного регулирования установлено:

При числе полос движения в одном направлении по главной дороге – 2 и более, а по второстепенной – 1 интенсивность движения транспортных средств по главной дороге в двух направлениях составляет 1390 ед./ч, по второстепенной дороге в одном, наиболее загруженном, направлении – 361 ед./ч. Условие 1-е выполняется.

Пешеходных переходов на перекрестке нет. Численность населения г. Владимира в 2018 году составляет 356 168 человек. Следовательно, условия 2-е и 3-е не выполняются.

На перекрестке совершается в среднем шесть дорожно-транспортных происшествий в год, которые могли быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации. Условие 4-е выполняется.

2. Было предложено два варианта светофорного регулирования:

- двухфазный светофорный цикл, рассчитанный по измеренной интенсивности транспортных потоков. По результатам расчета продолжительность светофорного цикла составила 43 с, средняя задержка на перекрестке – 8,8 с;

- трехфазный светофорный цикл, рассчитанный по измеренной интенсивности транспортных потоков. По результатам расчета про-

должительность светофорного цикла составила 72 с, средняя задержка на перекрестке – 20 с.

3. Из анализа предложенных вариантов светофорного регулирования установлено, что наилучшим является первый вариант светофорного регулирования (двухфазный), так как он имеет наименьший по продолжительности светофорный цикл и наименьшую среднюю задержку на перекрестке.

4. На усовершенствованной схеме организации дорожного движения необходимо добавить:

- разметку 1.12, 1.1, 1.6, 1.18;
- знаки 5.15.1, 6.16 и 5.15.3;
- светофорные объекты в соответствии с первым вариантом светофорного регулирования. Для удобства оценки времени водителями предлагается к светофорам добавить цифровые табло.

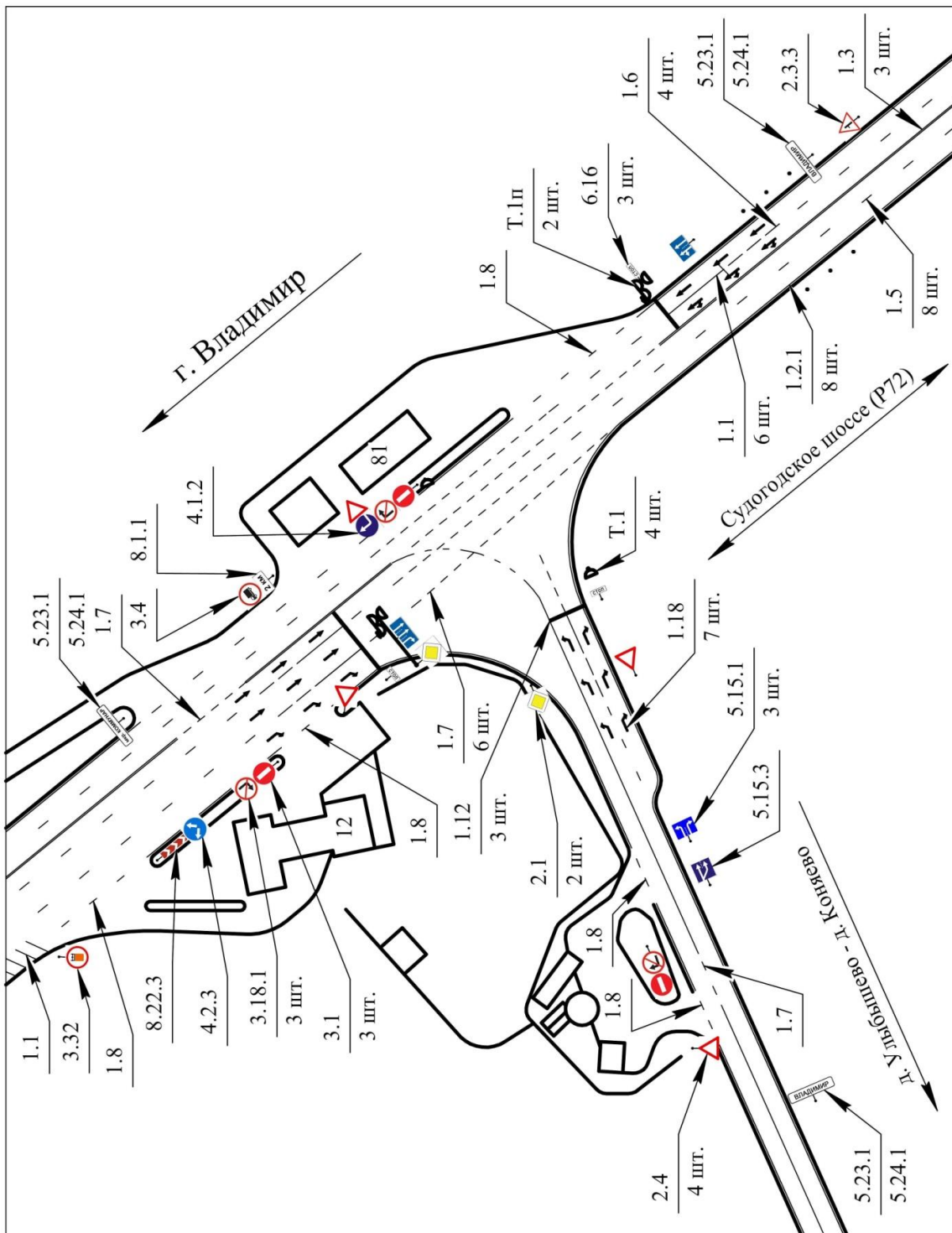


Рис. 95. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

3.3. Пример расчета трехстороннего регулируемого перекрестка

Определение интенсивности и состава транспортного потока

Схема перекрестка представлена на рис. 96.

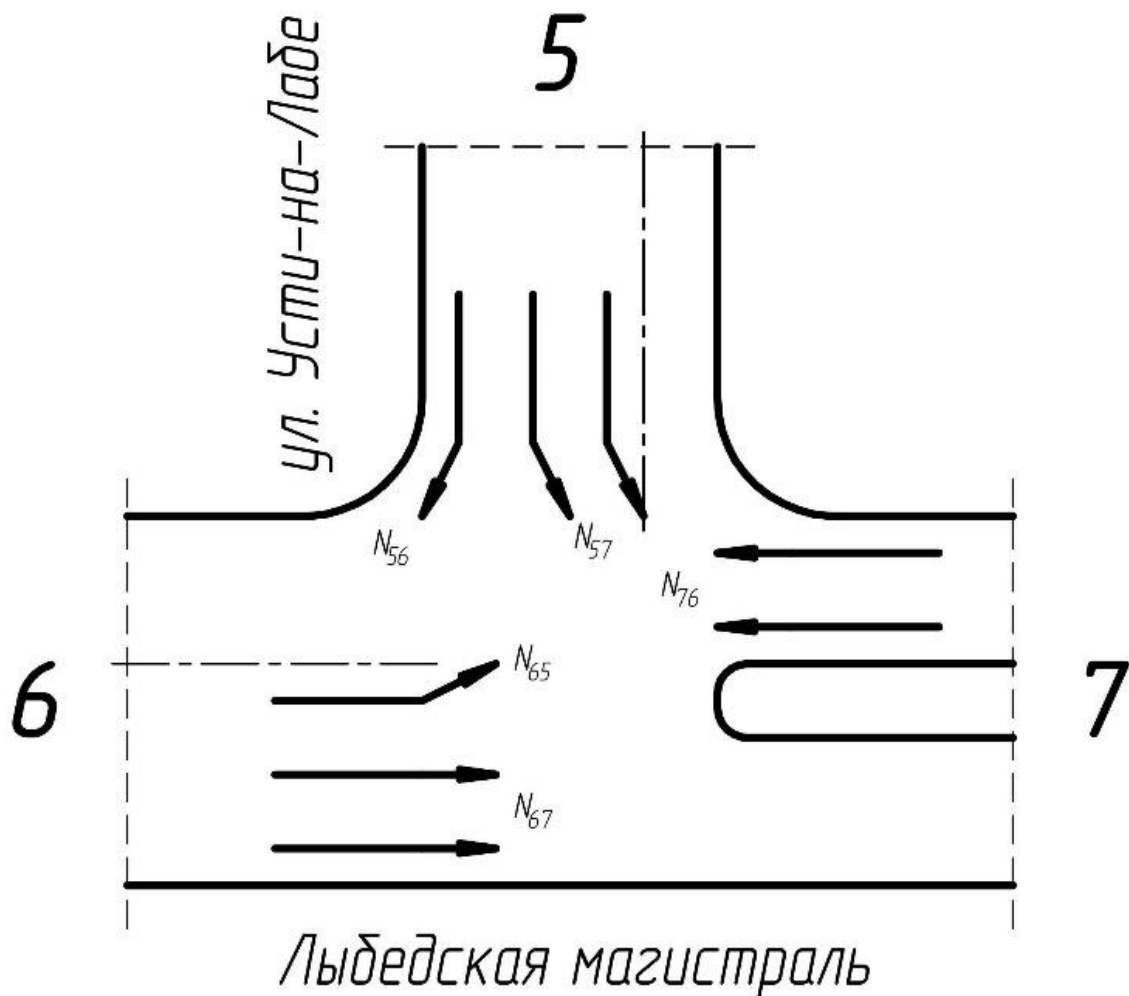


Рис. 96. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Бланк учета количества ТС представлен в табл. 41. Интенсивность движения на перекрестке за 1 час представлена в табл. 42. Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 час представлена в табл. 43. Доля каждого типа ТС в общем потоке представлена в табл. 44.

Таблица 41. Бланк учета количества ТС

Напр-е движе- ния	Время, ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы		
		Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во
5	8.00	90	0	37	3	0	1	6	0	0	3	0	0
6	–	41	67	0	4	6	0	1	2	0	0	0	0
7	8.15	0	120	0	0	9	0	0	3	0	0	0	0
5	8.15	95	0	46	6	0	4	4	0	1	3	0	0
6	–	58	92	0	3	7	0	0	1	0	0	0	0
7	8.30	0	142	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0
5	8.30	111	0	38	9	0	6	2	0	0	3	0	0
6	–	54	107	0	2	10	0	1	5	0	0	0	0
7	8.45	0	140	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0
5	8.45	119	0	34	6	0	3	5	0	0	3	0	0
6	–	49	108	0	3	5	0	1	2	0	0	0	0
7	9.00	0	149	0	0	9	0	0	6	0	0	0	0

Таблица 42. Интенсивность движения на перекрестке за 1 час

Напр-е движе- ния	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы			Всего	Экви- валент
	На- ле- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во		
5	415	0	155	24	0	14	17	0	1	12	0	0	638	727
6	202	374	0	12	28	0	3	10	0	0	0	0	629	689
7	0	551	0	0	34	0	0	12	0	0	0	0	597	649
Всего	617	925	155	36	62	14	20	22	1	12	0	0	1864	2065

Таблица 43. Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 час

Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
5	542	0	186	727
6	234	455	0	689
7	0	649	0	649
Итого	775	1104	186	2065

Таблица 44. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Троллейбусы	Всего
Число ТС	1697	112	43	12	1864
Доля в потоке, %	91,0	6,1	2,3	0,6	100

Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

Условная картограмма интенсивности транспортных потоков приведена на рис. 97, а масштабная – на рис. 98.

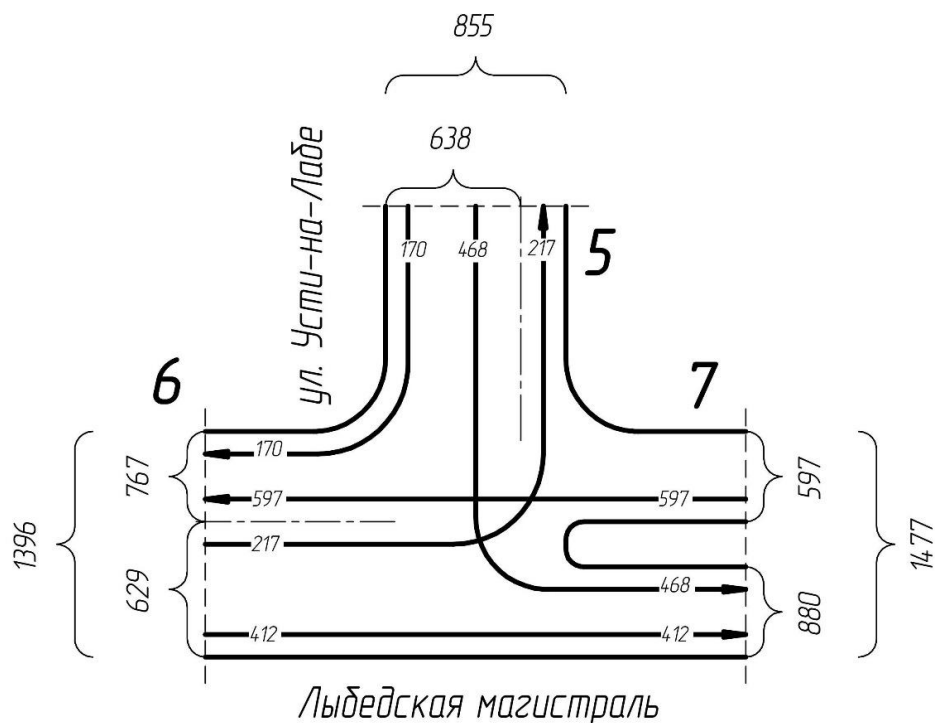


Рис. 97. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке (в натуральных ТС)

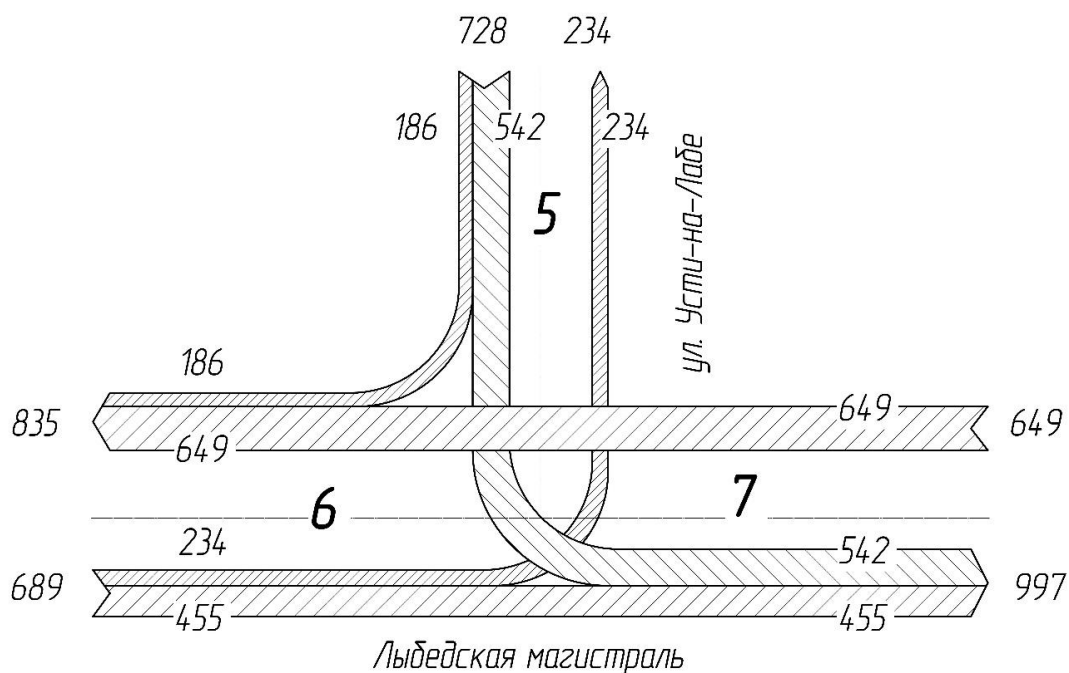


Рис. 98. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке (в приведенных ТС)

Расчет фактической пропускной способности полосы

Замеры проводились на одной полосе направления движения № 5. Протокол обследования пропускной способности полосы представлен в табл. 45. Диаграмма на рис. 99 иллюстрирует полученные данные на одной полосе регулируемого потока.

По наибольшей интенсивности (в данном случае $N_{a1} = 28$ авт./ t_6) определяется фактическая пропускная способность полосы $N_{\phi} = N_{a1} \cdot 10$; $N_{\phi} = 28 \cdot 10 = 280$ авт./ч. Фактическая интенсивность P_{ϕ} равна сумме интенсивности за 10 отрезков времени $P_{\phi} = 234$ авт./ч. Отсюда $Z = 234/280 = 0,84$. Следовательно, данная полоса не загружена.

Таблица 45. Протокол обследования пропускной способности полосы

Интервал времени	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Приведенные единицы
0 – 6	20	1	0	22
6 – 12	20	1	0	22
12 – 18	20	2	0	24
18 – 24	23	1	1	28
24 – 30	20	1	0	22
30 – 36	20	1	0	22
36 – 42	20	1	1	24
42 – 48	20	2	0	24
48 – 54	20	1	1	25
54 – 60	19	1	0	21
Итого	202	12	3	234

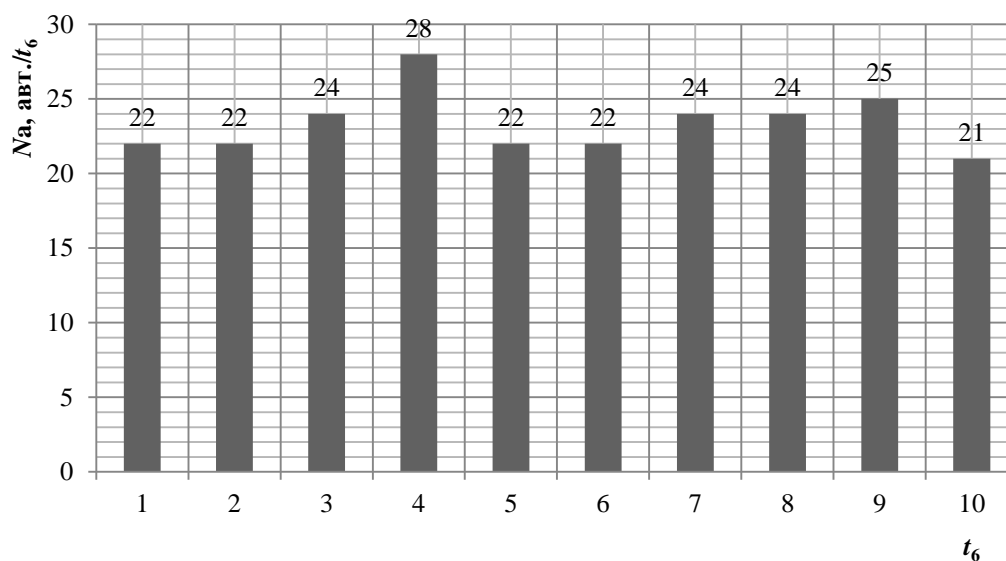


Рис. 99. Диаграмма интенсивности одnorядного потока в приведенных единицах

Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости

Определение скоростей движения

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 46, средняя скорость сообщения по типам автомобилей представлена в табл. 47.

Таблица 46. Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т, автобусы, троллейбусы		
1	667	41	1	818	26
2	772	52	2	030	15
3	819	26	3	666	31
4	965	44	4	437	15
5	905	29	5	276	15
6	597	31	6	864	35
7	079	13	7	730	20
8	018	36	8	656	44
9	360	22	9	969	18

Окончание табл. 46

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т, автобус, троллейбус		
10	541	14	10	235	33
11	776	25	11	282	27
12	644	20	12	758	34
13	383	18	13	767	27
14	154	11	14	955	21
15	214	18	15	292	13
16	867	22	16	561	36
17	487	31	17	595	14
18	255	21	18	392	18
19	010	15	19	827	36
20	634	15	20	432	15
21	431	41	21	818	32
22	771	26	22	730	38
23	202	54	23	418	22
24	408	43	24	813	23
25	835	46	25	425	47
26	769	39	26	675	32
27	787	36	27	605	50
28	347	13	28	247	50
29	756	19	29	238	16
30	508	13	30	254	52
31	412	59	31	255	24
32	747	34	32	238	40
33	333	32	33	963	27
34	929	13	34	215	37
35	227	31	35	245	29
36	911	31	36	480	43
37	883	43	37	785	45
38	606	37	38	419	22
39	036	25	39	513	28
40	019	17	40	636	12

Таблица 47. Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

Показатель	Значение показателя по типам ТС		Итого
	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т автобусы, троллейбусы	
Количество зафиксированных ТС	40	40	80
Скорость сообщения, км/ч	29	29	29

Коэффициент использования скоростного режима в данном случае будет иметь значения:

$K_{VЛ} = 29 / 60 = 0,48$ – для легковых автомобилей;

$K_{VГ.А.Т} = 29 / 60 = 0,48$ – для грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов.

Выбор предела допустимой скорости

В табл. 48 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 100 приведена кривая распределения скоростей, на рис. 101 – кривая накопления скоростей.

В табл. 49 представлено распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей. На рис. 102 приведена кривая распределения скоростей, на рис. 103 – кривая накопления скоростей.

Таблица 48. Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
11 – 18	15	9	22,5	22,5
18 – 25	22	7	17,5	40
25 – 32	29	9	22,5	62,5
32 – 39	36	5	12,5	75
39 – 46	43	6	15	90
46 – 53	50	2	5	95
53 – 59	56	2	5	100
Итого		40	100	–

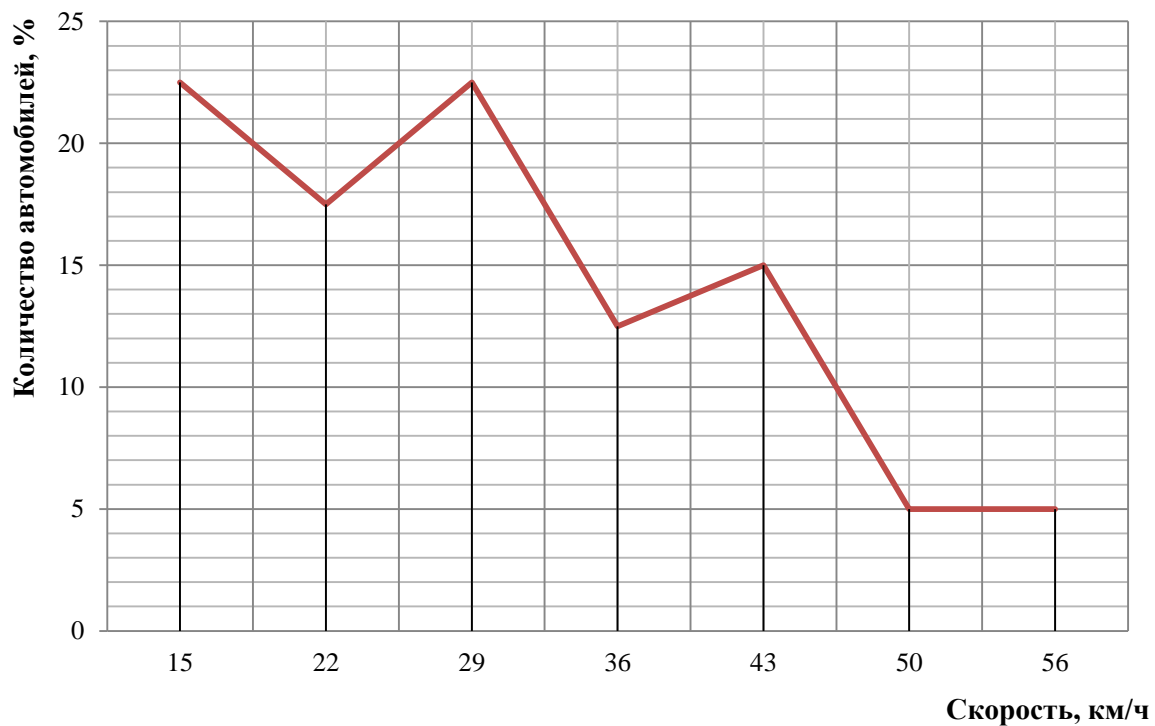


Рис. 100. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

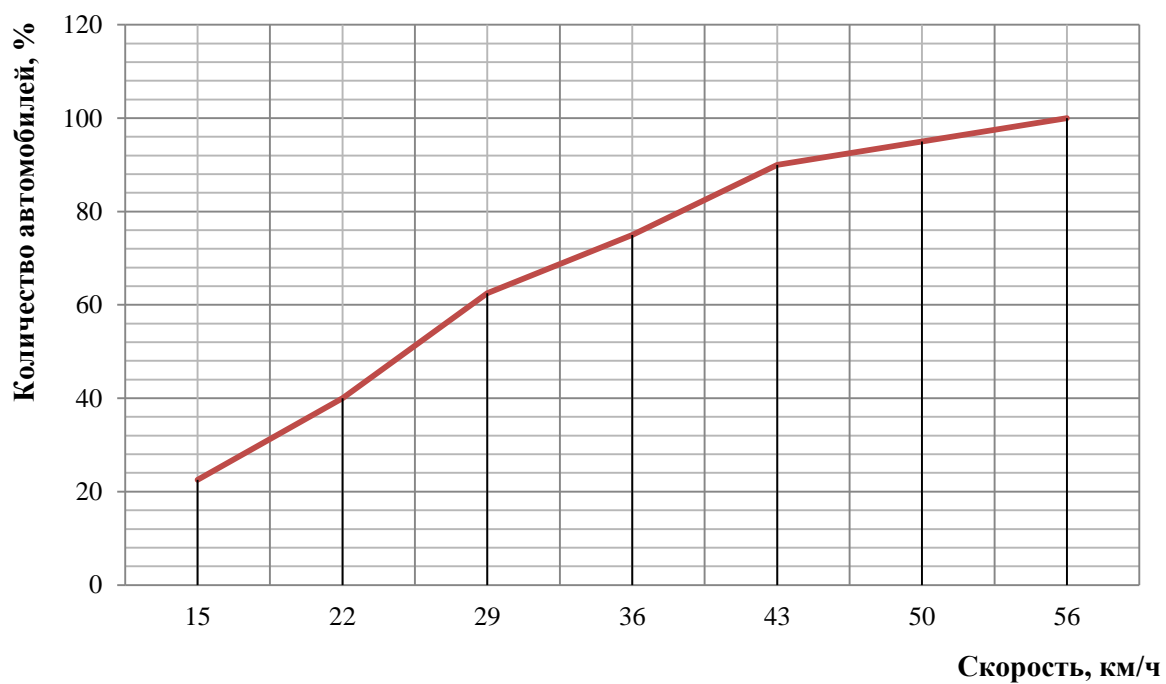


Рис. 101. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Таблица 49. Распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
12 – 18	15	8	20	20
18 – 24	21	7	17,5	37,5
24 – 30	27	7	17,5	55
30 – 36	33	6	15	70
36 – 42	39	5	12,5	82,5
42 – 48	45	4	10	92,5
48 – 52	50	3	7,5	100
Итого		40	100	–

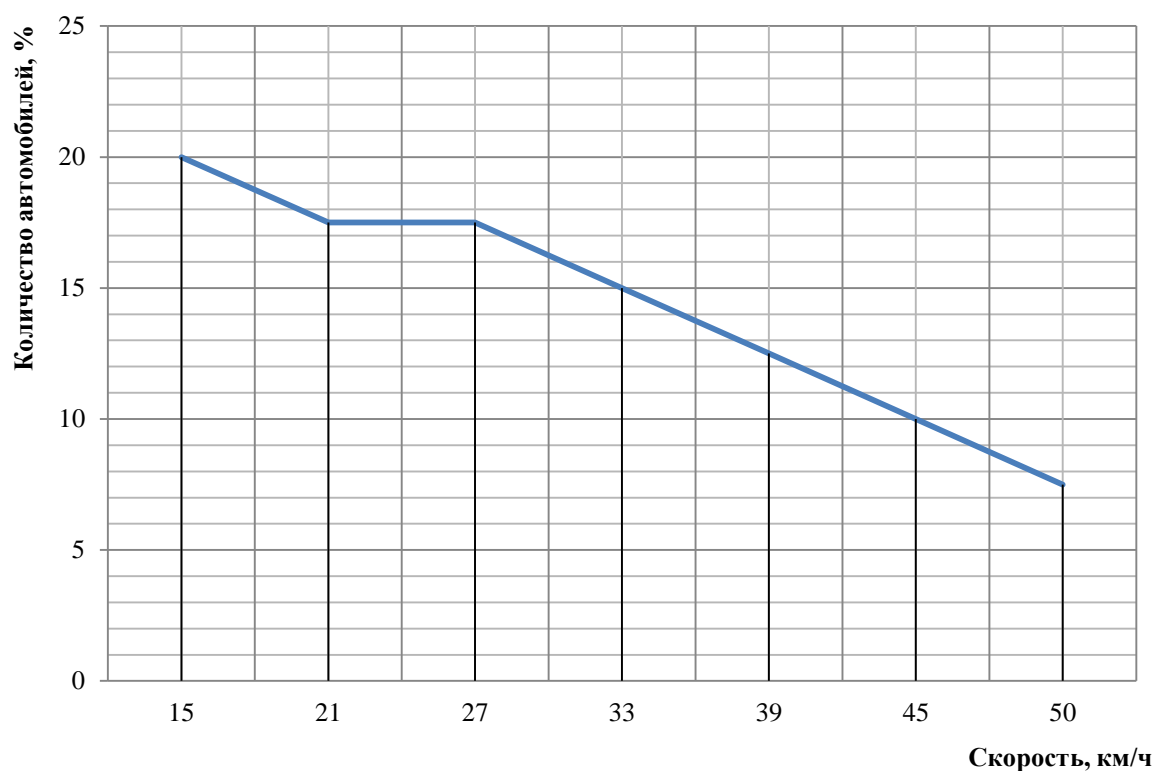


Рис. 102. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов

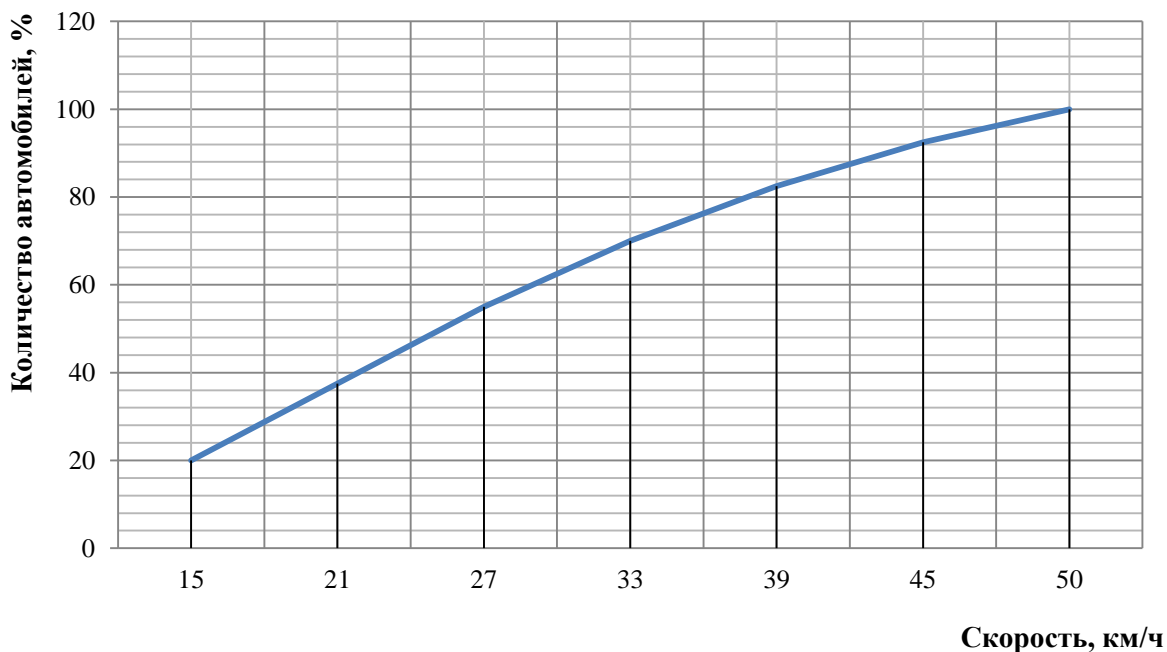


Рис. 103. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов

Выводы по первой главе курсового проекта

1. Натурные исследования перекрестка проводились наблюдателями на стационарных постах. Подсчет количества транспортных средств проводился один раз в сутки с 8.00 до 9.00. Продолжительность одного замера – 15 мин, число замеров – 4.

2. Автомобили,двигающиеся направо, зафиксированы в направлении N_{56} (186 ТС). Наибольшее количество автомобилей,двигающихся налево, зафиксировано в направлении N_{57} (542 ТС). Наибольшее количество автомобилей,двигающихся прямо, зафиксировано в направлении N_{76} (649 ТС).

3. Из анализа состава транспортного потока установлено, что доля легковых автомобилей составляет 91 %, грузовых автомобилей до 12 т – 6,1 %, автобусов – 2,3 %, троллейбусов – 0,6 %.

4. В результате оценки фактической пропускной способности полосы направления движения N_{65} и коэффициента загрузки движения установлено, что фактическая пропускная способность составила 280 приведенных единиц ТС в час, фактическая интенсивность – 234

приведенных единиц ТС в час. Коэффициент загрузки полосы транспортным потоком равен 0,84. Следовательно, дополнительной полосы для движения не требуется.

5. Скорость определялась при движении транспорта через перекресток, средняя скорость сообщения на участке УДС – методом записи номерных знаков. На посту велся протокол, где зафиксировались: тип ТС, номерной знак ТС и скорость движения.

6. Были зафиксированы скорости 40 легковых и 40 грузовых автомобилей массой до 12 т, автобусов, троллейбусов. Средняя скорость легковых ТС составила 29 км/ч; грузовых ТС до 12 т, автобусов, троллейбусов – 29 км/ч, средняя скорость сообщения на данном участке УДС – 29 км/ч.

7. Коэффициент использования скоростного режима для легковых, а также для грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов – 0,48. Разрешенная максимальная скорость на данном участке УДС составляет 60 км/ч.

8. Из анализа кривых распределения скоростей установлено, что максимальное количество легковых автомобилей движется со средней скоростью 29 км/ч, грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов – со средней скоростью 15 км/ч.

9. Из анализа кривой накопления скоростей легковых автомобилей установлено, что 15 % – наиболее медленная часть потока – отсутствует. Средняя скорость потока, соответствующая 50 %, равна 26 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 40 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 50 км/ч.

10. Из анализа кривой накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов установлено, что 15 % – наиболее медленная часть потока – отсутствует. Средняя скорость потока, соответствующая 50 %, равна 25 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 39 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 48 км/ч.

Оценка сложности пересечения

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при работающей светофорной сигнализации присутствуют конфликтные точки, показанные на рис. 104 – 106.

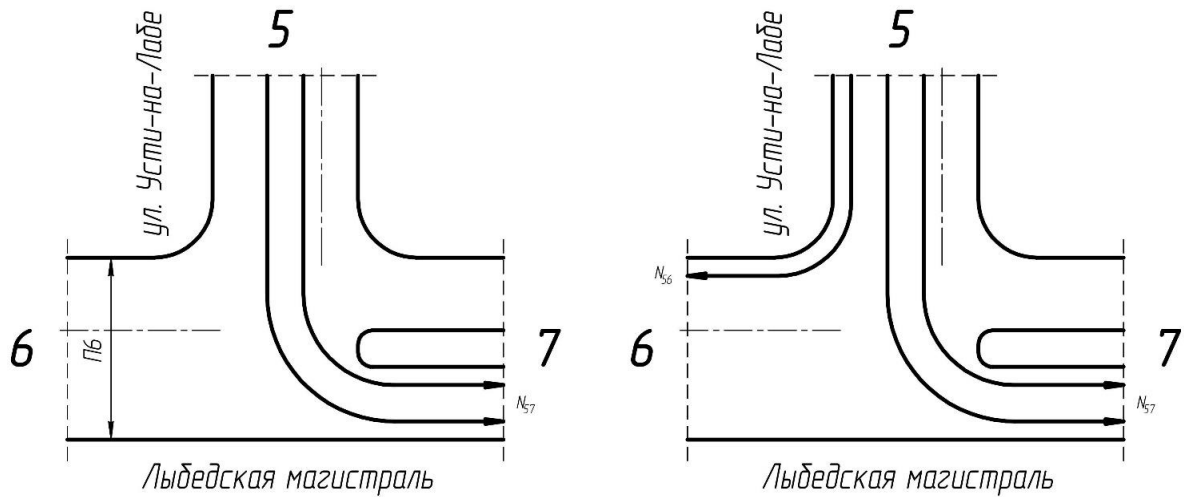


Рис. 104. Фаза № 1

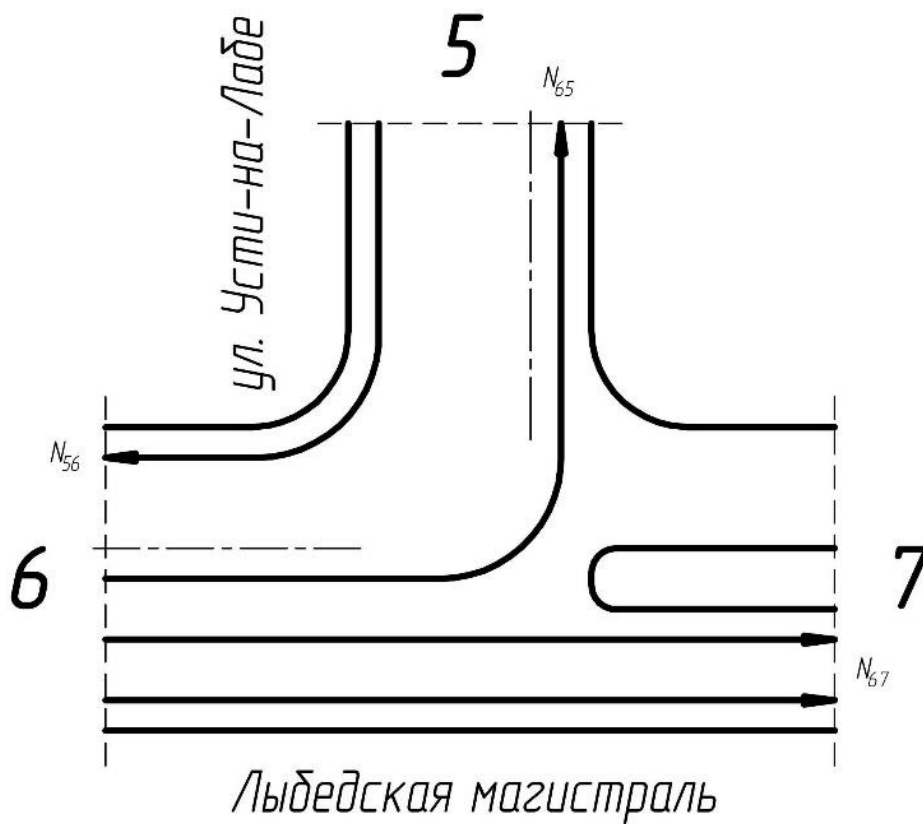


Рис. 105. Фаза № 2

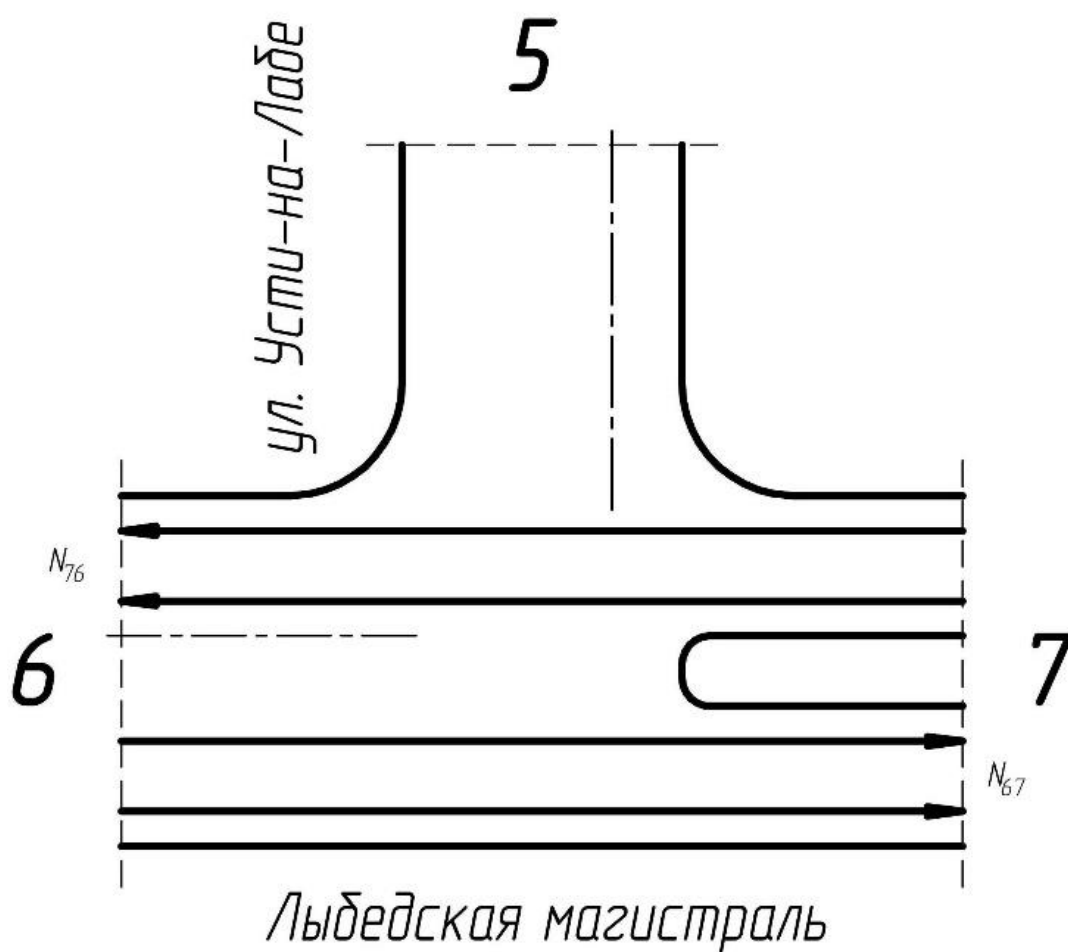


Рис. 106. Фаза № 3

Фаза № 1: $m = 0 < 40$;

Фаза № 2: $m = 0 < 40$;

Фаза № 3: $m = 0 < 40$.

Таким образом, перекресток является простым.

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при неработающей светофорной сигнализации получится следующая ситуация (рис. 107).

Таким образом, имеются три точки слияния и девять точек пересечения.

Отсюда следует

$$m = 0 + 3 \cdot 3 + 5 \cdot 9 = 54.$$

В результате получаем перекресток средней сложности.

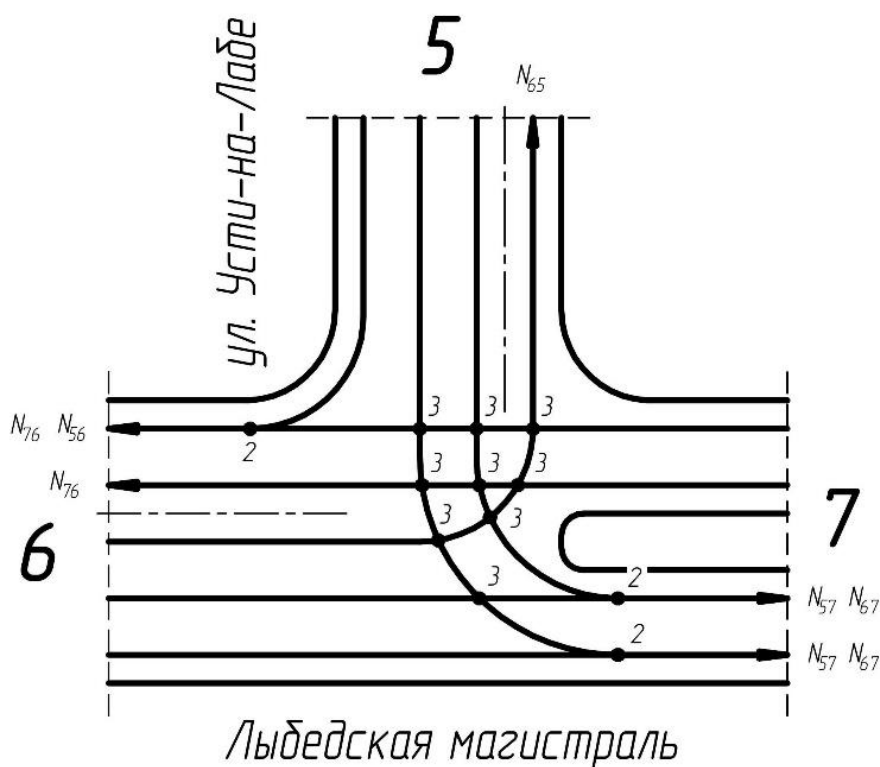


Рис. 107. Конфликтные точки на пересечении дорог

Дорожные знаки и разметка

1. Разметка полос движения, стоп-линий и пешеходных переходов на перекрестке не повреждена.

2. Количество полос для движения ТС: направление движения № 5 – 4 полосы, № 6 – 5 полос, № 7 – 4 полосы.

3. Полосы озеленения присутствуют.

4. Пешеходная зона присутствует. Тротуары расположены вдоль каждого направления движения. Тротуары обозначены четко и отделены от проезжей части.

5. Освещенность перекрестка и прилегающих улиц соответствует нормативным требованиям.

6. Состояние полотна дороги хорошее: разрушений покрытия нет, заниженных и выступающих люков колодцев нет.

7. Геометрические параметры перекрестка: примерная ширина проезжих частей направлений движения: № 5 – 15 м, № 6 – 20 м, № 7 – 20 м; радиусы закруглений дороги примерно 13 и 16 м; ширина тротуаров – примерно 5 м.

Для исследуемого перекрестка составлена ведомость технических средств ОДД (табл. 50).

Таблица 50. Ведомость технических средств ОДД

Наименование	Тип или номер	Количество, шт.
Знаки дорожные по [5, 7]	2.4	1
	5.19.1	2
	5.19.2	2
	3.27	1
	8.24	1
	5.5	1
	4.21	2
	3.1	2
	5.15.4	1
	5.6	1
	5.15.2	8
	2.1	2
	6.16	3
Разметка дорожная по [6, 7]	1.12	3
	1.3	2
	1.1	6
	1.6	5
	1.5	4
	1.8	1
	1.18	8
	1.16.1	2
	1.7	8
	1.14.1	3
Светофоры дорожные [10]	Т.1.п	2
	Т.1.л	2
	Т.1	4
	П.1	2

Рекомендации для улучшения организации дорожного движения на перекрестке: на перекрестке присутствуют все необходимые знаки и разметка. Движение организовано рационально. Для удобства, считаем необходимым установить цифровые табло на светофорах в количестве шести штук.

Анализ существующего светофорного регулирования

Структура существующего светофорного цикла приведена на рис. 108, существующая схема организации дорожного движения – на рис. 109.

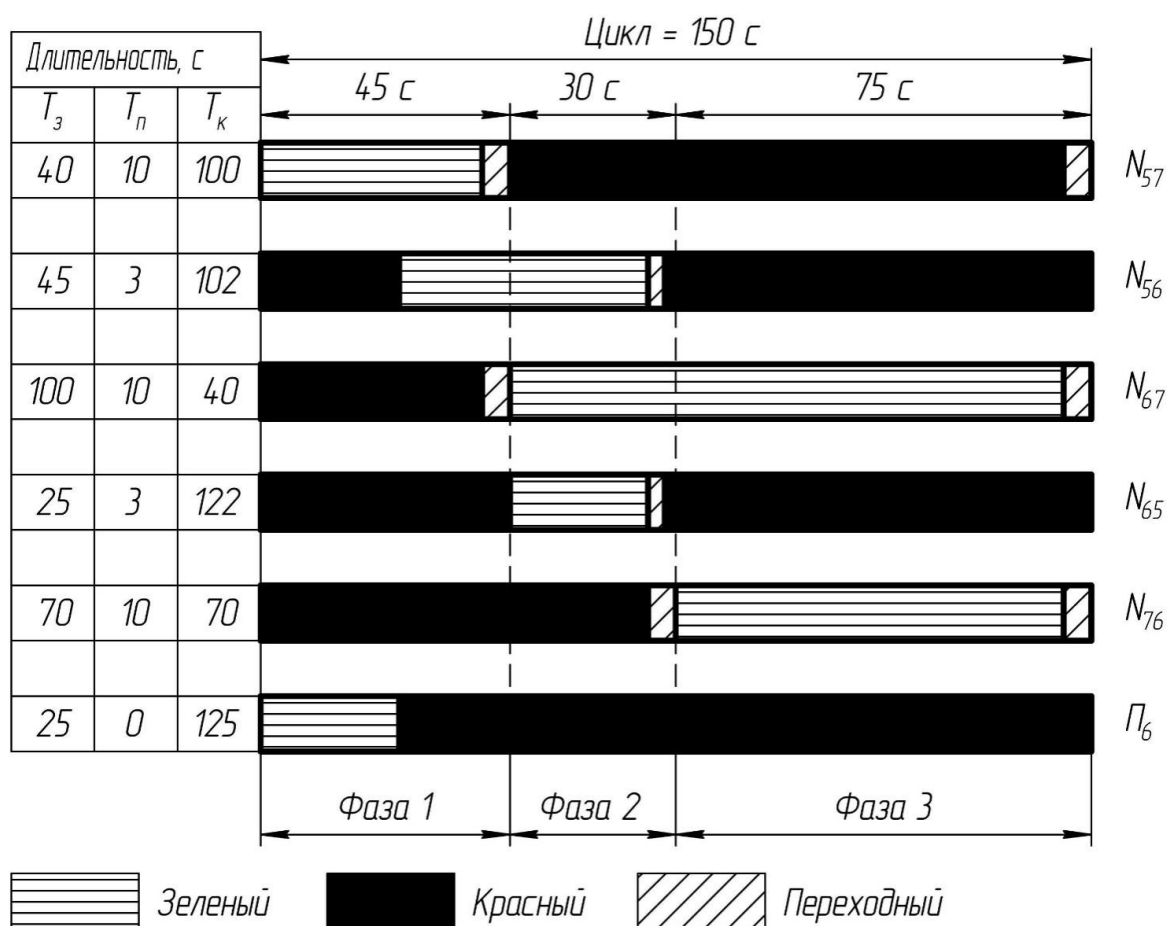


Рис. 108. Структура существующего светофорного цикла

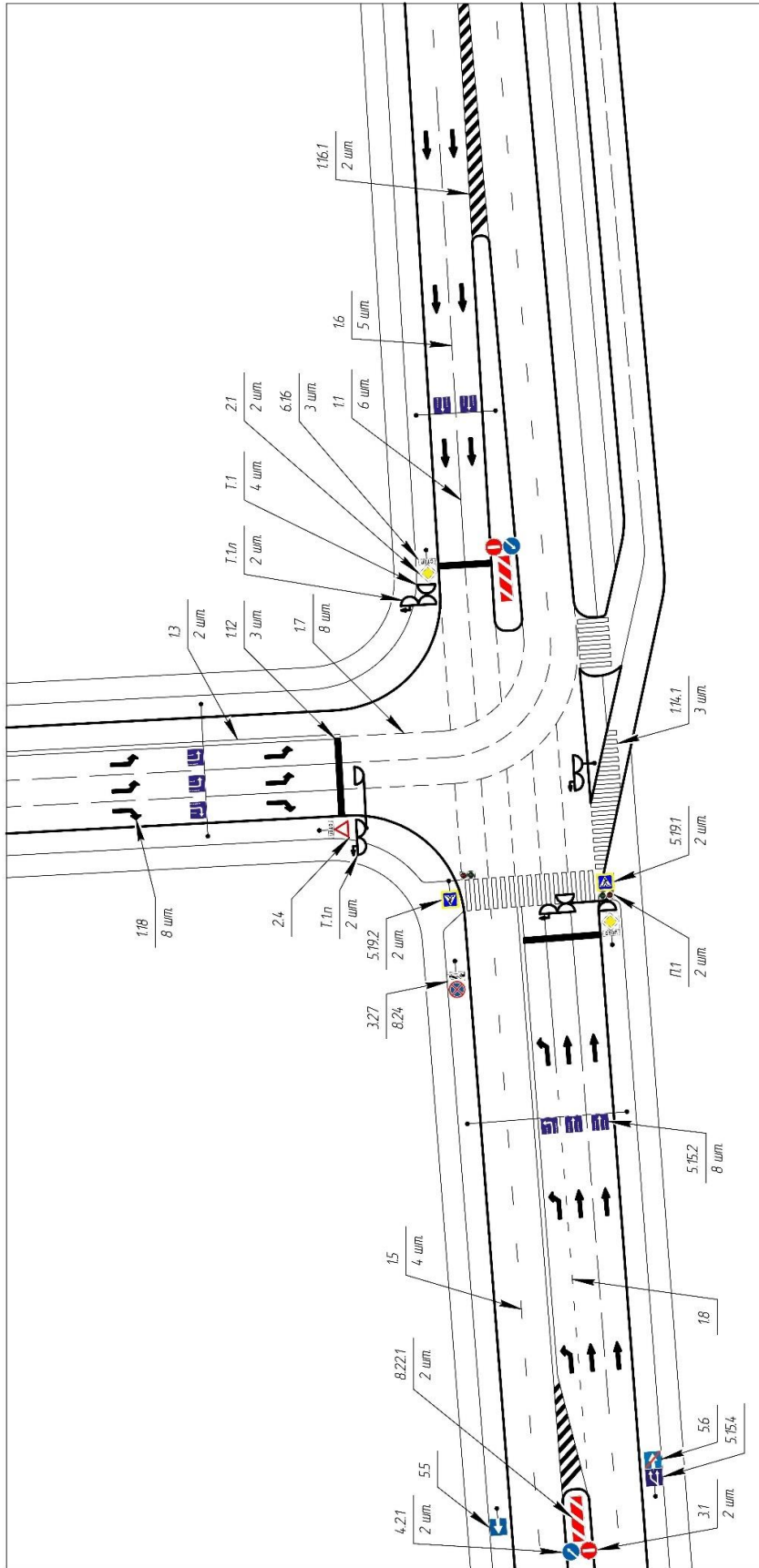


Рис. 109. Существующая схема организации дорожного движения

Анализ режимов светофорного регулирования

Расчет задержек для существующего светофорного цикла

Исходные данные:

$$T = 150 \text{ с};$$

$$t_{o1} = 40 \text{ с};$$

$$t_{o2} = 25 \text{ с};$$

$$t_{o3} = 70 \text{ с};$$

$$N_1 = 728 \text{ ед./ч};$$

$$N_2 = 689 + 186 = 875 \text{ ед./ч};$$

$$N_3 = 455 + 649 = 1104 \text{ ед./ч};$$

$$\gamma_1 = 2,55;$$

$$\gamma_2 = 3,05;$$

$$\gamma_3 = 3,05.$$

Расчет:

$$M_{H1} = 1250 \gamma_1 = 3187,5;$$

$$M_{H2} = 1250 \gamma_2 = 3812,5;$$

$$M_{H3} = 1250 \gamma_3 = 3812,5;$$

$$\lambda_1 = 40 / 150 = 0,27;$$

$$\lambda_2 = 25 / 150 = 0,17;$$

$$\lambda_3 = 70 / 150 = 0,47;$$

$$x_1 = (728 \cdot 150) / (40 \cdot 3187,5) = 0,86;$$

$$x_2 = (875 \cdot 150) / (25 \cdot 3812,5) = 1,38;$$

$$x_3 = (1104 \cdot 150) / (70 \cdot 3812,5) = 0,62;$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{150(1 - 0,27)^2}{2(1 - 0,27 \cdot 0,86)} + \frac{0,86^2}{2 \cdot 728(1 - 0,86)} \right] = 47,05 \text{ с};$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{150(1 - 0,17)^2}{2(1 - 0,17 \cdot 1,38)} + \frac{1,38^2}{2 \cdot 875(1 - 1,38)} \right] = 60,84 \text{ с};$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{150(1 - 0,47)^2}{2(1 - 0,47 \cdot 0,62)} + \frac{0,62^2}{2 \cdot 1104(1 - 0,62)} \right] = 27,03 \text{ с};$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{47,05 \cdot 728 + 60,84 \cdot 875 + 27,03 \cdot 1104}{728 + 875 + 1104} = 43,34 \approx 43 \text{ с}.$$

Вариант альтернативного режима светофорного регулирования

Пофазный разъезд не изменяется, а светофорный цикл пересчитывается с учётом измеренной интенсивности транспортных потоков.

1. Расчет потока насыщения:

Коэффициент многополосности равен:

$$\gamma_1 = 2,55;$$

$$\gamma_2 = 3,05;$$

$$\gamma_3 = 3,05.$$

Тогда потоки насыщения:

$$M_{\text{н1}} = 1250 \gamma_1 = 3187,5;$$

$$M_{\text{н2}} = 1250 \gamma_2 = 3812,5.$$

$$M_{\text{н3}} = 1250 \gamma_3 = 3812,5.$$

2. Расчет фазовых коэффициентов.

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{\text{н1}}} = \frac{728}{3187,5} = 0,23,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{\text{н2}}} = \frac{875}{3812,5} = 0,23;$$

$$y_3 = \frac{N_3}{M_{\text{н3}}} = \frac{1104}{3812,5} = 0,29.$$

3. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

Для расчетов принята средняя скорость легковых автомобилей $v_a = 29$ км/ч, так как легковые автомобили составляют 91 % потока ТС.

Среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала $a_T = 4$ м/с².

Расстояния от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

$$l_1 = 26 \text{ м};$$

$$l_2 = l_3 = 27 \text{ м}.$$

Ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами,

$$B_{\text{пш}} = 20 \text{ м}.$$

Длительность основного такта для пешеходов

$$t_{\text{о.пш}} = 20/1,3 + 5 = 20 \text{ с}.$$

Длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, $l_a = 4,3$ м.

$$t_{\text{п1}} = \frac{29}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(26 + 4,3)}{29} = 5 \text{ с};$$

$$t_{\text{п2}} = \frac{29}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(27 + 4,3)}{29} = 5 \text{ с};$$

$$t_{\text{п3}} = \frac{29}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(27 + 4,3)}{29} = 5 \text{ с}.$$

4. Сумма всех промежуточных тактов

$$T_{\text{п}} = 5 + 5 + 5 = 15 \text{ с}.$$

5. Длительность цикла регулирования

$$T = \frac{1,5 \cdot 15 + 5}{1 - (0,23 + 0,23 + 0,29)} = 108,9 \text{ с}.$$

6. Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз:

$$t_{\text{о1}} = \frac{(108,9 - 15)0,23}{0,23 + 0,23 + 0,29} = 29 \text{ с, принимаем } 30 \text{ с};$$

$$t_{\text{о2}} = \frac{(108,9 - 15)0,23}{0,23 + 0,23 + 0,29} = 29 \text{ с, принимаем } 30 \text{ с};$$

$$t_{03} = \frac{(108,9 - 15)0,29}{0,23 + 0,23 + 0,29} = 36 \text{ с.}$$

7. Уточненная длительность цикла

$$T_y = 30 + 30 + 36 + 15 = 111 \text{ с.}$$

8. Задержка на перекрестке:

$$\lambda_1 = 30/111 = 0,27;$$

$$\lambda_2 = 30/111 = 0,27;$$

$$\lambda_3 = 36/111 = 0,32.$$

$$x_1 = \frac{728 \cdot 111}{30 \cdot 3187,5} = 0,85;$$

$$x_2 = \frac{875 \cdot 111}{30 \cdot 3812,5} = 0,85;$$

$$x_3 = \frac{1104 \cdot 111}{36 \cdot 3812,5} = 0,89.$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{111(1 - 0,27)^2}{2(1 - 0,27 \cdot 0,85)} + \frac{0,85^2}{2 \cdot 728(1 - 0,85)} \right] = 34,47 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{111(1 - 0,27)^2}{2(1 - 0,27 \cdot 0,85)} + \frac{0,85^2}{2 \cdot 875(1 - 0,85)} \right] = 34,52 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{111 \cdot (1 - 0,32)^2}{2(1 - 0,32 \cdot 0,89)} + \frac{0,89^2}{2 \cdot 1104(1 - 0,89)} \right] = 32,10 \text{ с.}$$

9. Средняя задержка на всем пересечении составляет

$$t_{cp} = \frac{34,47 \cdot 728 + 34,52 \cdot 875 + 32,10 \cdot 1104}{728 + 875 + 1104} = 33,52 \approx 34 \text{ с.}$$

Структура альтернативного светофорного цикла приведена на рис. 110, сравнение параметров светофорного регулирования – в табл. 51.

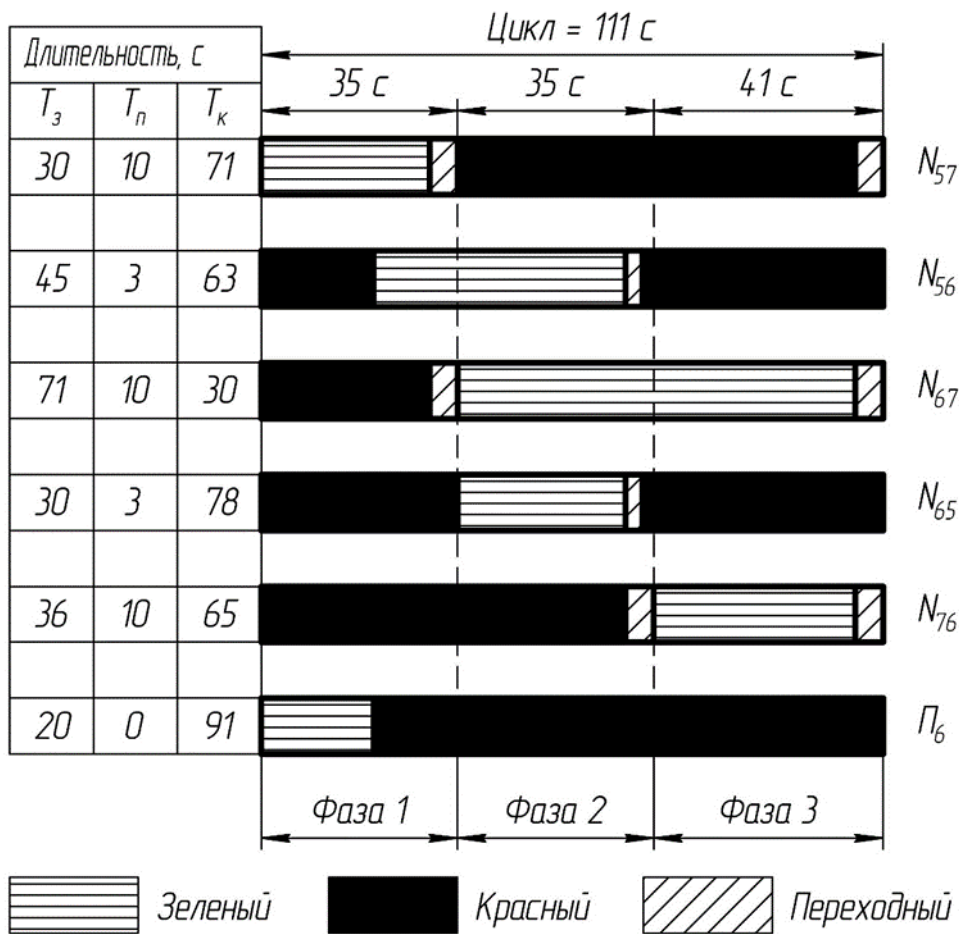


Рис. 110. Структура альтернативного светофорного цикла

Таблица 51. Сравнение параметров светофорного регулирования

Параметр	Существующее светофорное регулирование	Альтернативное светофорное регулирование
Длительность зеленого сигнала для пешеходов, с	25	20
Сумма всех промежуточных тактов, с	15	15
Длительность цикла, с	150	111
Средняя задержка на всем пересечении, с	43	34

Таким образом, светофорный цикл сократился на 39 с. Средняя задержка на всем пересечении составит 34 с вместо 43 с.

Выводы по второй главе курсового проекта

1. Существующий перекресток при работающей светофорной сигнализации является простым.

2. Существующий перекресток при неработающей светофорной сигнализации имеет три точки слияния и девять точек пересечения и является перекрестком средней сложности.

3. Из анализа дорожных условий установлено:

- дальность видимости дороги в направлении движения, боковая видимость на пересечениях, распознаваемость всех ТСОДД являются достаточными;

- основные геометрические элементы дороги соответствуют габаритным размерам и параметрам, характеризующим транспортные средства, которые преобладают в данных условиях в транспортном потоке;

- состояние покрытия дороги: хорошее, ровное.

4. В результате анализа технических средств ОДД установлено, что на перекрестке присутствуют все необходимые знаки и разметка. Движение организовано рационально. Для удобства считаем необходимым установить цифровые табло на светофорах в количестве шести штук.

5. Из анализа существующего светофорного цикла установлено, что цикл состоит из трех фаз. Общая продолжительность цикла равна 150 с. Средняя расчетная задержка на всем перекрестке составляет 43 с.

6. Альтернативный вариант светофорного регулирования также состоит из трех фаз, рассчитан по методике ОДМ 218.6.003-2011 по измеренной интенсивности транспортных потоков. По результатам расчета продолжительность светофорного цикла составила 111 с, средняя задержка на перекрестке – 34 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии приведен анализ параметров дорожного движения, дорожных условий и состояния организации дорожного движения.

Пособие носит рекомендательный характер и включает в себя все необходимые сведения для выполнения курсового проекта по дисциплине «Организация движения на автомагистралях и в городах». В издании даны примеры расчетов по каждому разделу курсового проекта. Пособие может быть полезно студентам при выполнении отчета по преддипломной практике.

Для самостоятельного и дополнительного изучения автор рекомендует студентам программные продукты КОМПАС 2D, Excel и MATLAB.

Кафедра автотранспортной и техносферной безопасности ВлГУ будет содействовать внедрению лучших курсовых проектов в практическую деятельность предприятий и учреждений Владимирской области, связанных с организацией безопасности дорожного движения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организация и безопасность движения : метод. указания к дипломному проектированию по специальностям 190702 – Организация и безопасность движения и 190700 – Технология транспортных процессов / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых ; сост.: А. П. Кунаков [и др.]. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 64 с.

2. Свод правил по проектированию геометрических элементов автомобильных дорог и транспортных пересечений. Ч. 2: Свод правил по проектированию геометрических элементов транспортных пересечений автомобильных дорог. Проект. Первая ред. / Федер. дорож. агенство. – М. : РОСАВТОДОР, 2013. – 212 с.

3. Оценка безопасности движения на дороге : метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Дорожные условия и безопасность движения» / Владим. гос. ун-т ; сост. Ф. П. Касаткин. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2011. – 44 с.

4. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения : учеб. для вузов / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 2001. – 247 с. – ISBN 5-277-02240-6.

5. Капитанов, В. Т. Методика расчета светофорных циклов : пособие / В. Т. Капитанов, С. В. Шауро. – М. : ВНИИБД, 1979. – 50 с.

6. ОДМ 218.2.020 – 2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог / Федер. дорож. агентство. – М. : РОСАВТОДОР, 2012. – 148 с.

7. Технические средства организации дорожного движения : метод. указания к курсовому проектированию для студентов всех форм обучения для направления 190700.62 «Технология транспортных процессов» профиля «Организация и безопасность движения» по дисциплине «Технические средства организации дорожного движения» / Урал. гос. лесотехн. ун-т ; сост.: Б. А. Сидоров, О. С. Гасилова. – Екатеринбург, 2013. – 28 с.

8. Организация и безопасность движения : учеб. пособие / Н. В. Пеньшин [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 96 с. – ISBN 5-8265-0522-2.

9. ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования. – Введ. 2006-01-01. – М. : Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии, 2006. – 125 с.

10. ГОСТ Р 51256-2011. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. – Взамен ГОСТ Р 51256-99 ; введ. 2012-09-01. – М. : Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии ; М. : Стандартинформ, 2012. – 28 с.

11. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Введ. 2006-01-01. – М. : Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии ; М. : Стандартинформ, 2006. – 95 с.

12. ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний. – Введ. 2006-01-01. – М. : Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии ; М. : ИПК Изд-во стандартов, 2005. – 16 с.

13. ГОСТ Р 51648 – 2000. Сигналы звуковые и осязательные, дублирующие сигналы светофора, для слепых и слепоглохих людей. Параметры. – Введ. 2001-07-01. – М. : Госстандарт России ; М. : Изд-во стандартов, 2001. – 4 с.

14. ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах / Федер. дор. агентство. – М. : РОСАВТОДОР, 2013. – 69 с.

15. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения : учеб. для вузов / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М. : Академкнига, 2005. – 279 с. – ISBN 5-94628-111-9.

16. Левашев, А. Г. Проектирование регулируемых пересечений : учеб. пособие / А. Г. Левашев, А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с. – ISBN 978-5-8038-0458-1.

17. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. – Введ. 1974-07-01. – М. : Стройиздат, 1974. – 99 с.

18. Врубель, Ю.А. Исследования в дорожном движении : учеб.-метод. пособие к лаб. работам для студентов специальности 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» / Ю. А. Врубель ; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск : БНТУ, 2007. – 178 с. – ISBN 978-985-479-477-6.

19. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко. – М. : Высш. шк., 2007. – 383 с. – ISBN 978-5-06-005549-8.

ПРИЛОЖЕНИЕ

АЛЬБОМ СХЕМ

Существующие и усовершенствованные схемы организации дорожного движения перекрестков

1. Регулируемый перекресток Лыбедская магистраль – улица Гагарина с канализованным движением (рис. П1 и П2).

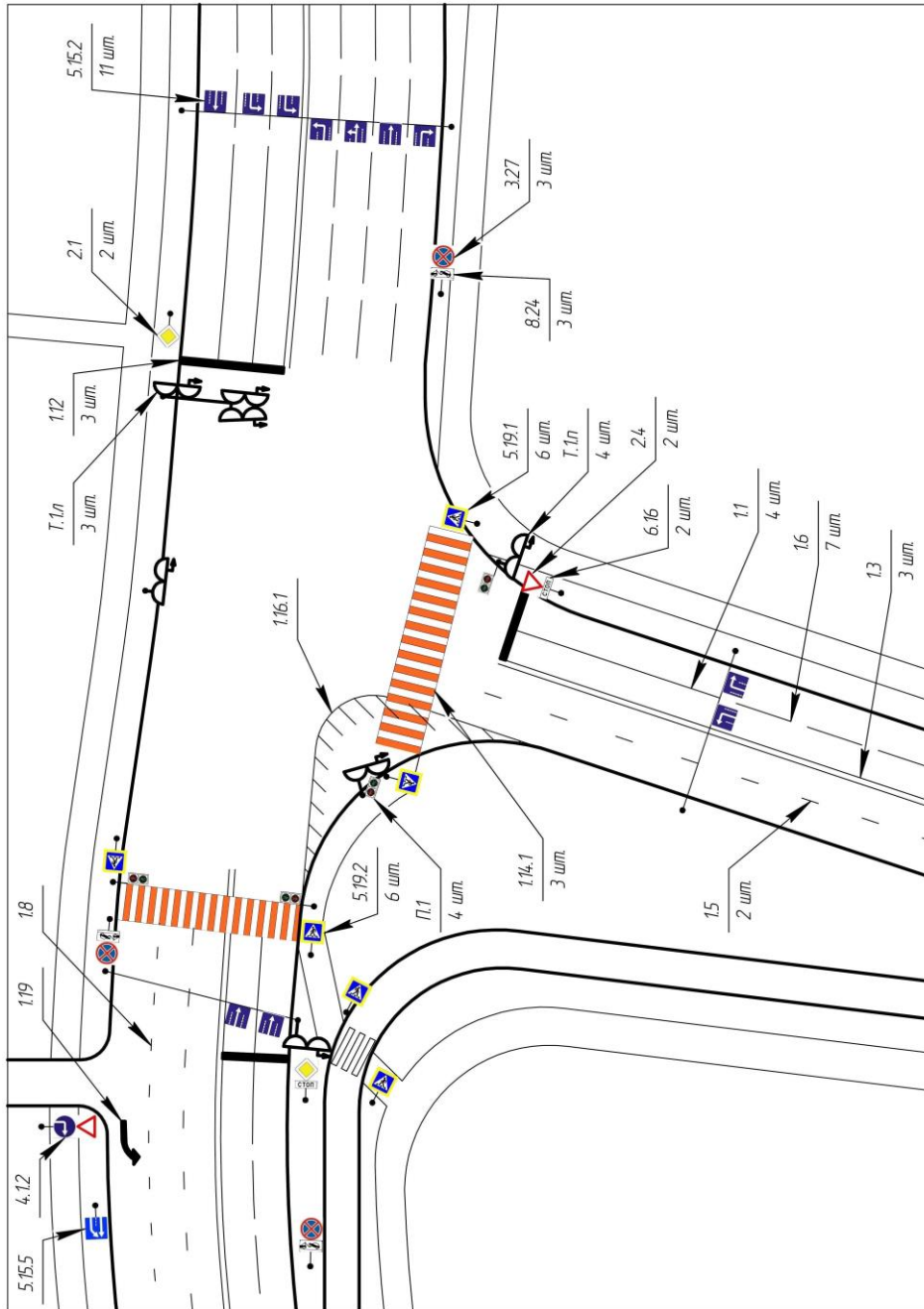


Рис. П1. Существующая схема организации дорожного движения

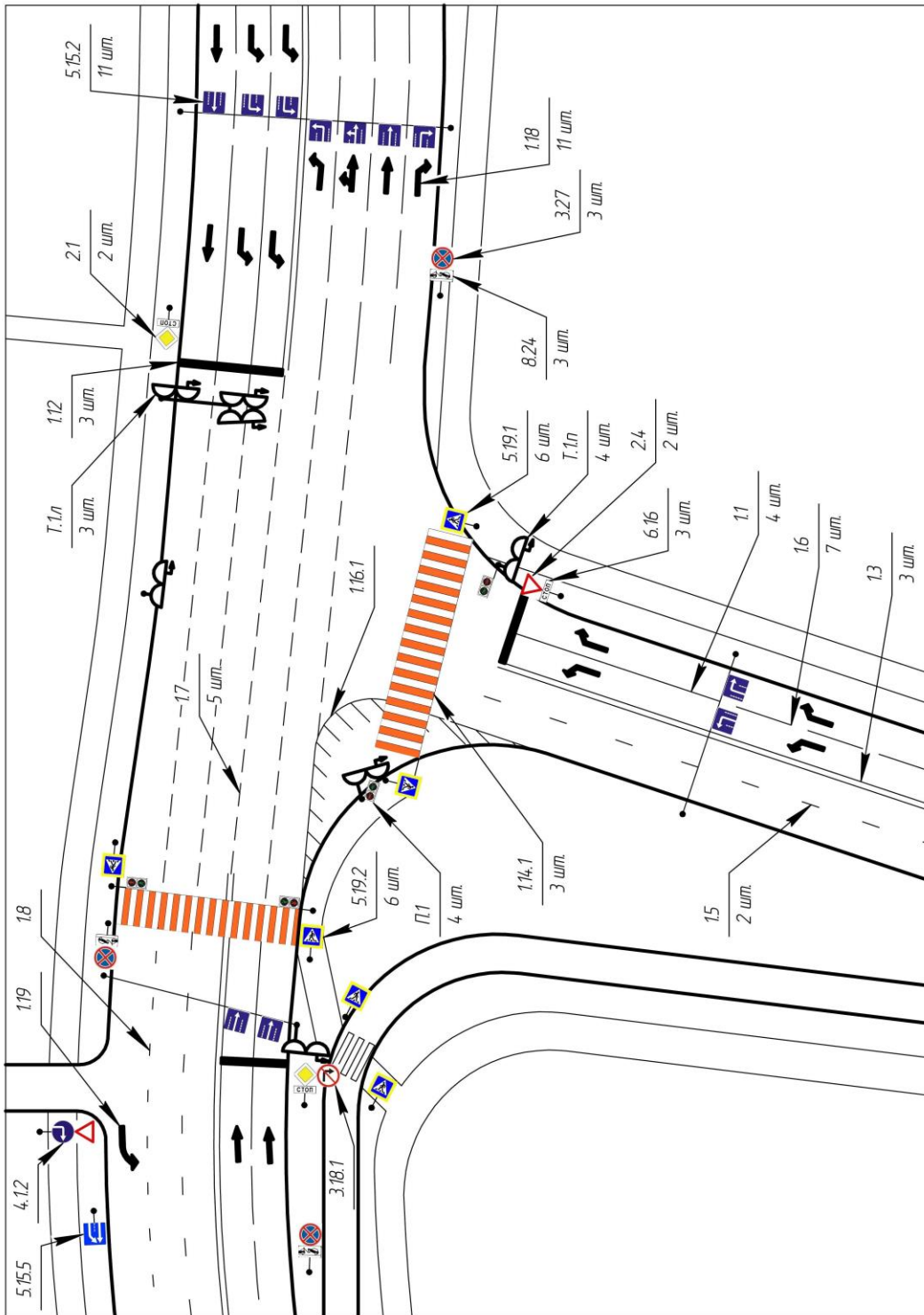


Рис. П2. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

2. Регулируемый перекресток Усти-на-Лабе – улица Луначарского (рис. ПЗ и П4).

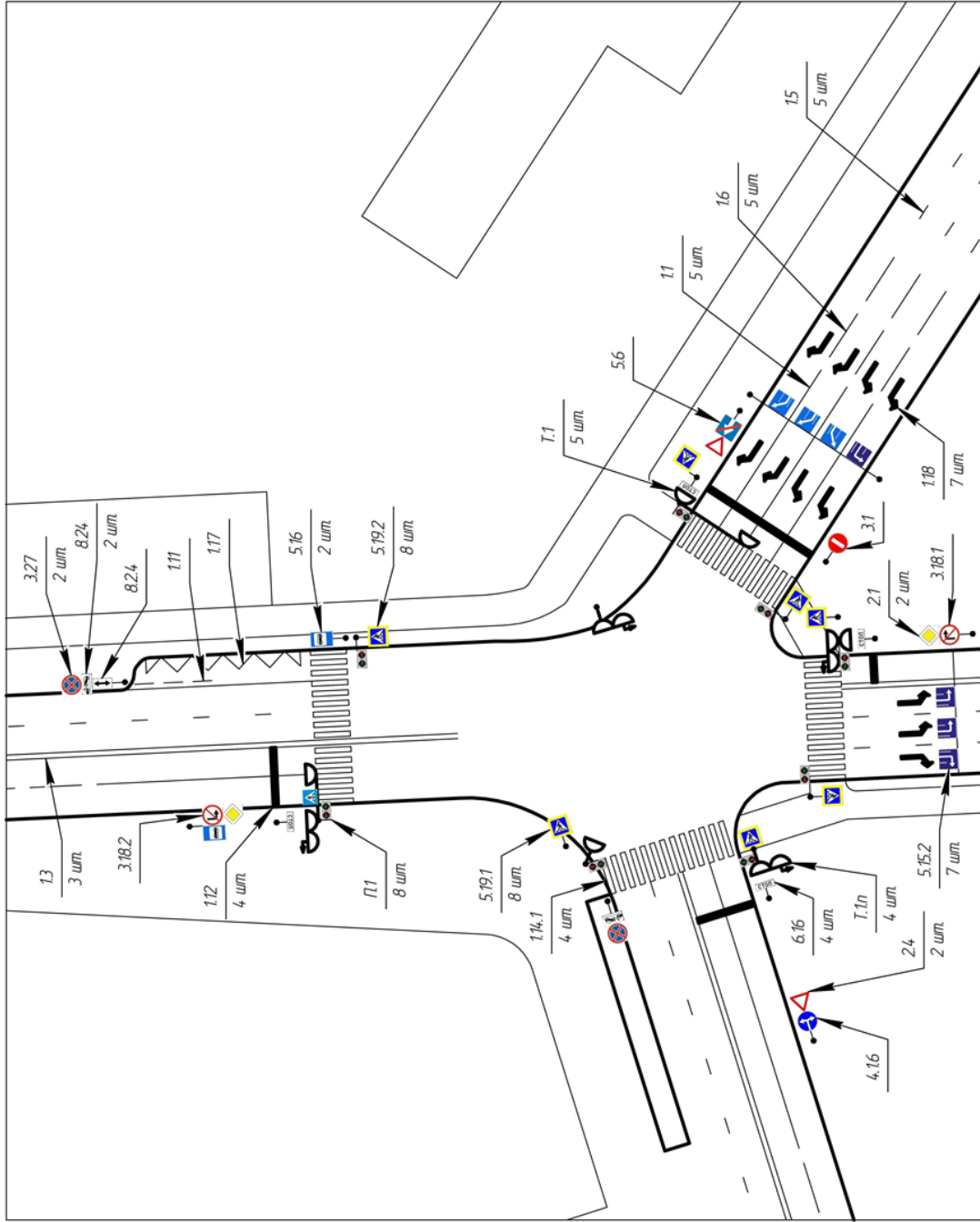


Рис. ПЗ. Существующая схема организации дорожного движения

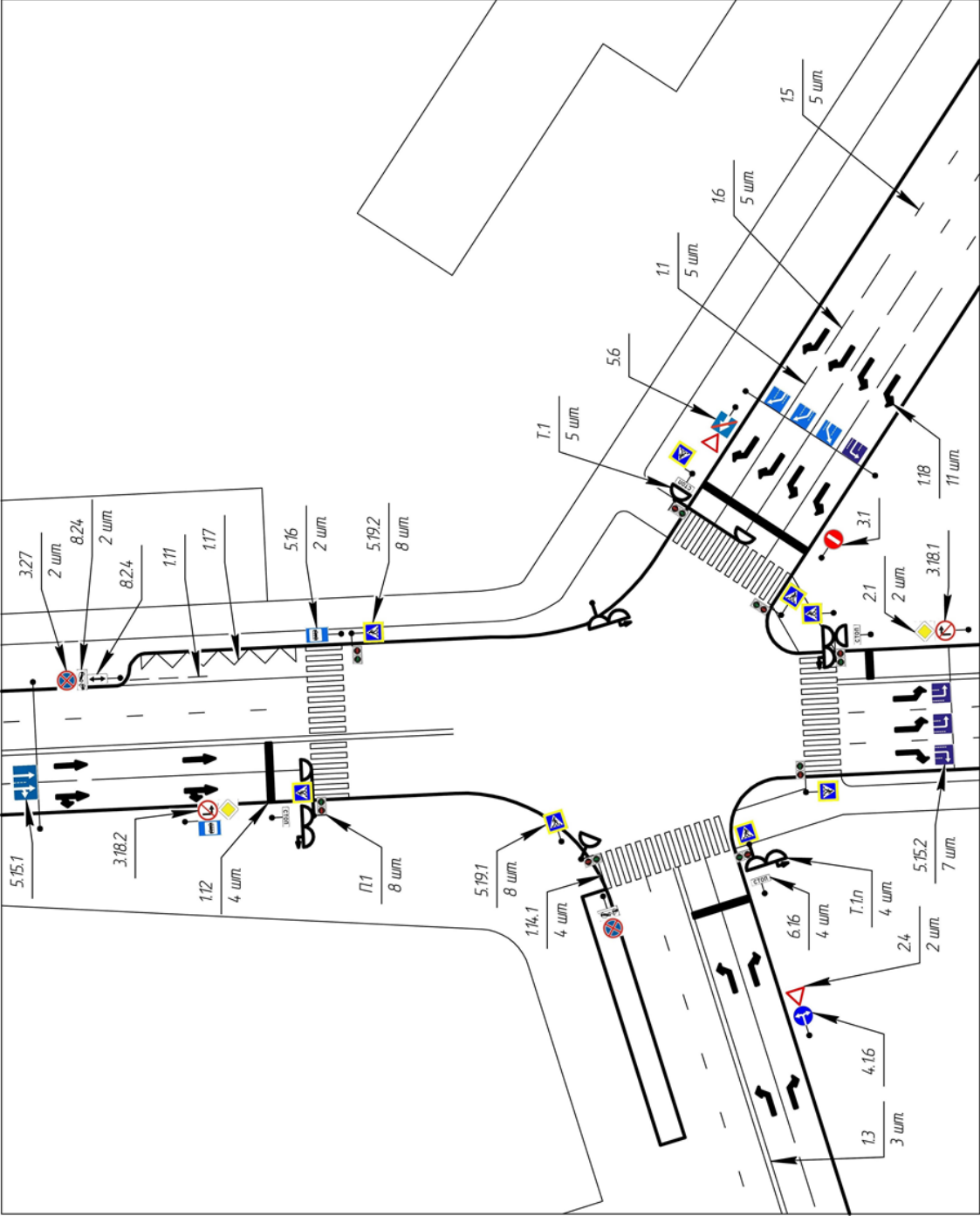


Рис. П4. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

3. Регулируемый перекресток Лыбедская магистраль – Ерофеевский спуск (рис. П5 и П6).

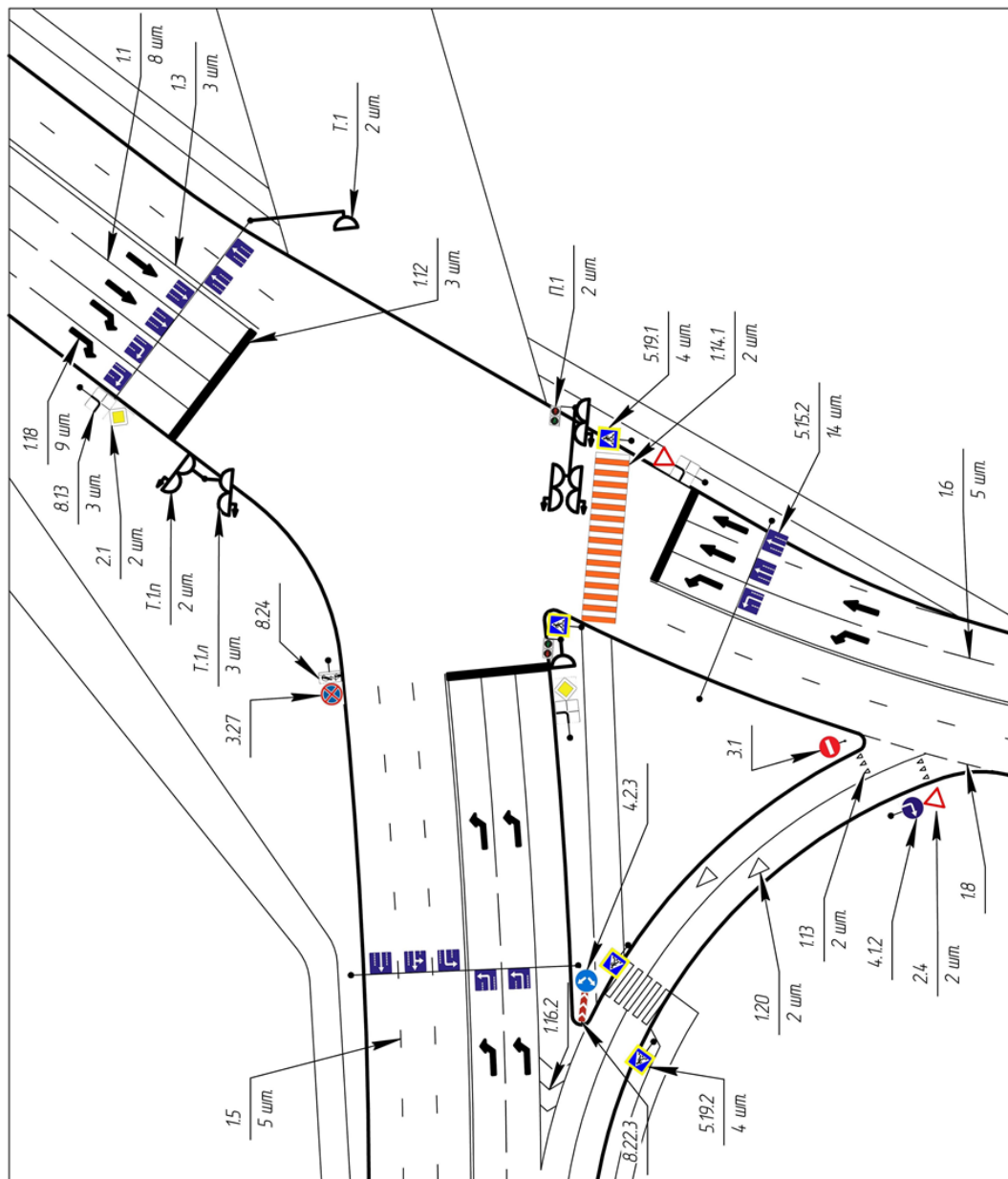


Рис. П5. Существующая схема организации дорожного движения

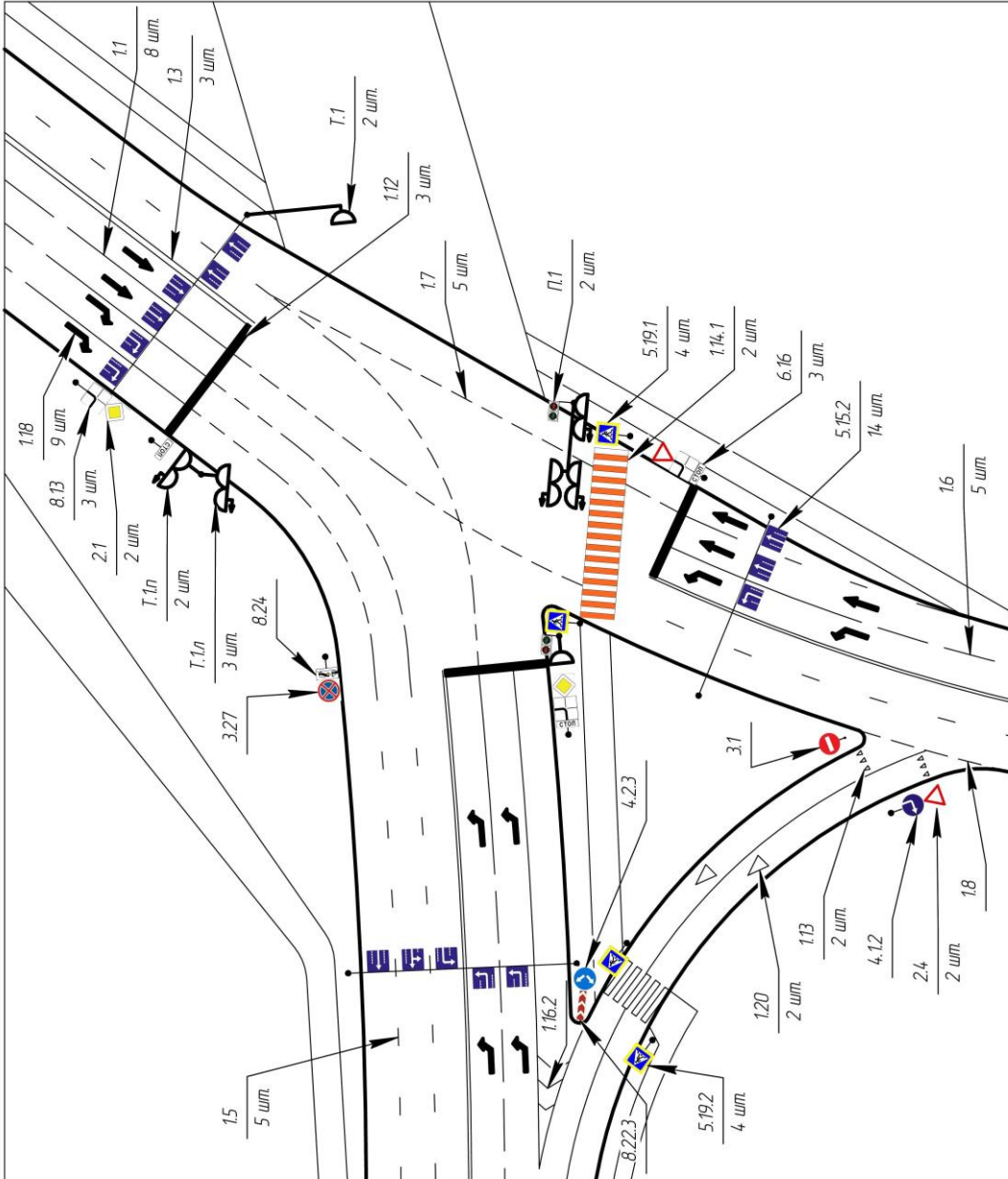


Рис. П6. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

4. Регулируемый перекресток М7 – улица Безыменского (рис. П7 и П8).

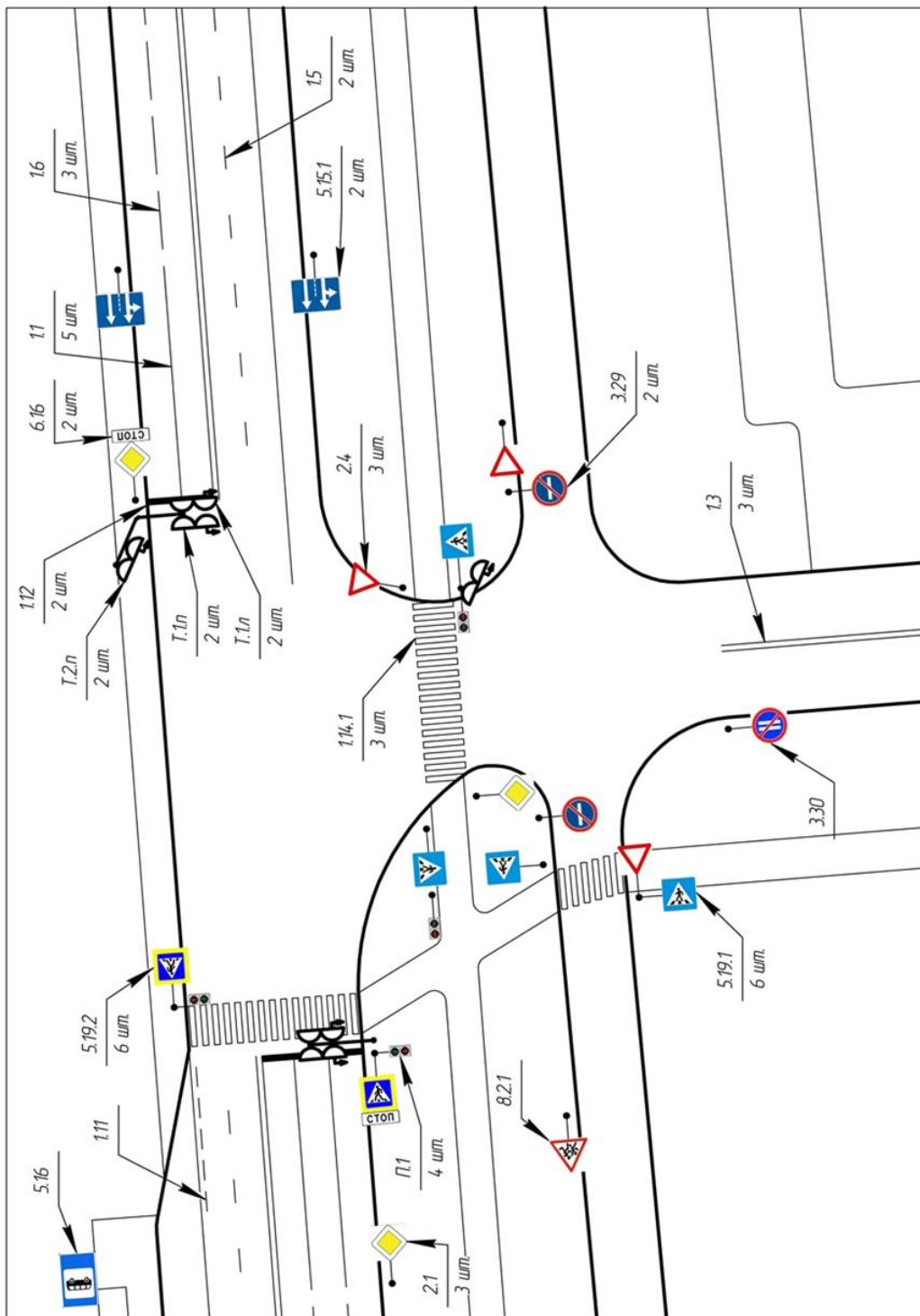


Рис. П7. Существующая схема организации дорожного движения

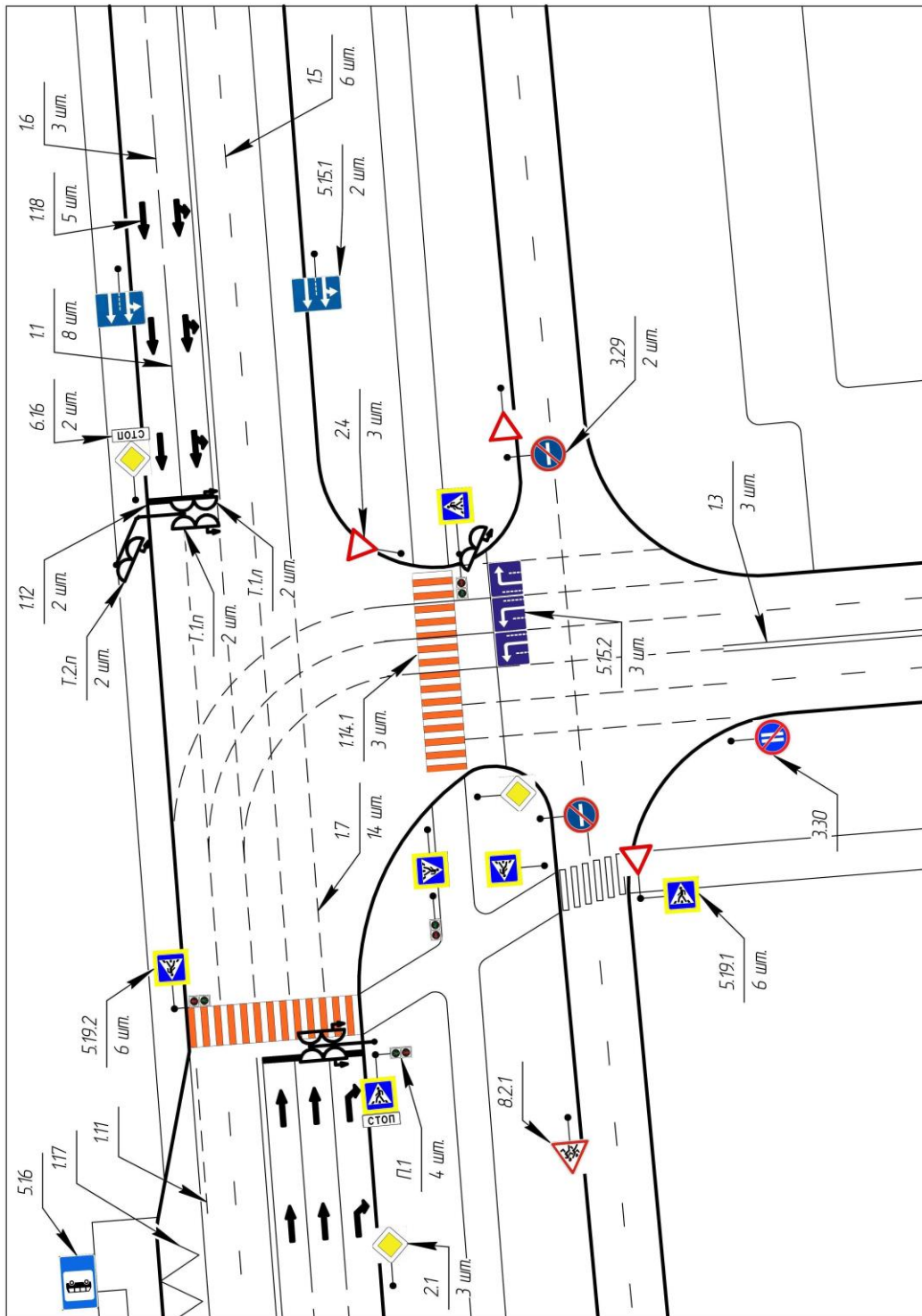


Рис. П8. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

5. Перекресток Судогодское шоссе – автодорога д. Улыбышево – д. Коняево (рис. П9 и П10).

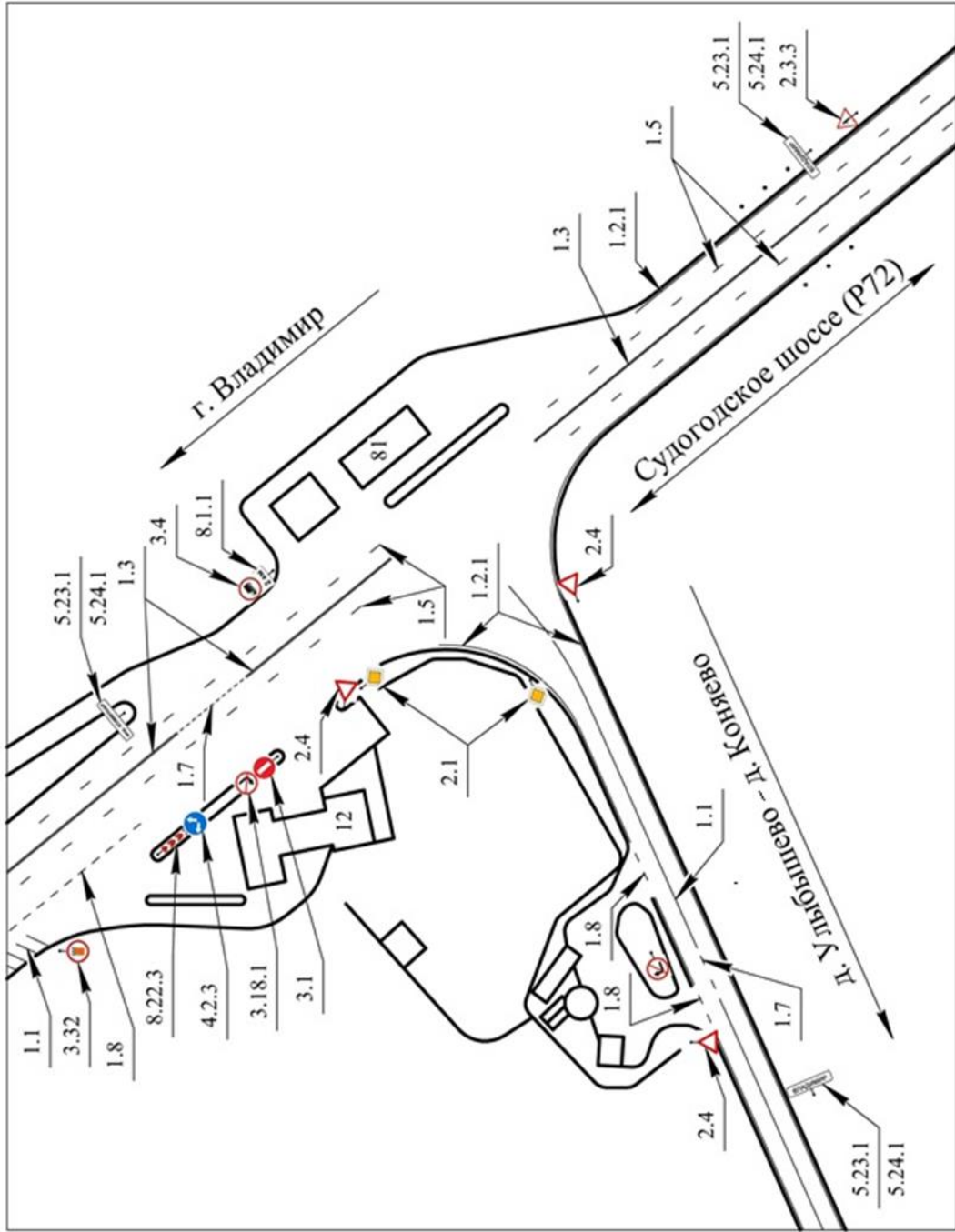


Рис. П9. Существующая схема организации дорожного движения

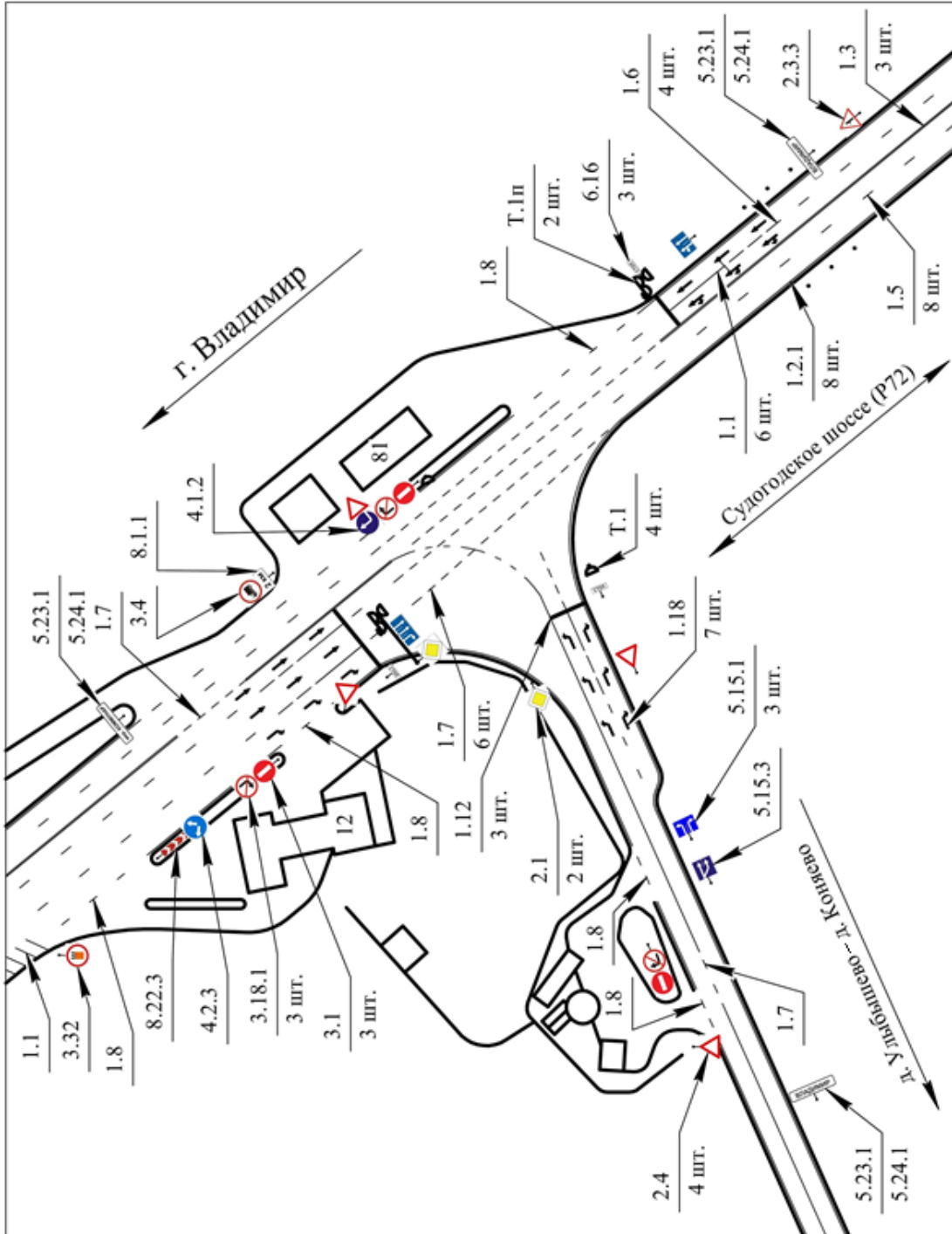


Рис. П10. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

6. Регулируемый перекресток улица Мира – Большая Нижегородская (рис. П11 и П12).

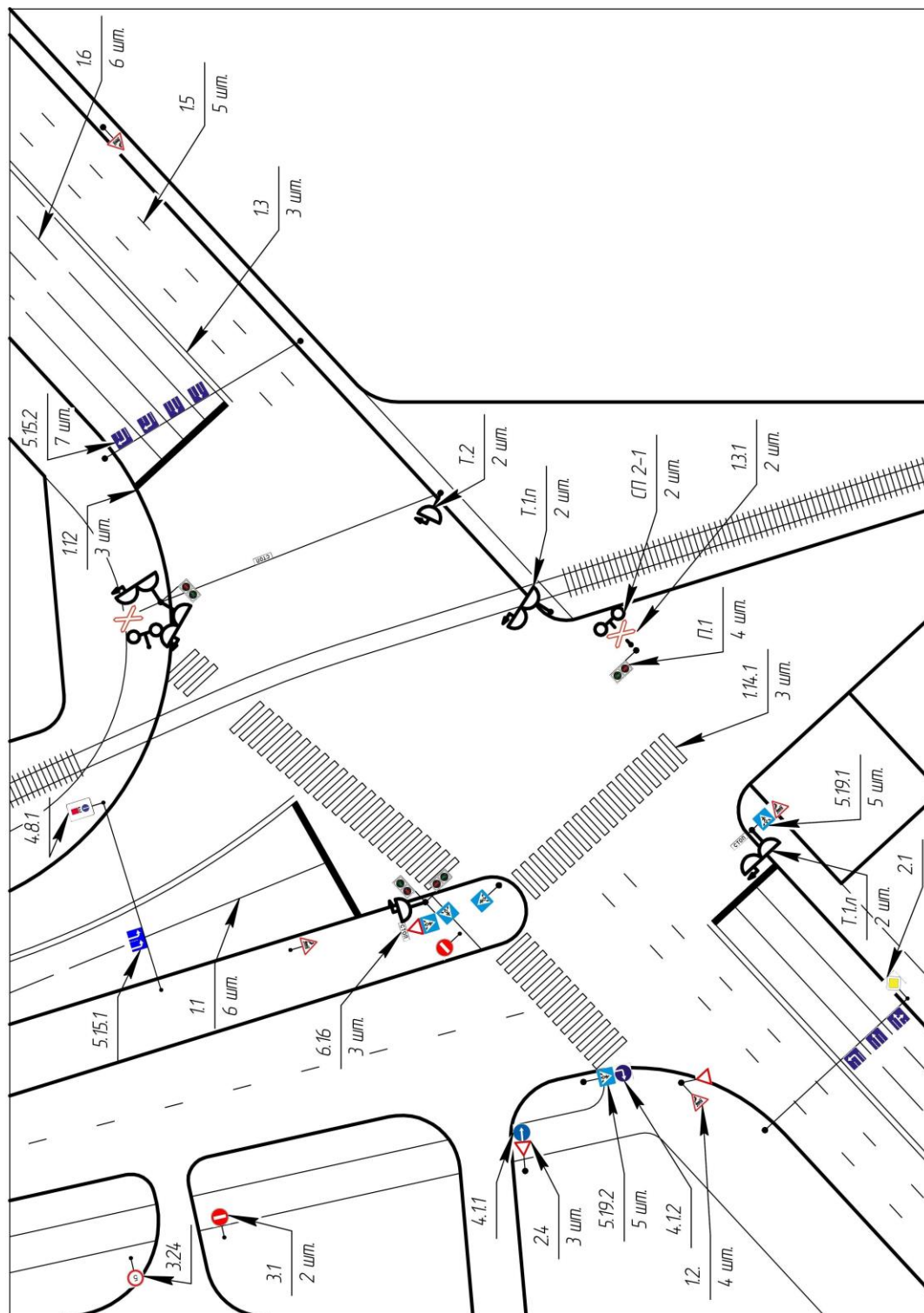


Рис. П11. Существующая схема организации дорожного движения

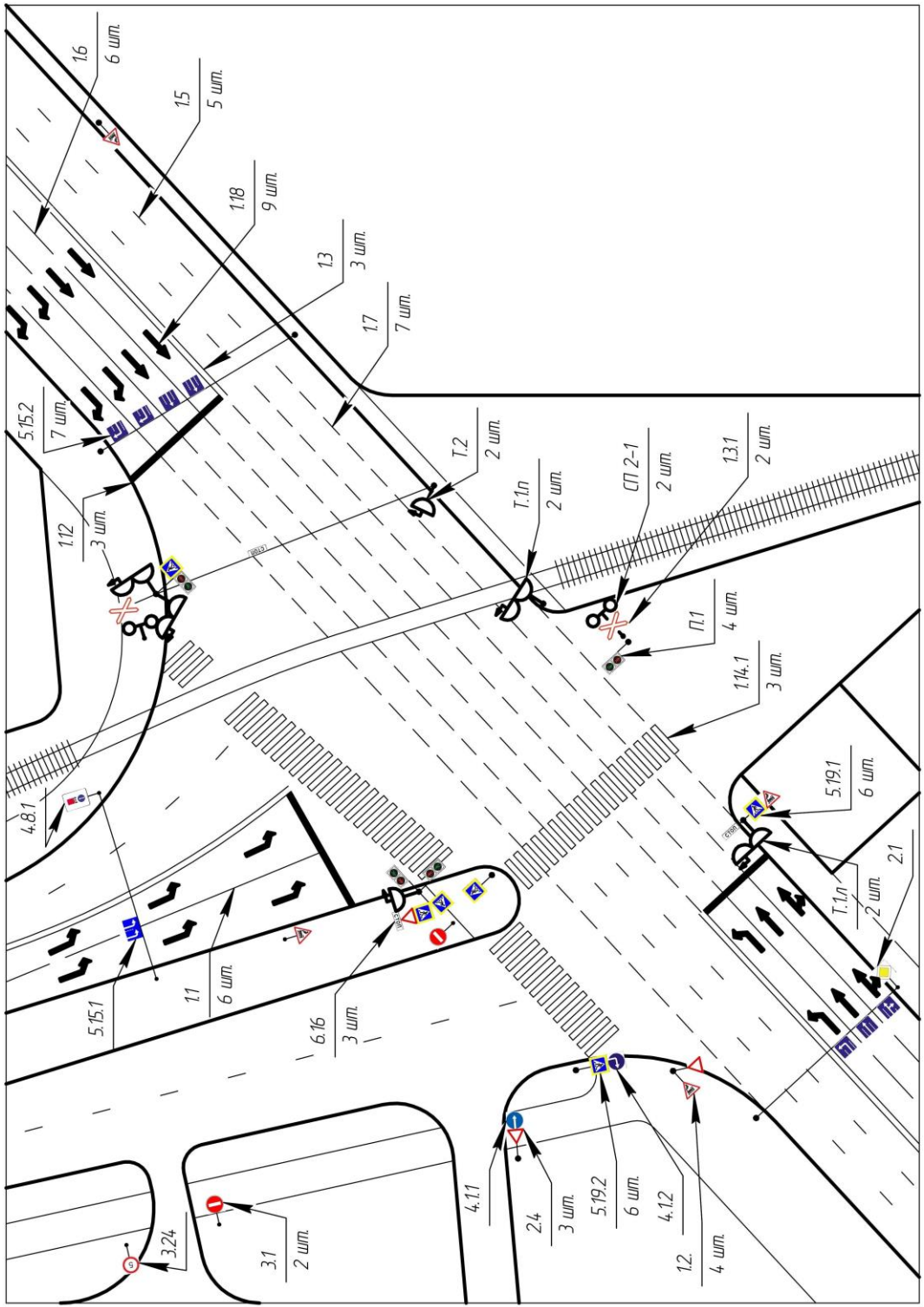


Рис. П12. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

7. Регулируемый перекресток улица Большая Нижегородская – улица Погодина (рис. П13 и П14).

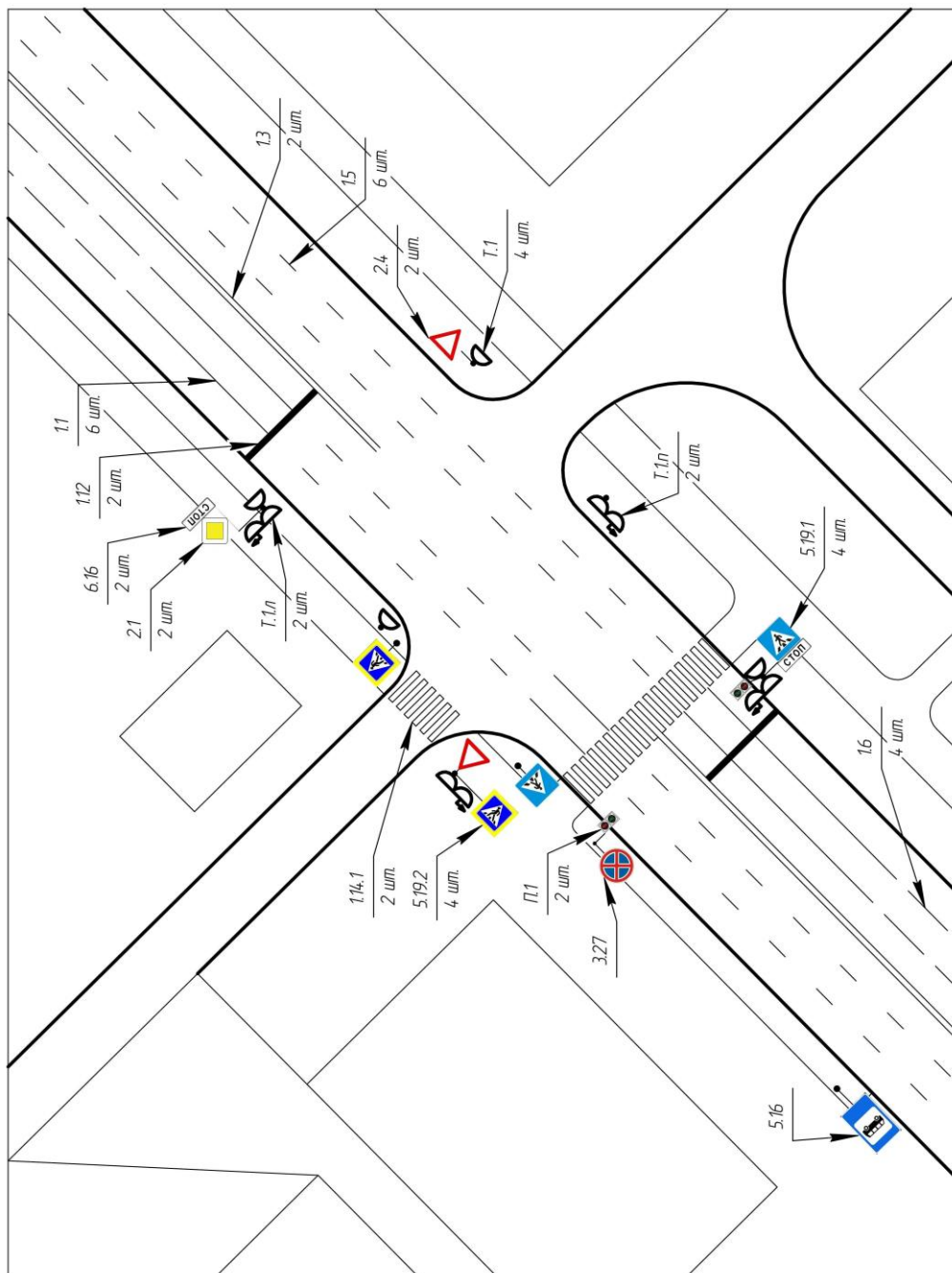


Рис. П13. Существующая схема организации дорожного движения

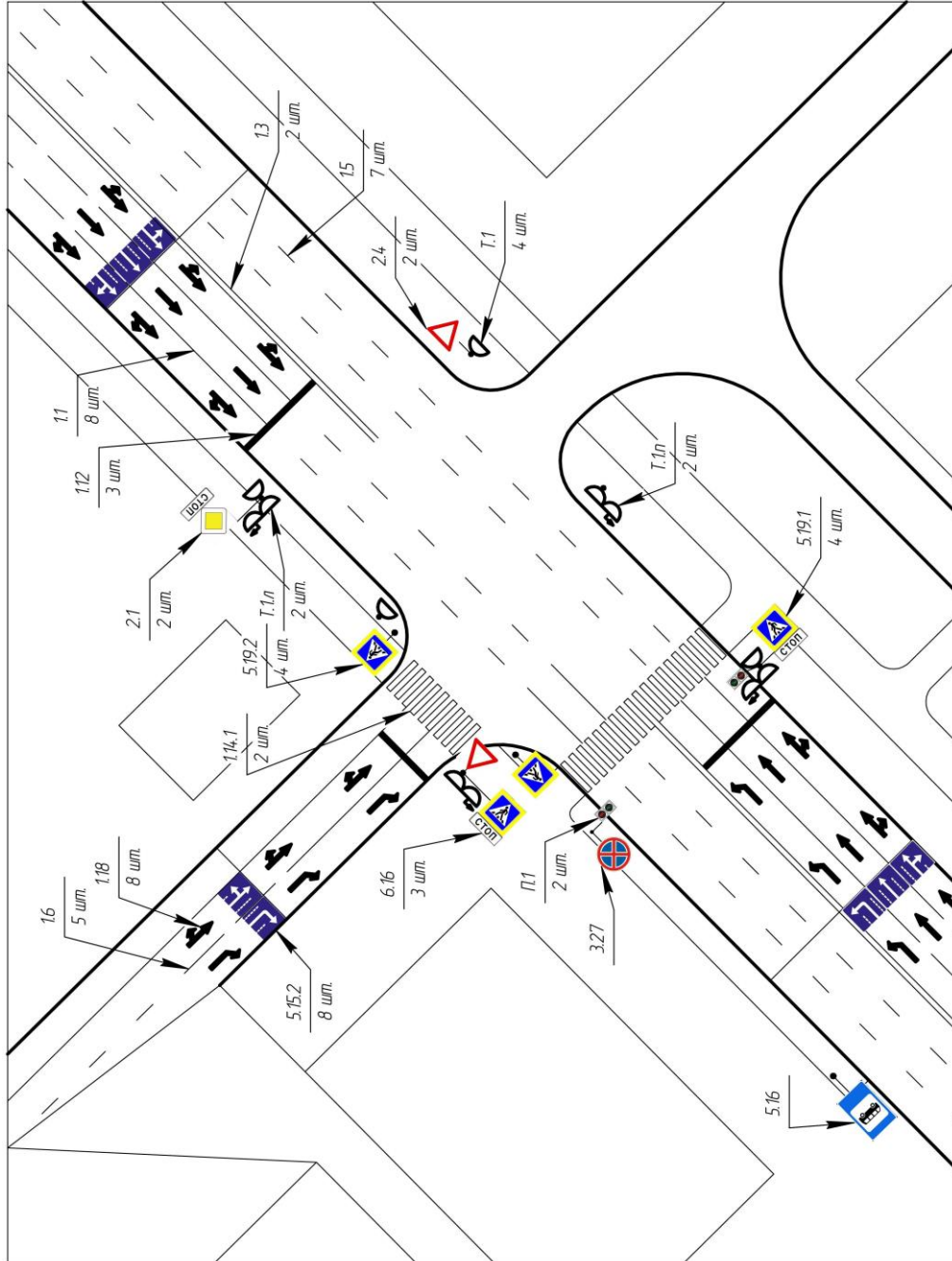


Рис. П14. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

8. Регулируемый перекресток улица Горького – улица Мира (рис. П15 и П16).

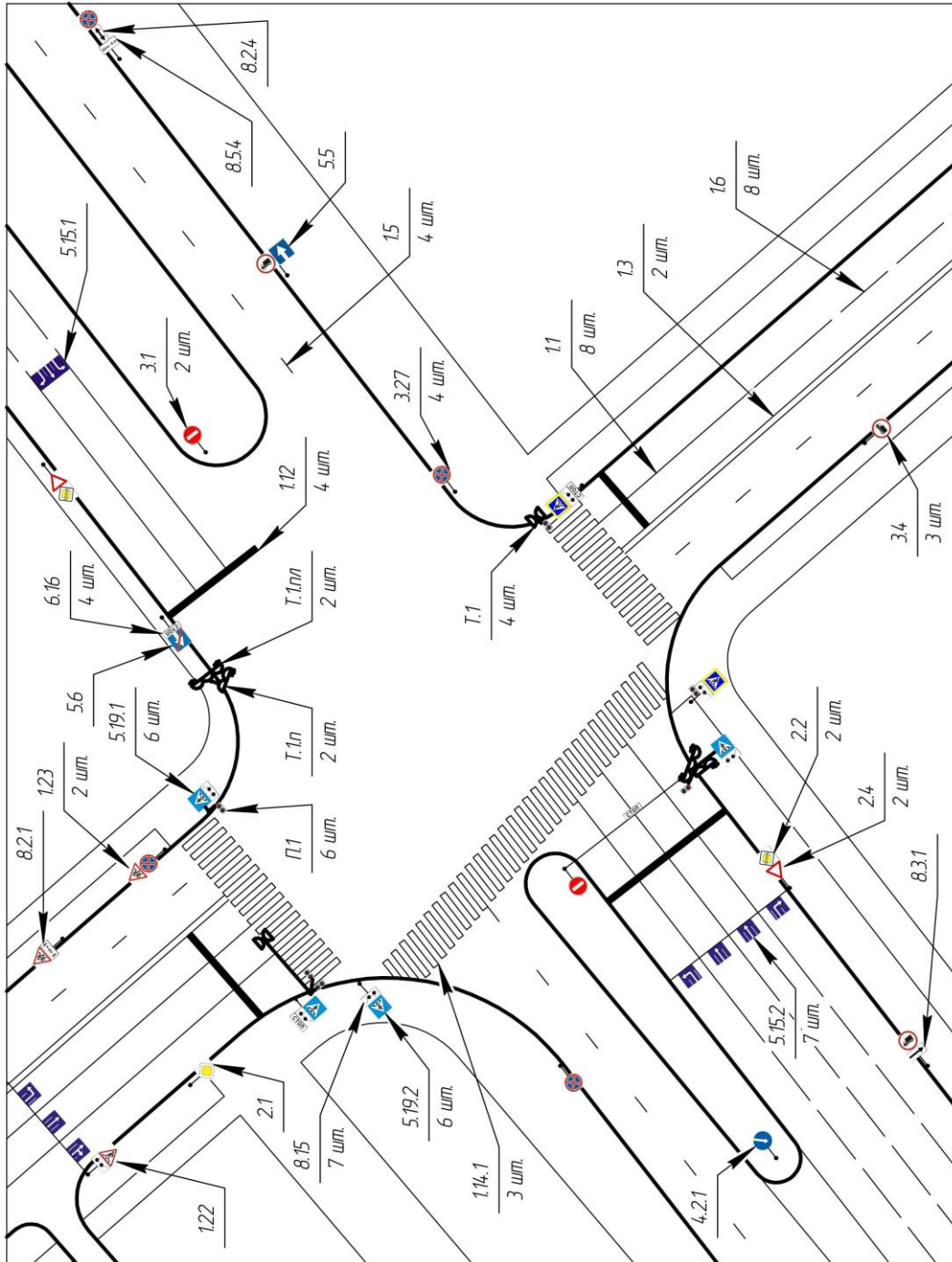


Рис. П15. Существующая схема организации дорожного движения

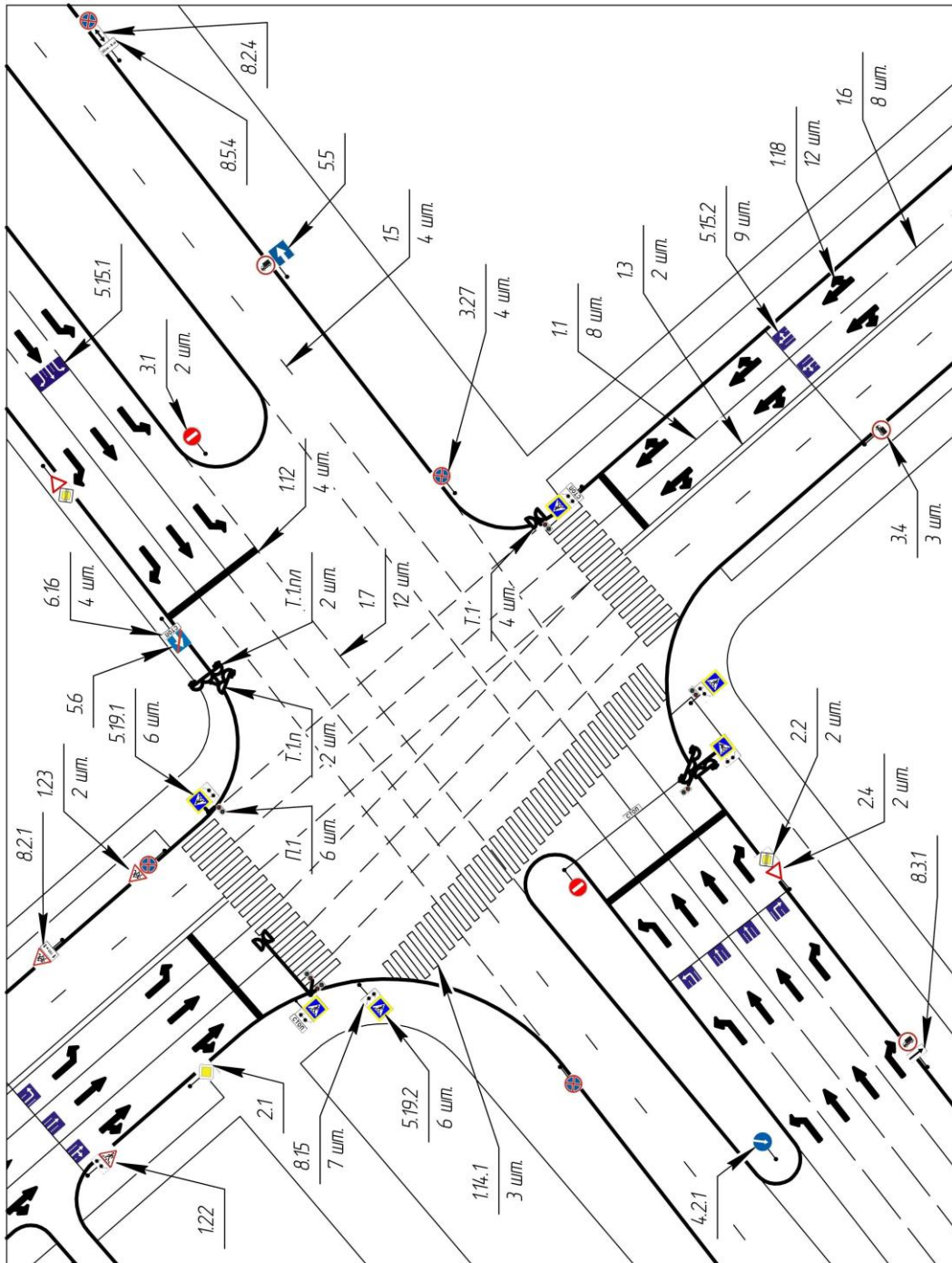


Рис. П16. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

9. Регулируемый перекресток улица Комиссарова – Суздальский проспект (рис. П17 и П18).

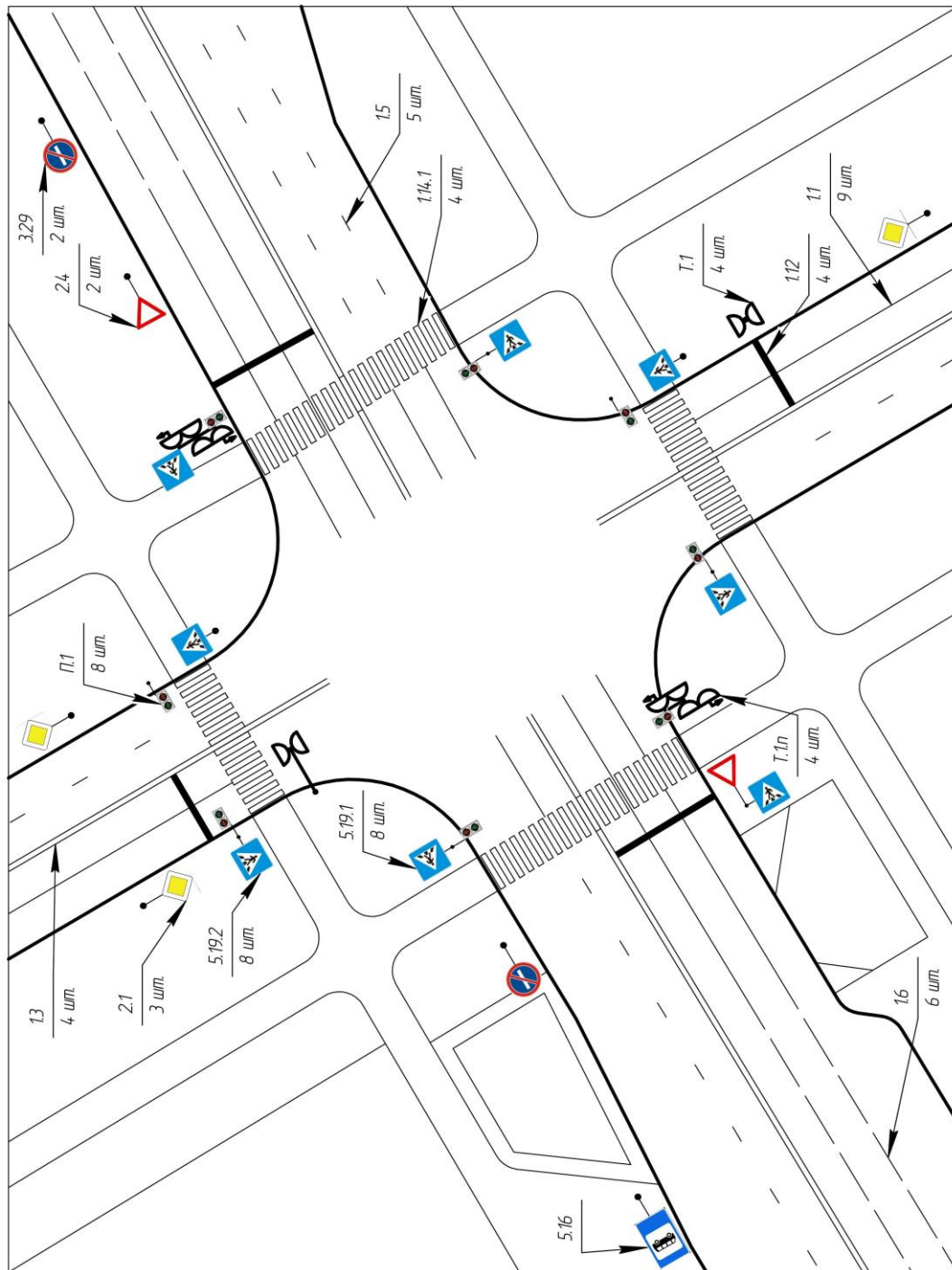


Рис. П17. Существующая схема организации дорожного движения

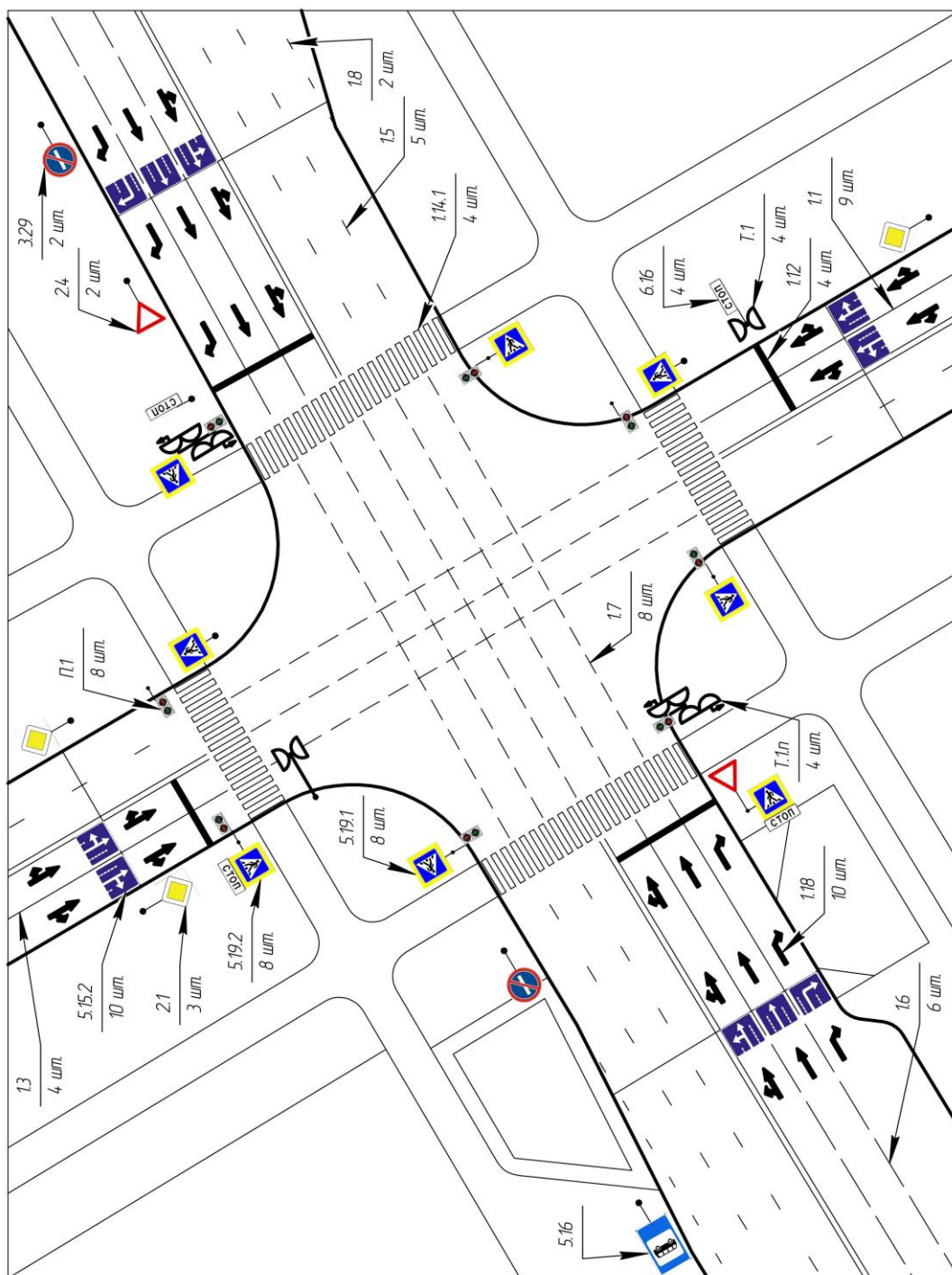


Рис. П18. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

10. Регулируемый перекресток улица Лакина – улица Белоконой (рис. П19 и П20).

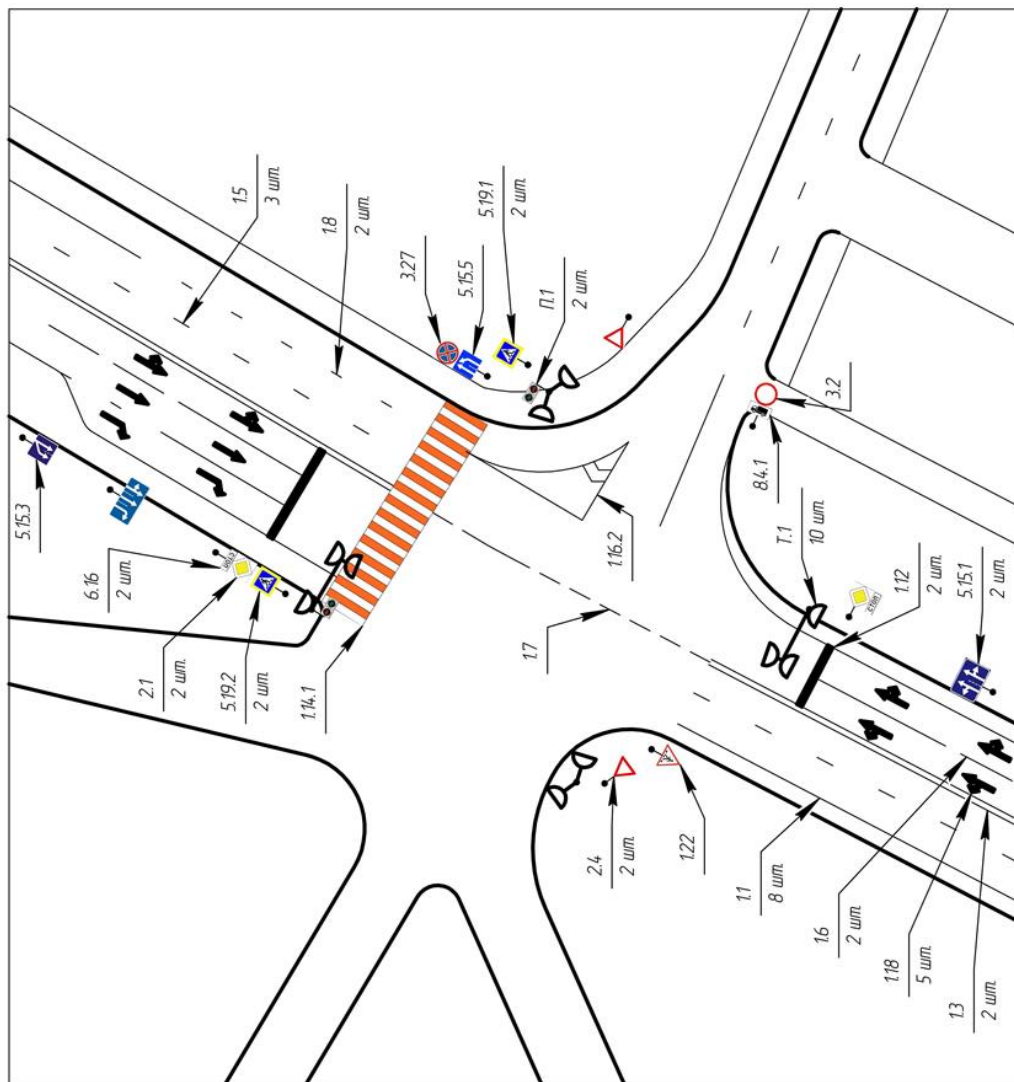


Рис. П19. Существующая схема организации дорожного движения

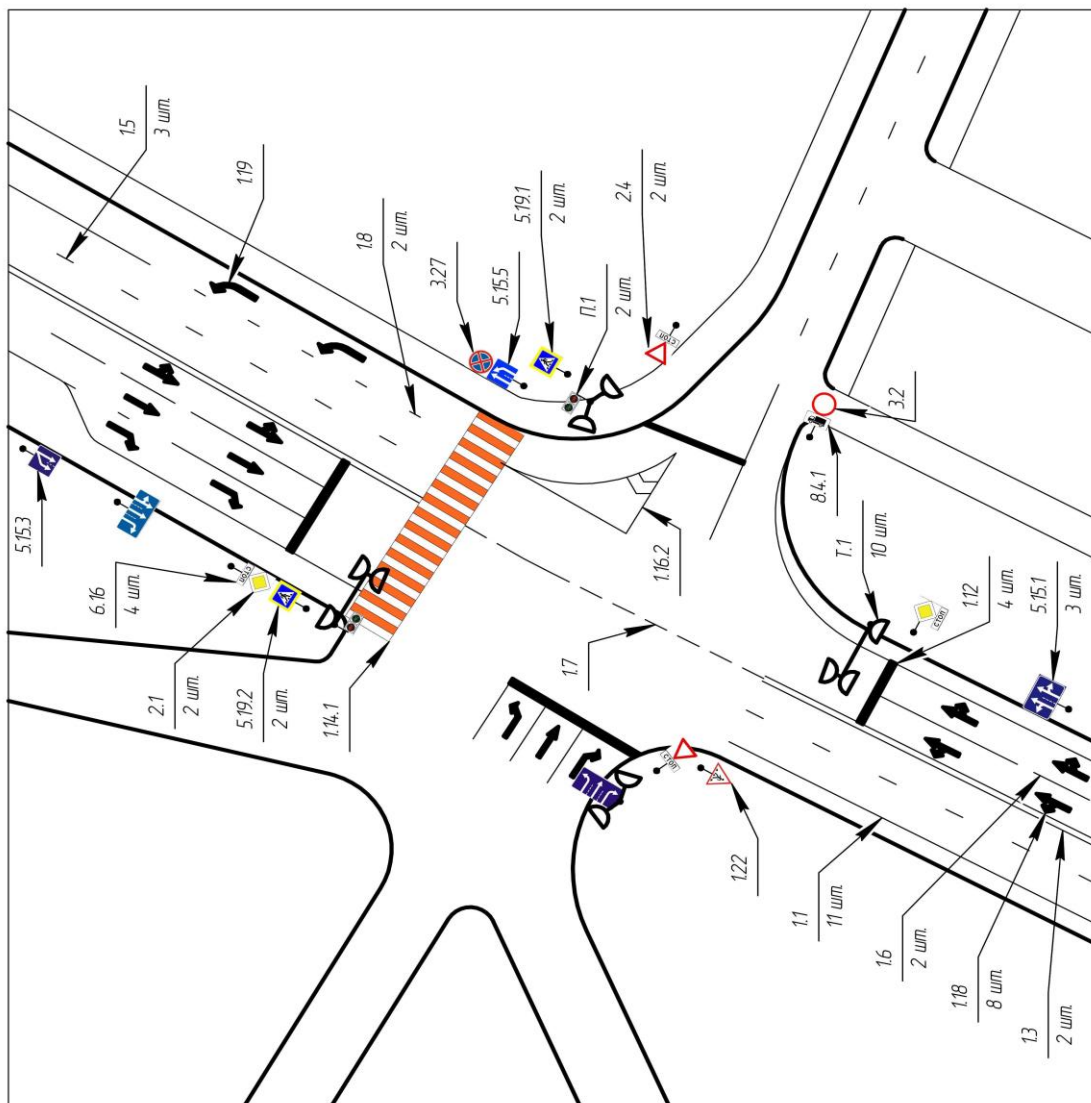


Рис. П20. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

11. Регулируемый перекресток улица Горького – проспект Строителей (рис. П21 и П22).

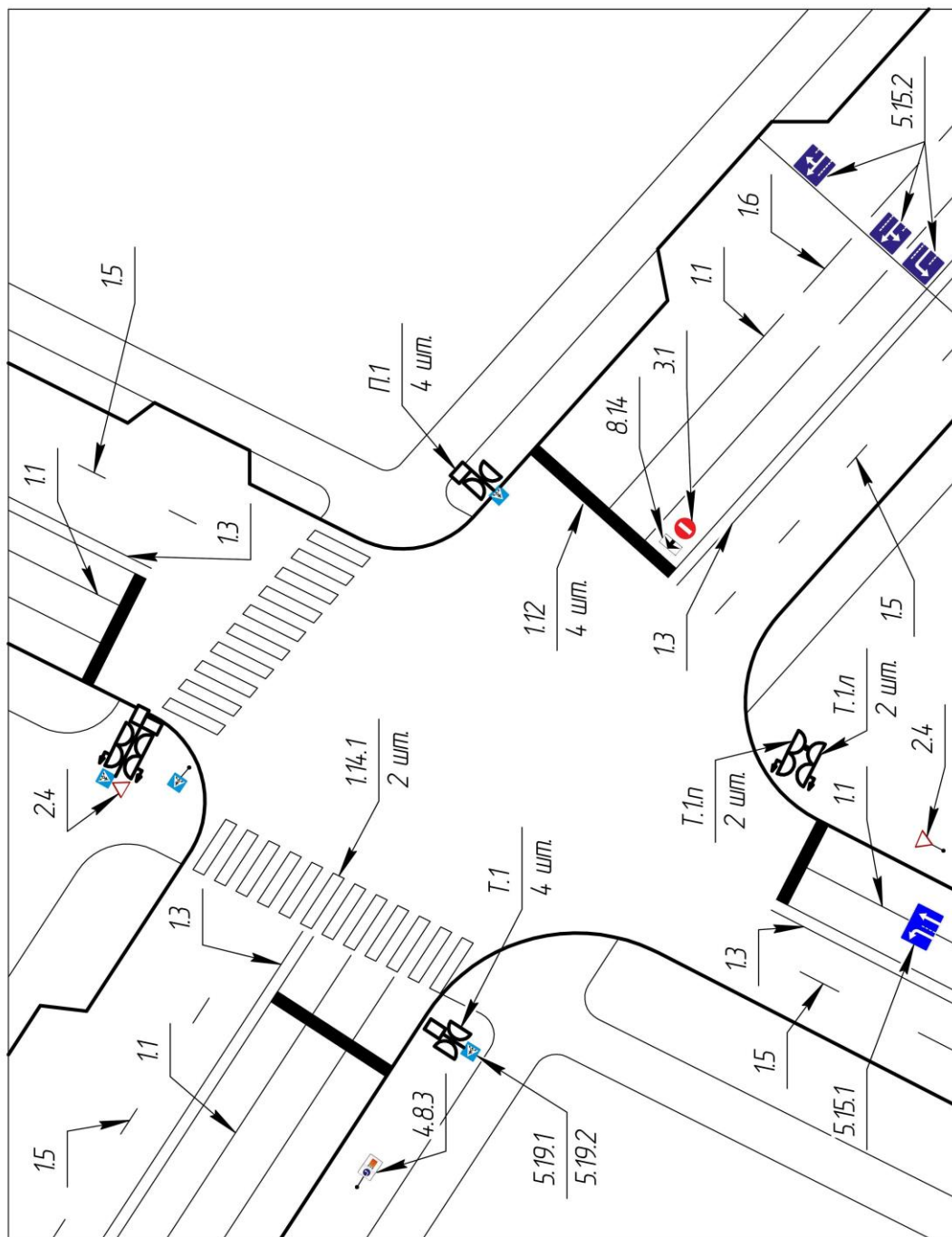


Рис. П21. Существующая схема организации дорожного движения

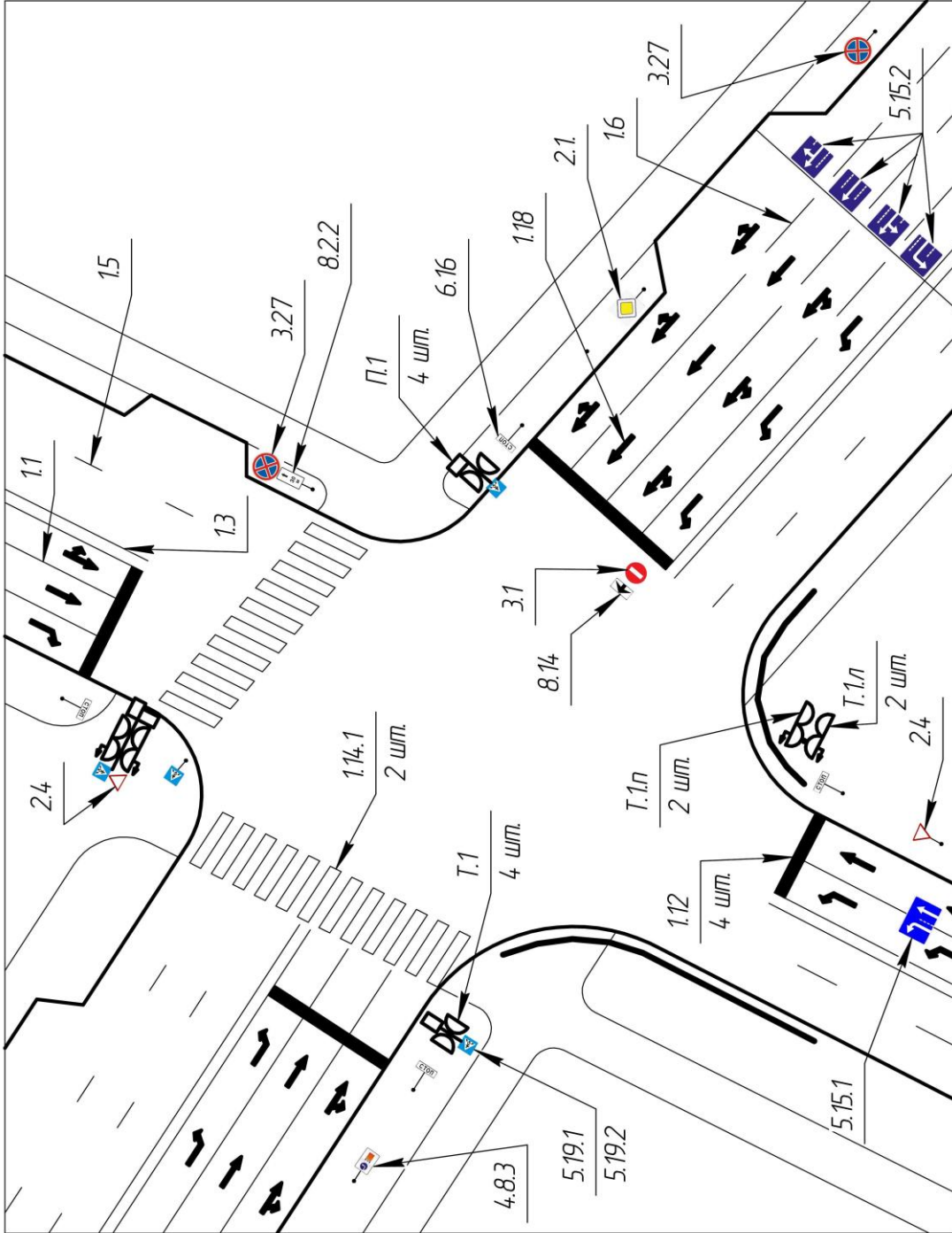


Рис. П22. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

12. Регулируемый перекресток улица Ленина – улица Крупской – улица Нетека г. Суздаль (рис. П23 и П24).

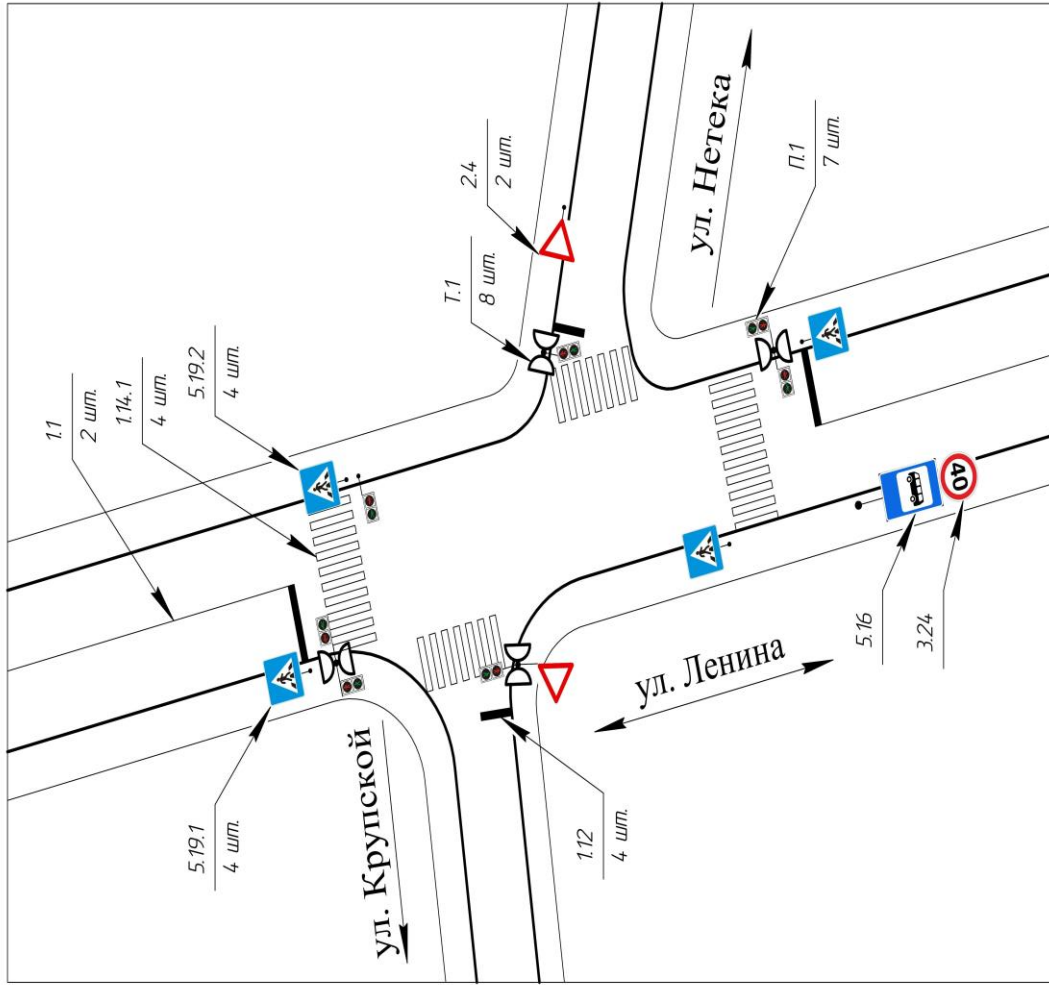


Рис. П23. Существующая схема организации дорожного движения

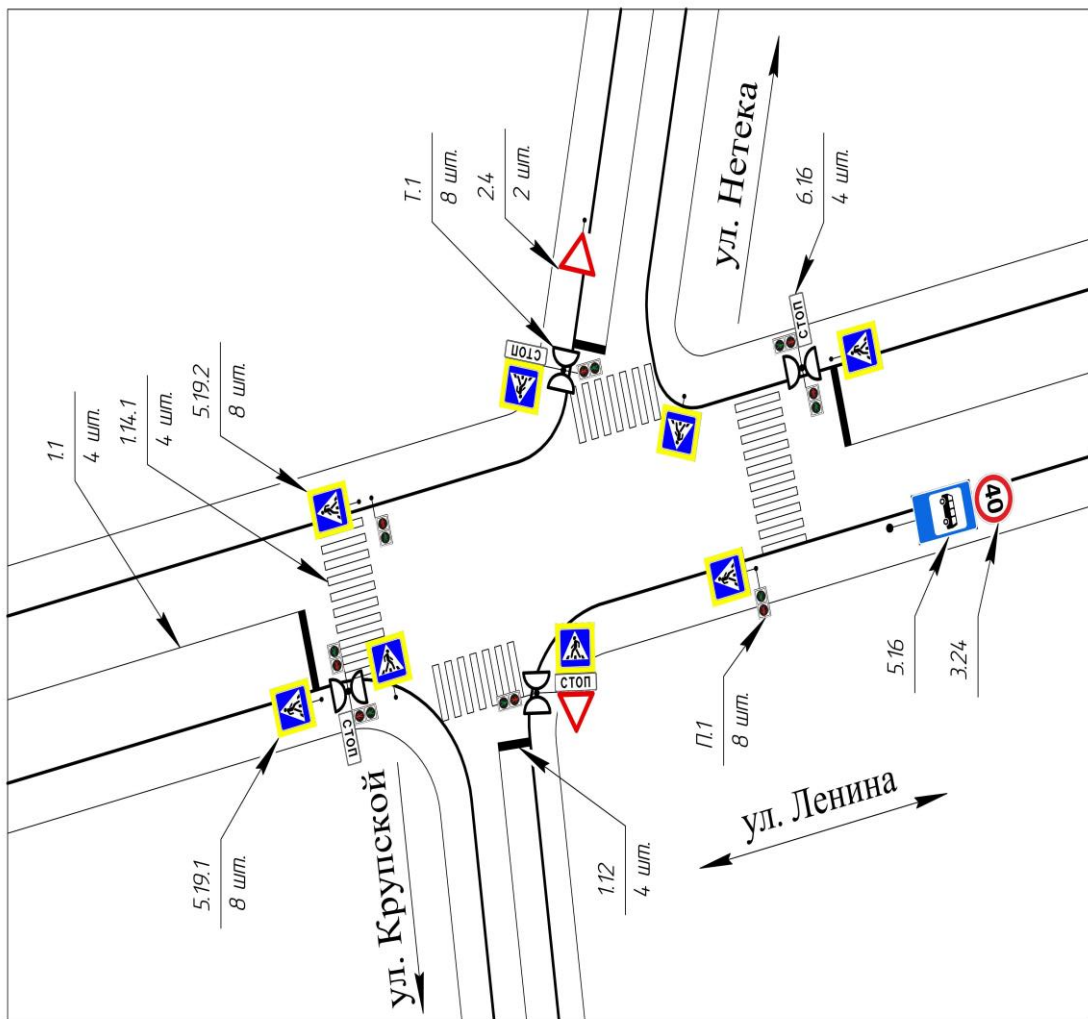


Рис. П24. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

13. Регулируемый перекресток улица Луначарского – улица Багурина (рис. П25 и П26).

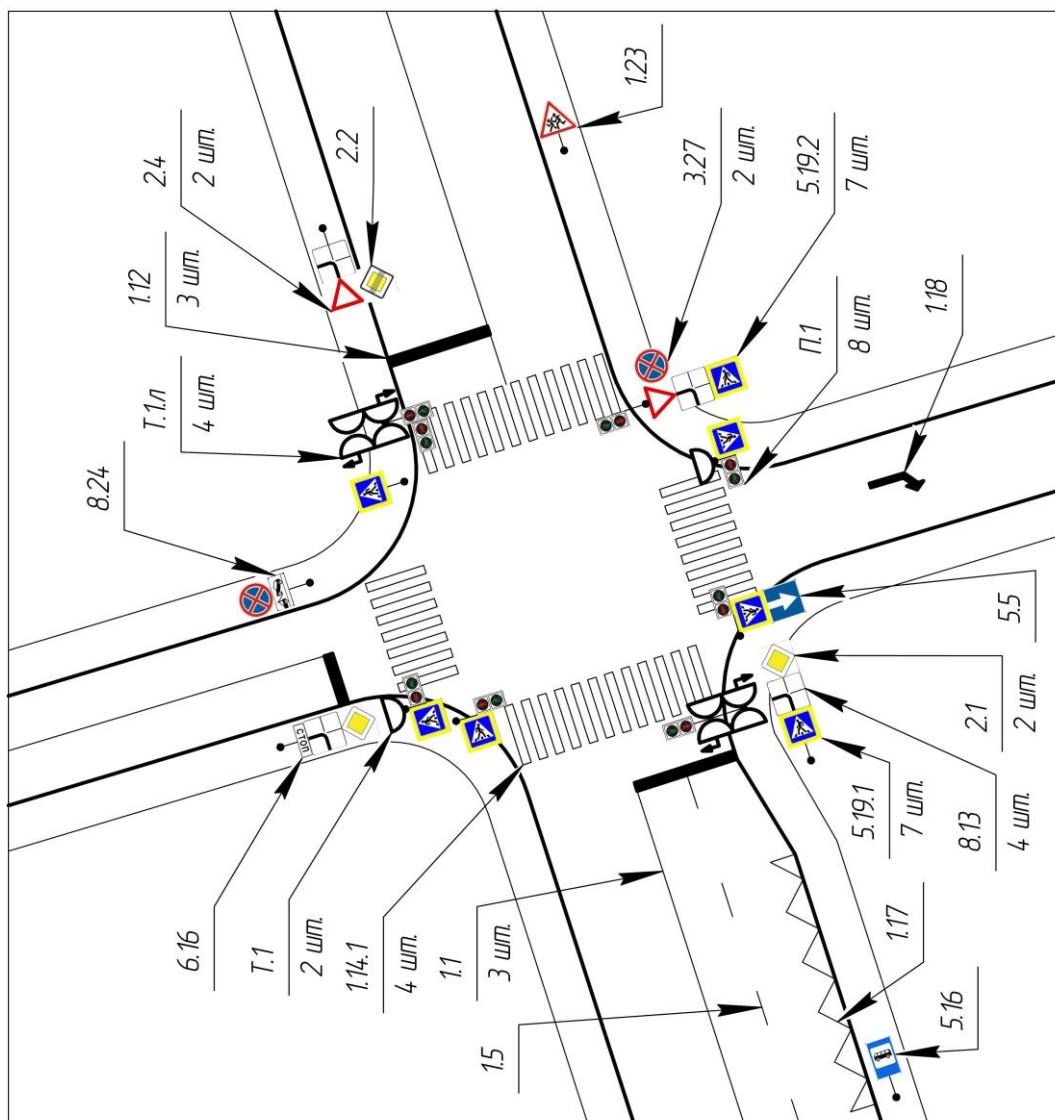


Рис. П25. Существующая схема организации дорожного движения

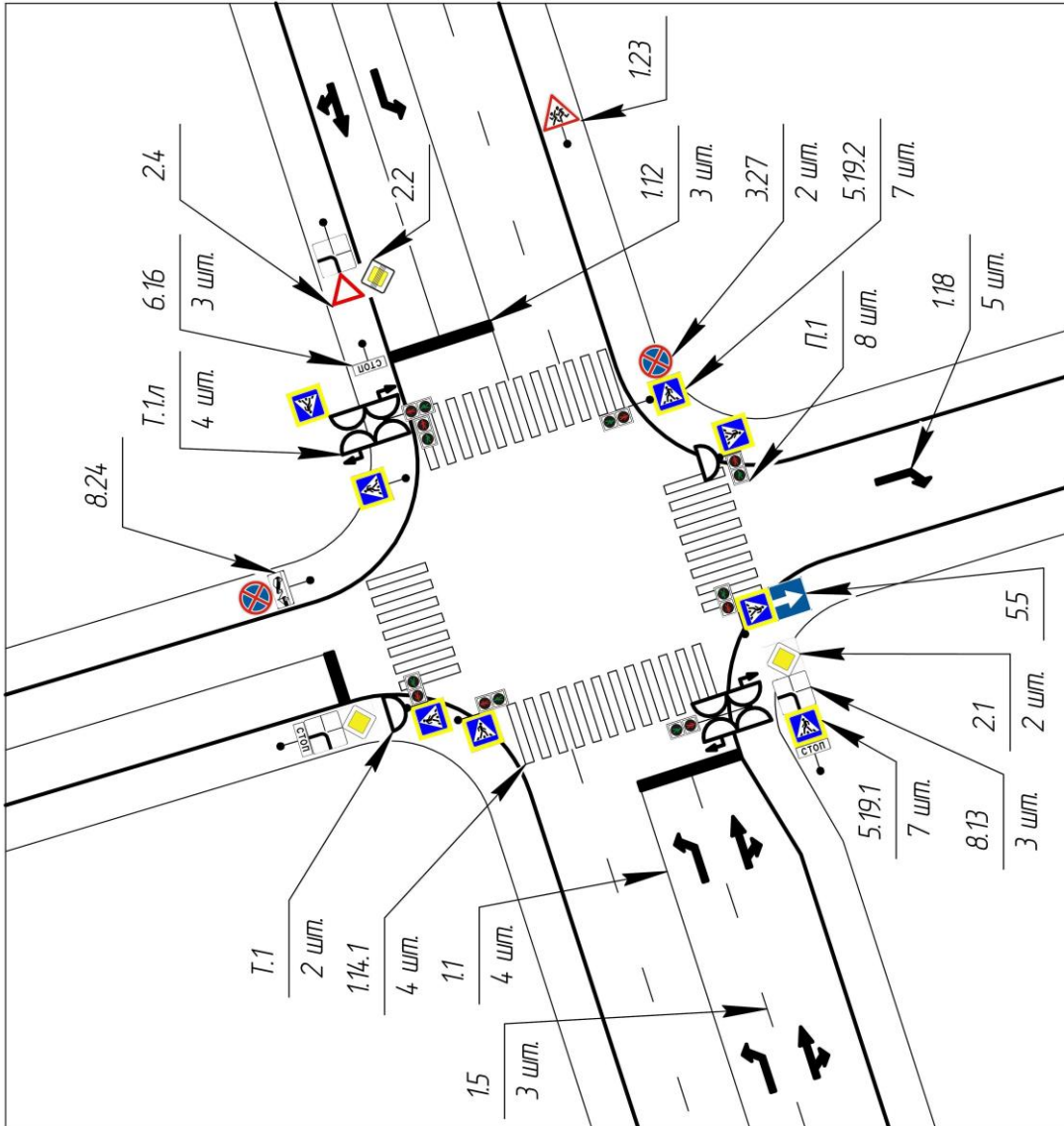


Рис. П26. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	4
1.1. Определение интенсивности и состава транспортного потока.....	4
1.2. Построение картограмм интенсивности транспортных потоков.....	8
1.3. Расчет теоретической пропускной способности полосы...	10
1.4. Расчет фактической пропускной способности полосы.....	15
1.5. Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости	16
1.5.1. Определение скоростей движения	16
1.5.2. Выбор предела допустимой скорости.....	18
1.6. Исследование параметров пешеходного движения	20
<i>Контрольные вопросы</i>	23
Глава 2. АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ И СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	25
2.1. Оценка сложности пересечения	25
2.2. Анализ дорожных условий	27
2.3. Дорожные знаки и разметка.....	27
2.4. Анализ существующего светофорного регулирования	28
2.5. Анализ режимов светофорного регулирования.....	31
2.6. Организация пофазного разъезда на трехсторонних перекрестках.....	36
2.7. Организация пофазного разъезда на четырехсторонних перекрестках.....	46
<i>Контрольные вопросы</i>	61
Глава 3. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ	63
3.1. Пример расчета четырехстороннего перекрестка	63
3.2. Пример расчета трехстороннего нерегулируемого перекрестка.....	90
3.3. Пример расчета трехстороннего регулируемого перекрестка.....	118
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	141
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	142
ПРИЛОЖЕНИЕ	145

Учебное издание

ТОЛКОВ Алексей Владимирович

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ И В ГОРОДАХ

Учебное пособие по выполнению курсового проекта

Редактор А. А. Амирсейидова

Технический редактор С. Ш. Абдуллаева

Компьютерный набор А. В. Толкова

Компьютерная верстка Л. В. Макаровой

Выпускающий редактор Е. В. Невская

Подписано в печать 25.06.19.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 10,0. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.