

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

А. В. ТОЛКОВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ

Учебное пособие по выполнению
выпускной квалификационной работы



Владимир 2018

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 Совершенствование дорожного движения на перекрестках : учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с.
ISBN 978-5-9984-0852-6

Содержатся необходимые рекомендации по выполнению выпускной квалификационной работы 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. 44. Ил. 78. Библиогр.: 25 назв.

УДК 656.1/5
ББК 39.3

ISBN 978-5-9984-0852-6

© ВлГУ, 2018

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.

Приведены полная классификация дорожно-транспортных происшествий и их анализ на конкретном перекрестке. Рассмотрены вопросы экологической безопасности автомобильного транспорта, уличного освещения перекрестков, оценка шумового фона транспортных потоков и составление инструкции по охране труда водителя.

Дается экономическое обоснование внедрения мероприятий по регулированию и безопасности дорожного движения.

Тематика выпускных квалификационных работ разрабатывалась с учетом основных проблем современного состояния дорожно-транспортного комплекса во Владимире и Владимирской области.

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

Цель издания пособия – помочь студентам указанного направления в выборе темы выпускной квалификационной работы и разработке основных разделов.

Глава 1. ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

Государственная итоговая аттестация – завершающий блок базовой части образовательной программы, который заключается в подготовке выпускной квалификационной работы (ВКР) и присвоении выпускнику квалификации бакалавра по направлению «Технология транспортных процессов».

Цель ВКР – выявить степень усвоения бакалавром полученных знаний и способность самостоятельно применять их при решении поставленных задач.

Задача ВКР – систематизация, обобщение и закрепление бакалавром общетехнических, специальных знаний и практических навыков по избранному направлению.

Разработка ВКР по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» должна быть подчинена решению основных задач – обеспечению дорожной и экологической безопасности при перевозке грузов и пассажиров, экономической эффективности работы автомобильного транспорта. Решать их необходимо в таких общих направлениях, как совершенствование дорожных условий и развитие улично-дорожной сети, повышение пропускной способности улиц и дорог.

Для направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов» рекомендуется следующая тематика ВКР, которую можно разделить на блоки:

1. Исследование, оценка и совершенствование дорожного движения на перекрестках, в транспортных узлах и на участках дорог.

Возможная формулировка тем по данному блоку:

1. Оценка безопасности дорожного движения на регулируемом (нерегулируемом) перекрестке улицы (проспекта, автодороги) (название) – улицы (проспект, автодорога) (название) города (название).

2. Разработка мероприятий по организации движения на перекрестке улицы (проспекта, автодороги) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) города (название).

3. Повышение эффективности и безопасности дорожного движения на регулируемом (нерегулируемом) перекрестке улицы (проспекта, автодороги) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) города (название).

4. Исследование показателей организации движения на перекрестке улицы (проспекта, автодороги) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) города (название) и разработка мероприятий по повышению пропускной способности.

5. Оценка организации дорожного движения на регулируемом (нерегулируемом) перекрестке улицы (проспекта, автодороги) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) города (название) и разработка мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения.

6. Разработка мероприятий по увеличению пропускной способности перекрестка на пересечении улиц (название) города (название).

7. Оценка безопасности дорожного движения на регулируемом (нерегулируемом) перекрестке улицы (проспекта, автодороги) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) города (название) и разработка мероприятий по повышению эффективности дорожного движения.

8. Комплексное совершенствование организации дорожного движения на регулируемом (нерегулируемом) перекрестке улицы (проспекта, автодороги) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) города (название).

9. Разработка проекта организации движения на регулируемом (нерегулируемом) перекрестке улицы (проспекта, автодороги) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) города (название).

10. Разработка схемы организации движения на перекрестке дороги (название) в районе торгового комплекса (название) города (название).

11. Разработка мероприятий по повышению эффективности дорожного движения в транспортном узле (развязке) улицы (проспект, автодорога) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) – улица (проспект, автодорога) (название) города (название).

II. Снижение аварийности в конкретном городе, районе и на участке дороги.

Возможная формулировка тем по данному блоку:

1. Разработка мероприятий, направленных на снижение уровня дорожно-транспортных происшествий в городе (название).
2. Анализ дорожно-транспортных происшествий и разработка мероприятий по их предупреждению (снижению).
3. Разработка мероприятий по снижению аварийности на участке дороги (название) – подъезд к городу (название).

III. Служба безопасности дорожного движения и охрана окружающей среды конкретного предприятия.

Возможная формулировка тем по данному блоку:

1. Разработка мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на примере организации (название организации, юридического лица) города (название).
2. Организация работы службы безопасности движения на автобусном предприятии (название).
3. Разработка мероприятий по охране окружающей среды на автобусном предприятии (название).

IV. Совершенствование методов подготовки водителей.

В учебном пособии подробно рассмотрены блоки I и II, так как они составляют примерно 90 % от общего количества тем ВКР. Блоки III и IV рассмотрены в литературе [1].

По каждой теме формулируется конкретное задание на ВКР, которое утверждается приказом ректора по университету.

ВКР состоит из пояснительной записки (ПЗ) объемом 50 – 75 страниц и графической части (презентации), включающей 10 – 20 листов. Оформление ПЗ должно соответствовать «Регламенту оформления выпускных квалификационных работ по основным профессиональным образовательным программам высшего образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых"», (Регламент ВКР), ГОСТ 7.32-2001. Межгосударственный стан-

дарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления и ГОСТ 2.105-95. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

Пояснительная записка ВКР должна содержать:

а. Титульный лист.

б. Задание, которое представляет собой один лист Ф А4, распечатанный с обеих сторон.

в. Аннотацию (объем не более одного листа Ф А4), выполненную на русском и иностранном языках. Аннотация должна содержать цель ВКР, результаты работы и их новизну, степень внедрения и другое, а также сведения об объеме ВКР, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве использованных источников.

г. Содержание.

д. Введение. Во введении формулируются актуальность работы, цель и задачи ВКР.

е. Основную часть.

ж. Заключение.

з. Список использованных источников.

и. Приложения (если таковые имеются).

к. Отзыв руководителя.

л. Заключение комиссии по проверке ВКР на объем заимствования.

м. Заявление о самостоятельном характере выполнения ВКР.

н. CD / DVD диск с презентацией или распечатанную презентацию.

В ПЗ ВКР должны быть выполнены рамки и основная надпись в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи.

На титульном листе и листе задания рамку не вычерчивают.

Глава 2. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

2.1. Пересечения в одном уровне

Все рассматриваемы в ВКР перекрестки являются пересечениями в одном уровне. Более подробно о пересечениях с автомобильными дорогами и примыканиях к ним, пересечениях в одном уровне, пересечениях автомобильных дорог в разных уровнях, о проектировании переходно-скоростных полос, зонах переплетения потоков и пересечениях автомобильных дорог с железными дорогами можно ознакомиться в литературе [2]. Ниже приводятся лишь небольшие выдержки, касающиеся пересечений в одном уровне.

Если перед вами стоит задача проектирования кольцевого пересечения, то можно воспользоваться литературой [3].

2.1.1. Общие требования [2]

Планировка пересечений автомобильных дорог в одном уровне должна быть зрительно ясной и простой, направления движения в зоне пересечения – видимые водителями заблаговременно, при этом необходимо обеспечивать наилучшие условия видимости и восприятия пересечения водителями, следующими как по главной, так и по второстепенной дорогам.

Пересекающиеся дороги должны быть разделены на главную и второстепенную. Планировка пересечения и средства организации движения должны подчеркивать преимущественные условия проезда по главной дороге, допуская некоторое усложнение выполнения маневров с второстепенной дороги.

При пересечении автомобильных дорог с международными автомагистралями последние принимаются в качестве главных дорог при компоновке пересечения и организации движения по нему.

При проектировании необходимо избегать пересечений со сложной конфигурацией и стремиться упрощать их геометрию, исходя из назначения, облегчая тем самым их восприятие участниками дорожного движения. При пересечениях, включающих более четырех ответвлений, следует упрощать их планировочные решения путем

группировки некоторых потоков движения или создания перекрестков с круговым движением.

Пешеходные и велосипедные дорожки должны быть неотъемлемой частью пересечения, при этом следует минимизировать число потенциальных конфликтов этой группы участников движения с автотранспортными средствами.

Проектирование пересечений со светофорным регулированием за пределами населенных пунктов может быть выполнено только в местах с обеспеченным расчетным расстоянием видимости и их зрительного восприятия водителем, исключая недопустимый риск возникновения каких-либо опасностей для участников дорожного движения.

При проектировании пересечений в одном уровне необходимо обеспечивать расчетную пропускную способность дороги с учетом заданного уровня обслуживания. Расчетная пропускная способность пересечения должна быть подтверждена расчетом.

При необходимости с целью исключения заторов и повышения пропускной способности пересечений и примыканий в одном уровне на основной дороге следует предусматривать дополнительные полосы для накопления автомобилей, выполняющих выезд с основной автомобильной дороги. Необходимость устройства и длины дополнительных полос должны определяться с помощью вычислений с учетом расчетной скорости и интенсивности движения и быть достаточными для размещения на них возможных очередей автомобилей, выполняющих маневры на пересечении.

Пересечения и примыкания в одном уровне должны обеспечивать пропускную способность главной автомобильной дороги при прогнозируемой расчетной интенсивности движения и заданном уровне обслуживания для проектируемой автомобильной дороги в соответствии с ее функциональной классификацией.

При выборе типа пересечения следует учитывать, что пропускная способность второстепенной дороги зависит от интенсивности движения по главной, а при интенсивности движения по главной дороге более 600 авт./ч с второстепенной дороги возможен только пра-

вый поворот на главную дорогу. Определяющим при выборе типа пересечения должен быть уровень загрузки движением главной дороги.

Схемы организации развязки движения на пересечениях и примыканиях в одном уровне с островками и зонами безопасности следует принимать при суммарной перспективной интенсивности движения на главной и второстепенной дорогах от 2000 до 8000 приведенных авт./сут.

Необорудованные пересечения и примыкания в одном уровне следует проектировать при суммарной перспективной интенсивности движения менее 2000 приведенных ед./сут.

Кольцевые пересечения в одном уровне допускается проектировать в случаях, когда размеры движения на пересекающихся дорогах одинаковые или отличаются не более чем на 20 %, а число автомобилей левоповоротных потоков составляет не менее 40 % на обеих пересекающихся дорогах.

Окончательный выбор типа пересечения или примыкания должен быть сделан на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом сравнения показателей безопасности дорожного движения и анализа затрат за период жизненного цикла сооружения.

Смещенные примыкания могут применяться и как совмещенные съезды транспортных развязок на пересечениях магистральных дорог высоких категорий с дорогами общей сети категорий III – IV.

Применение пересечений, регулируемых светофорами, может предусматриваться за пределами населенных пунктов при условии, что их зрительное восприятие водителями и нормальная работа обеспечиваются без возникновения каких-либо опасностей для участников дорожного движения.

Для обеспечения безопасности движения и повышения пропускной способности пересечения в одном уровне должны быть оборудованы средствами организации движения в соответствии с ГОСТ Р 52289-2004.

Выделение полос движения на основных дорогах направляющими островками без возвышения над проезжей частью следует предусматривать в виде горизонтальной разметки соответствующих зон проезжей части.

Уровень загрузки пересечения по направлению второстепенной дороги не должен превышать 0,3. При большем уровне загрузки резко возрастают аварийность и задержки движения на пересечении.

Снижать уровень загрузки пересечения следует последовательным выделением на проезжей части главной и второстепенной дороги отдельных полос для выполнения прямого пересечения, левого и правого поворотов. Как крайняя мера, в исключительных случаях при наличии технико-экономического обоснования, – последовательное запрещение левого поворота и прямого пересечения с второстепенной дороги.

Расчетную скорость для проектирования элементов планировочного решения пересечений и примыканий в одном уровне устанавливают в зависимости от категории дороги и типа планировочного решения:

- по прямому направлению основной автомобильной дороги – скорость транспортного потока – 85 % обеспеченности;
- скорость на подходах к пересечению, определяемая дорожными условиями на участках подходов к пересечению;
- правый поворот: для необорудованного пересечения 10 – 15 км/ч, для канализированных – 15 – 30 км/ч;
- левый поворот: для необорудованного пересечения 10 – 15 км/ч, для канализированных – 15 – 25 км/ч.

2.1.2. Типы пересечений в одном уровне [2]

Пересечения и примыкания автомобильных дорог по типам подразделяются на крестообразные пересечения, Т-образные примыкания, канализированные пересечения и примыкания и кольцевые развязки.

По числу пересекаемых дорог пересечения в одном уровне подразделяются:

- на трехстороннее пересечение (пересечение трех дорог);
- четырехстороннее пересечение (пересечение четырех дорог);
- многостороннее пересечение (пересечение более четырех дорог).

Каждое из перечисленных выше типов пересечений может различаться по области действия, размерам, использованию разделения потоков и другим схемам организации дорожного движения.

По способу организации движения, пересечения и примыкания в одном уровне подразделяются нерегулируемые и регулируемые (со светофорным регулированием), простые, канализированные и кольцевые пересечения.

Типы пересечений и примыканий автомобильных дорог в одном уровне показаны на рис. 1.

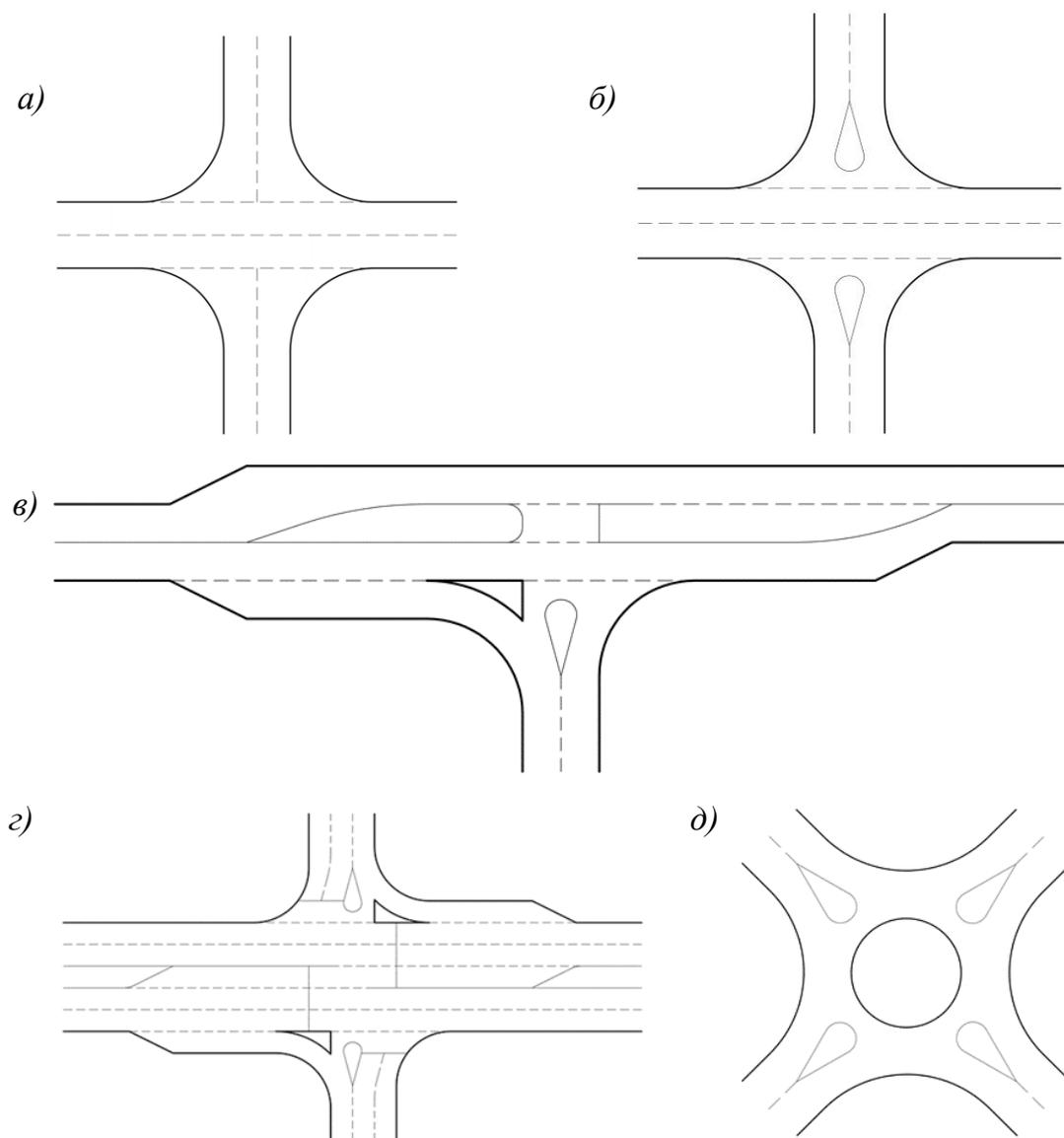


Рис. 1. Типы пересечений в одном уровне: *а* – простое необорудованное пересечение; *б* – частично канализированное пересечение с направляющими островками на второстепенной дороге; *в*, *г* – полностью канализированное примыкание и пересечение с направляющими островками на обеих дорогах и с переходно-скоростными полосами; *д* – кольцевые пересечения

Крестообразные пересечения и Т-образные примыкания могут быть простого типа с пересечением только полос движения дорог – без дополнительных необходимых устройств их разделения. К таким пересечениям относятся пересечения и примыкания дорог низких категорий IV и V между собой при относительно невысокой интенсивности движения по ним. Движение регулируется с определением приоритета по одной из них установкой соответствующих дорожных знаков или по правилам дорожного движения.

Тип пересечения и примыкания дорог в одном уровне выбирают с учетом их категории, административного и функционального назначений, расчетной интенсивности движения на главной и второстепенной дорогах, а также съездах и выездах и технико-экономического обоснования.

Пересечения и примыкания в одном уровне должны обеспечивать пропускную способность главной автомобильной дороги при прогнозируемой расчетной интенсивности движения и заданном уровне обслуживания для проектируемой дороги в соответствии с ее функциональной классификацией.

Для обеспечения безопасности движения и повышения пропускной способности пересечения в одном уровне должны быть оборудованы средствами организации движения в соответствии с ГОСТ Р 52289-2004.

Тип пересечений и примыканий в одном уровне выбирают с учетом категории и функционального назначения пересекающихся дорог, расчетной интенсивности движения на главной и второстепенной дорогах, а также на съездах и выездах, технико-экономического обоснования.

2.1.3. Планировочные решения пересечений в одном уровне [2]

Пересечения в одном уровне следует, по возможности, располагать на прямой в плане, в продольном профиле – на прямой или вогнутой вертикальной кривой.

Следует избегать расположения пересечения в одном уровне на кривой в плане и выпуклой вертикальной кривой.

Все элементы пересечений в одном уровне должны обеспечивать безопасность движения по всем направлениям, возможность плавного выполнения маневров поворота без помех по главному направлению и чрезмерного снижения скорости на пересечении, в особенности для движения по главной дороге.

Конфликтные точки на пересечении в одном уровне (точки пересечения траекторий автомобилей), по возможности, следует располагать так, чтобы расстояние между соседними конфликтными точками было не менее 10 м.

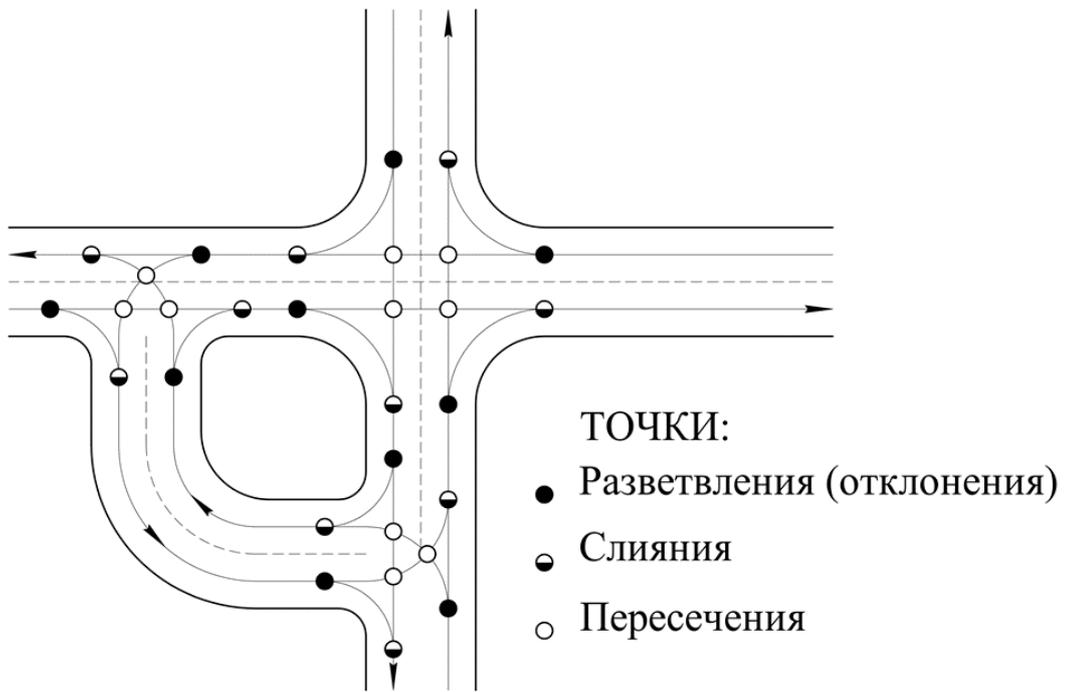
Минимальные расстояния между ближайшими пересечениями и примыканиями на автомобильных дорогах III – V категорий должны быть не менее 110 метров и превышать зону переплетения транспортных потоков, расположенную до и после пересечения (примыкания).

С целью повышения безопасности движения при проектировании пересечений следует предусматривать сокращение числа точек конфликта за счет удаления от места пересечения двух автомобильных дорог съездов с наиболее интенсивным движением (рис. 2).

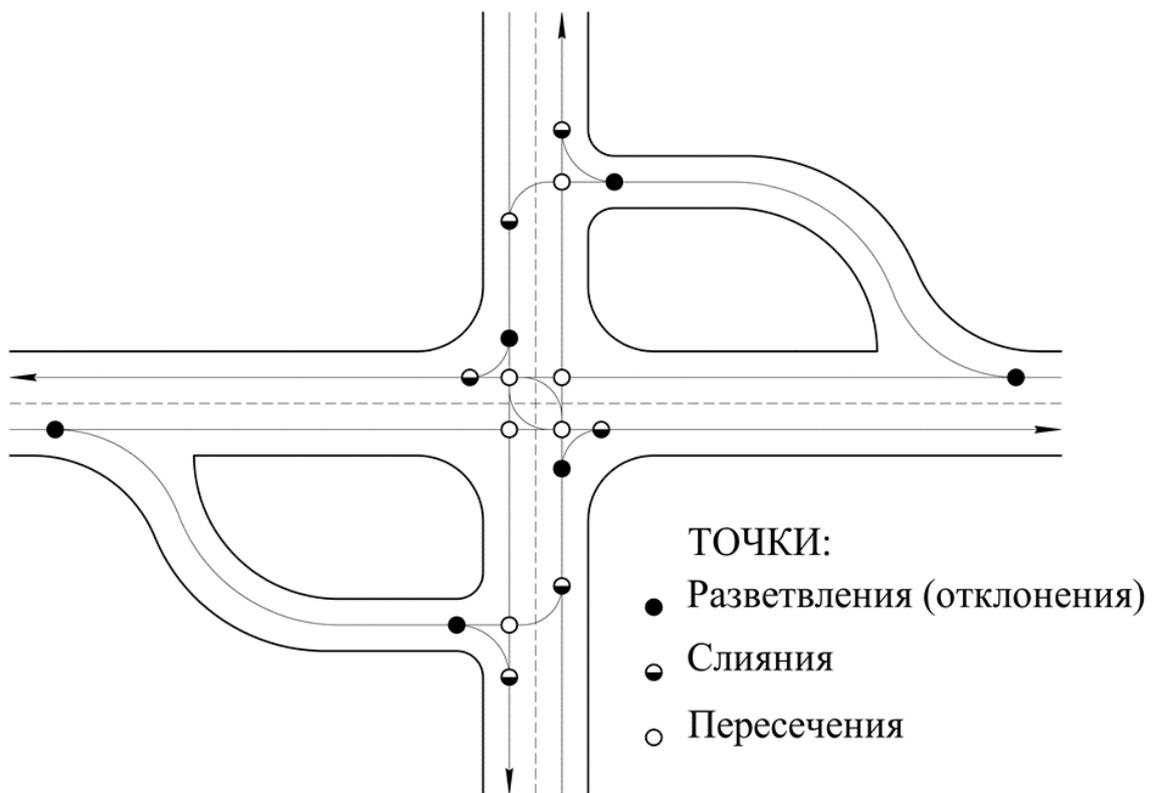
На пересечениях в одном уровне должна быть обеспечена боковая видимость, рассчитываемая из условия видимости с главной дороги автомобиля, ожидающего на второстепенной дороге момента безопасного выезда на главную дорогу. Спрявление угла пересечения дорог показано на рис. 3.

Пересечения в одном уровне следует проектировать при угле между главной и пересекающей дорогой от 50 до 75°. При таких углах отсутствуют непросматриваемые зоны и водитель имеет наиболее удобные условия оценки дорожно-транспортной ситуации (угол отсчитывается от оси второстепенной дороги до оси главной по часовой стрелке). Наиболее удачные планировочные решения обеспечивают следующие углы: для пересечений 90°, для примыканий от 90 до 75°.

Углы в пределах до 70° и соответственно до 110° должны быть исключениями, требующими обоснования их применения.



a)



б)

Рис. 2. Удаление съездов от точки пересечения двух автомобильных дорог:
a – с одним съездом; *б* – с двумя съездами

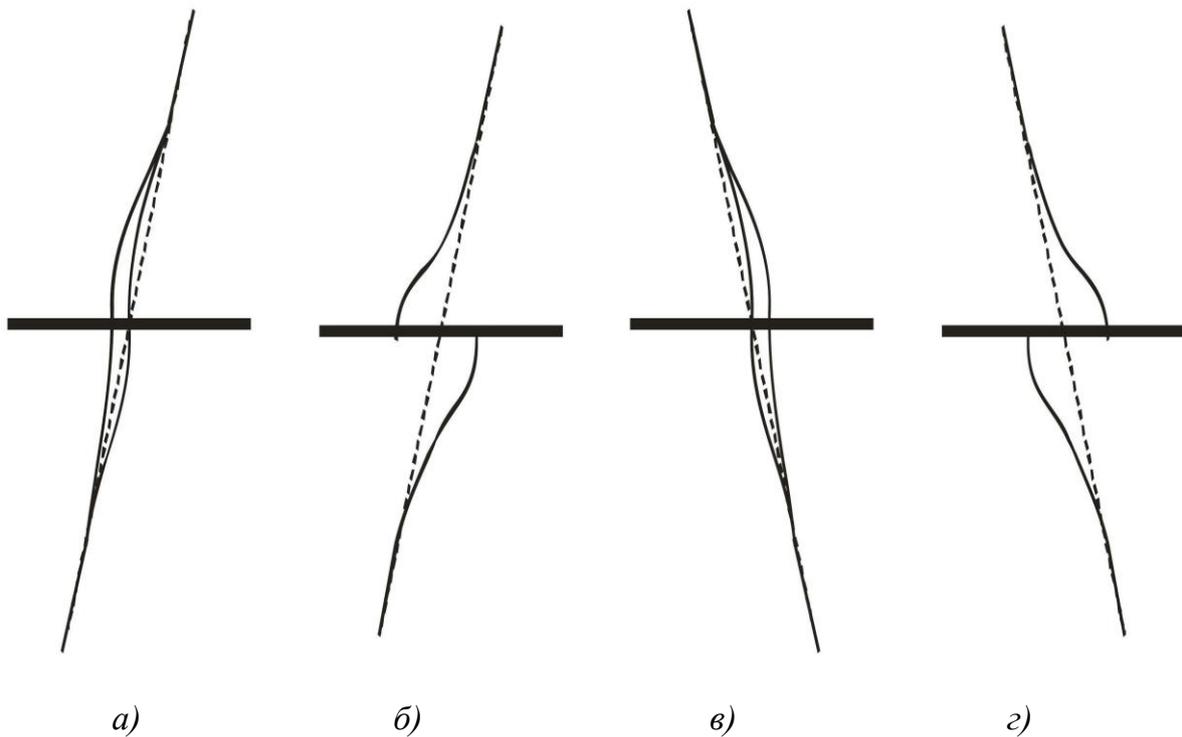


Рис. 3. Спрявление угла пересечения дорог:
а, в – рекомендуемое; *б, з* – нерекондуемое

Следует избегать пересечений дорог под углом менее 50° . Такие пересечения следует заменять примыканиями под углом 90° с двух сторон главной дороги. Расстояние L_0 между такими примыканиями должно быть достаточным для размещения на главной дороге разделительных островков и полос для накопления автомобилей, выполняющих левые повороты (рис. 4).

При острых углах возможно также устройство кольцевых пересечений.

При определенной интенсивности движения на пересекаемых автомобильных дорогах следует избегать концентрации пересечений транспортных потоков в одном месте на пересечениях под прямым углом за счет выноса отдельных транспортных потоков от места пересечения двух дорог путем устройства разделительных островков и выноса за пределы пересечения маршрутов для левоповоротных съездов (рис. 5).

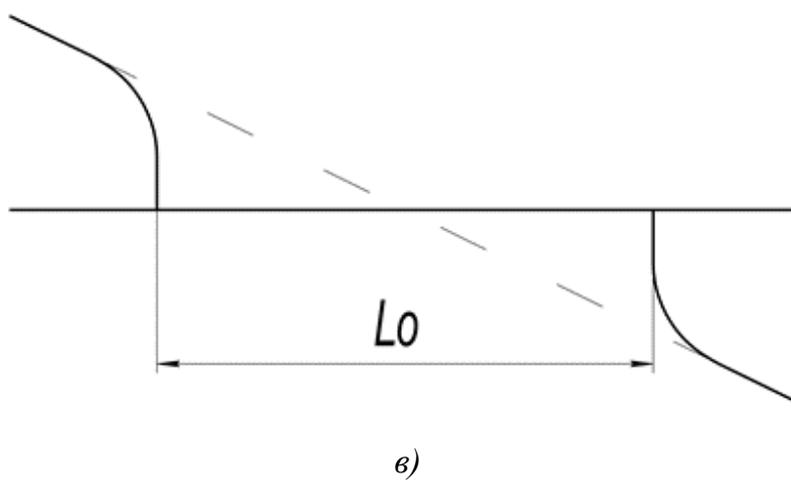
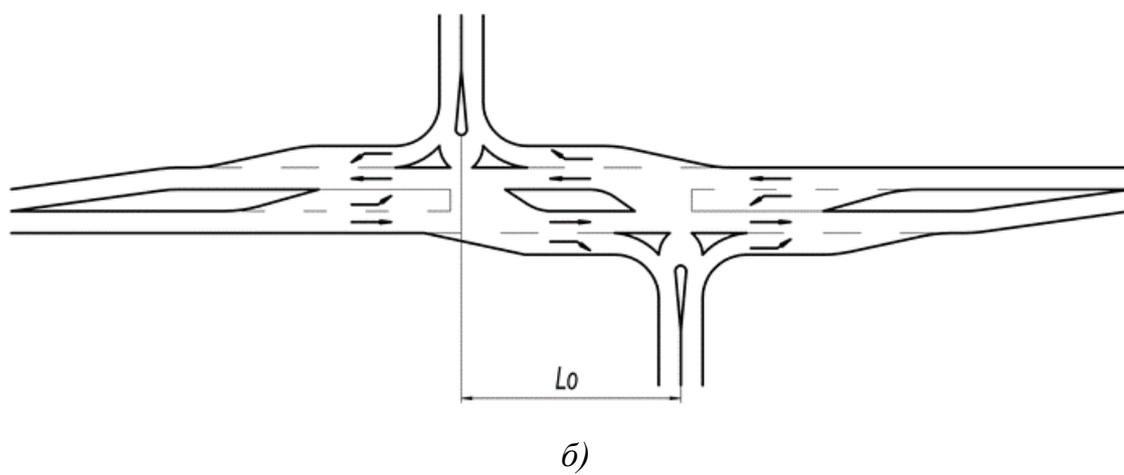
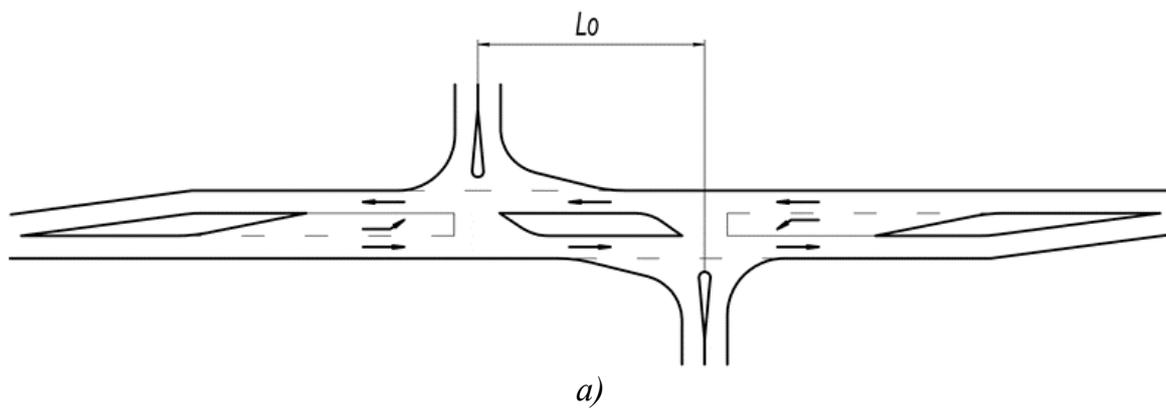


Рис. 4. Замена пересечения дорог под острым углом на два примыкания:
а – частично канализованное пересечение на второстепенной дороге,
б – полностью канализованное пересечение, *в* – схема пересечения

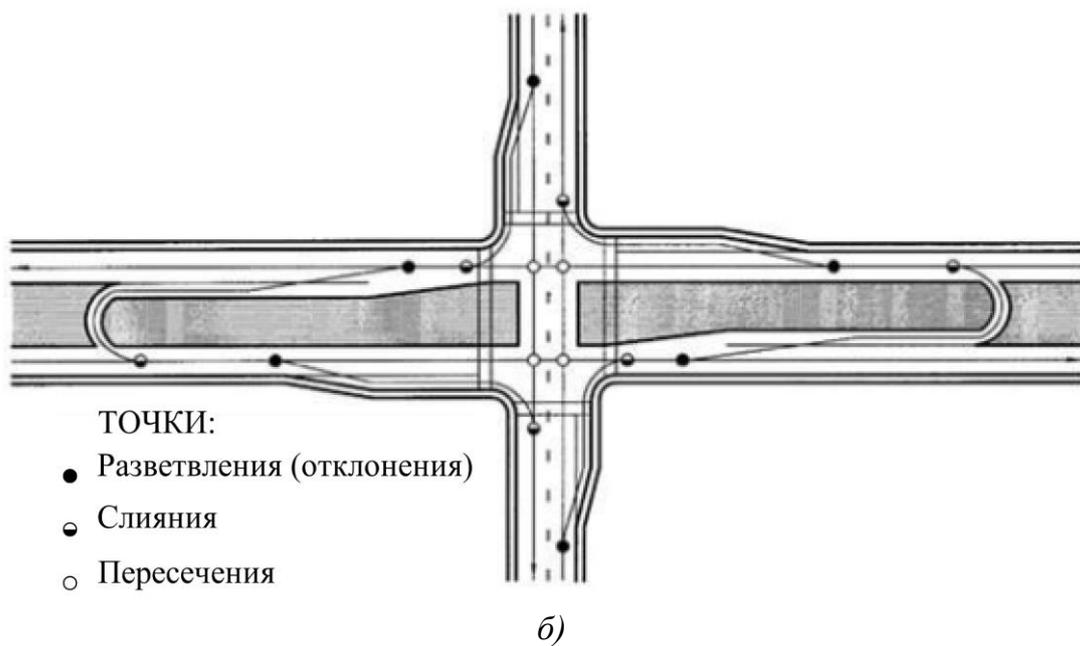
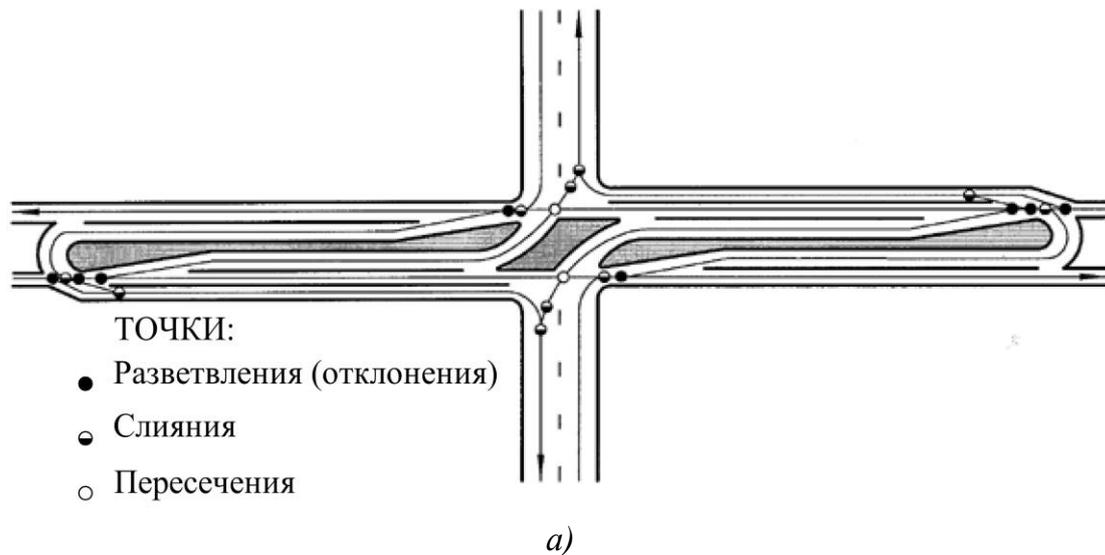


Рис. 5. Сокращение числа конфликтных точек на пересечении за счет удаления от точки пересечения левоповоротных съездов

2.2. 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 которые умножают число автомобилей каждого типа [4 – 6]:

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, которые 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. 6.

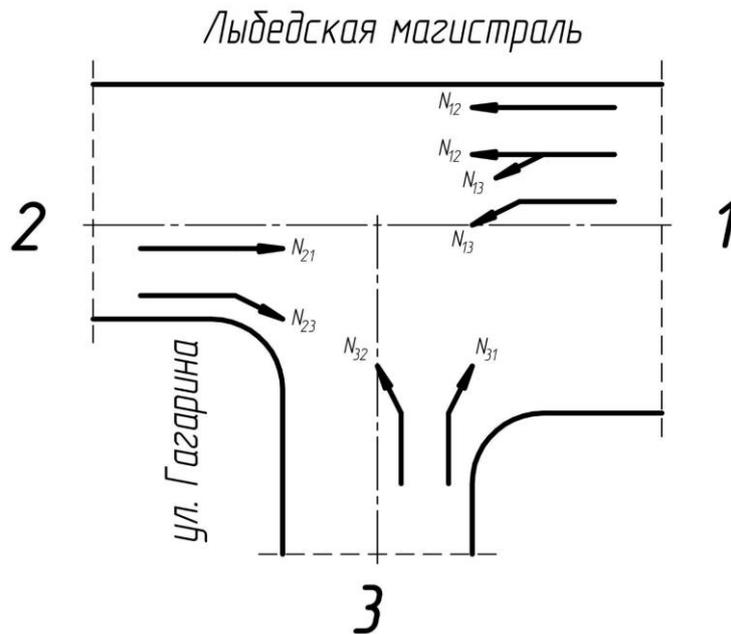


Рис. 6. Пример схемы перекрестка с указанием направлений движения

Количество наблюдателей определяется 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 ВКР 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, %				

2.3. Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

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

Картограммы строятся 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. 7.

Масштабная картограмма строится на основании данных табл. 3 в приведенных единицах ТС. Пример построения условной картограммы приведен на рис. 8.

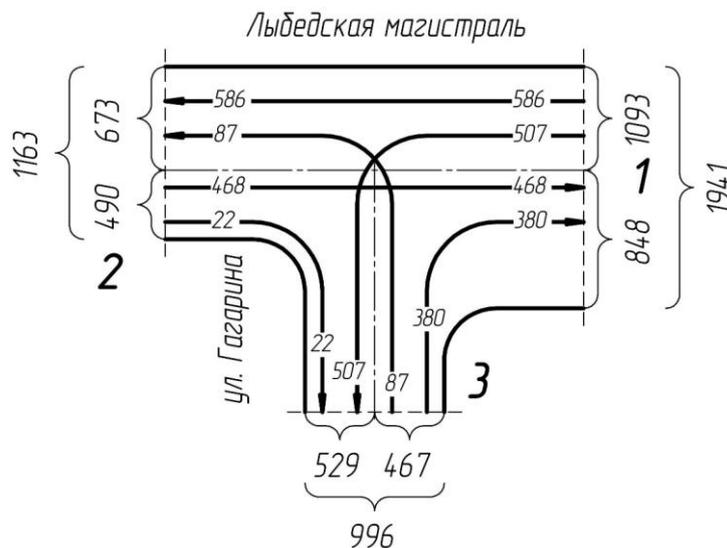


Рис. 7. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

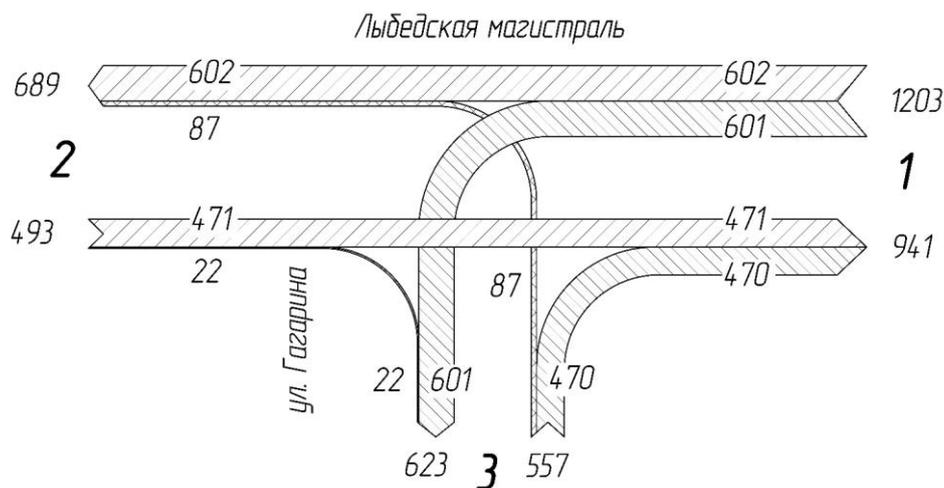


Рис. 8. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

2.4. 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 [4 и 7].

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; $S_з = (2 \dots 5)$ 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,

$$S_p = \frac{1000V_a t_p}{3600}, \quad (3)$$

где V_a – скорость автомобиля в момент обнаружения препятствия, км/ч; $t_p = (0,2 \dots 1,5)$ 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 $t_{cp} = (0,2 \dots 0,4)$ 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 $K_э = (1 \dots 1,5)$ – коэффициент эффективности торможения, зависит от конструкции тормозов автомобиля (чем больше масса автомо-

бия, 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 долей 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. 9, графиков $q = f(V_a)$ и $q' = f(V_a)$ – на рис. 10.

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)

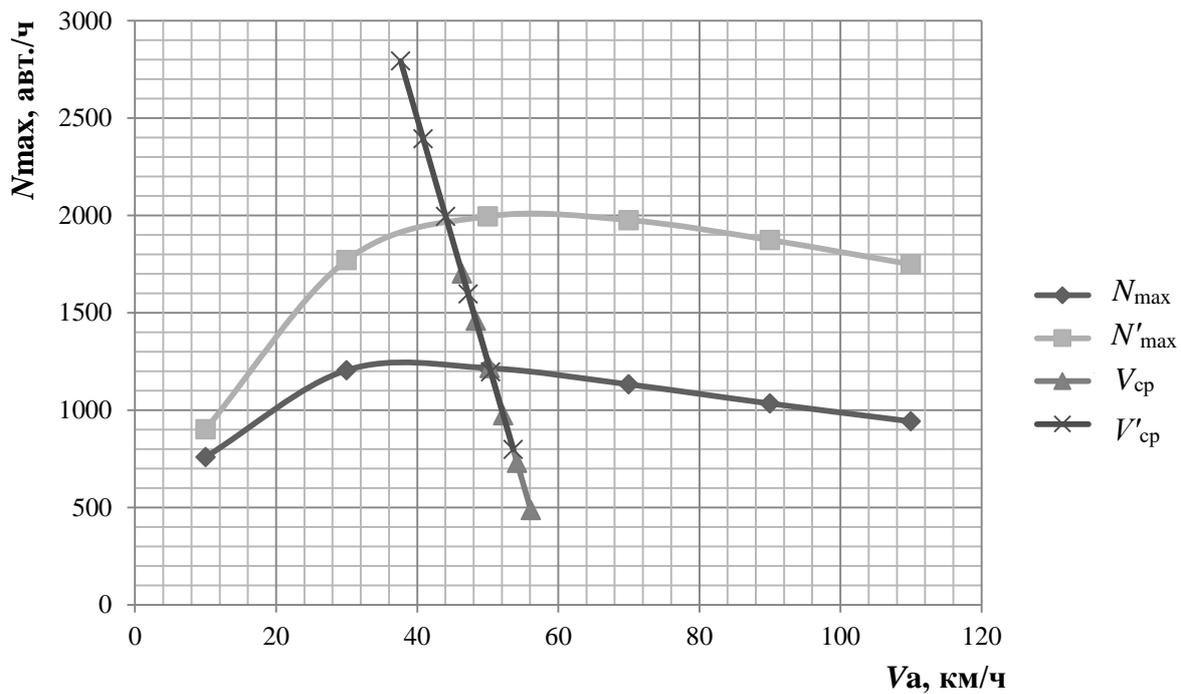


Рис. 9. Графики зависимостей $N_{\max} = f(V_a)$, $N'_{\max} = f(V_a)$, $V_{cp} = f(N)$ и $V'_{cp} = f(N)$

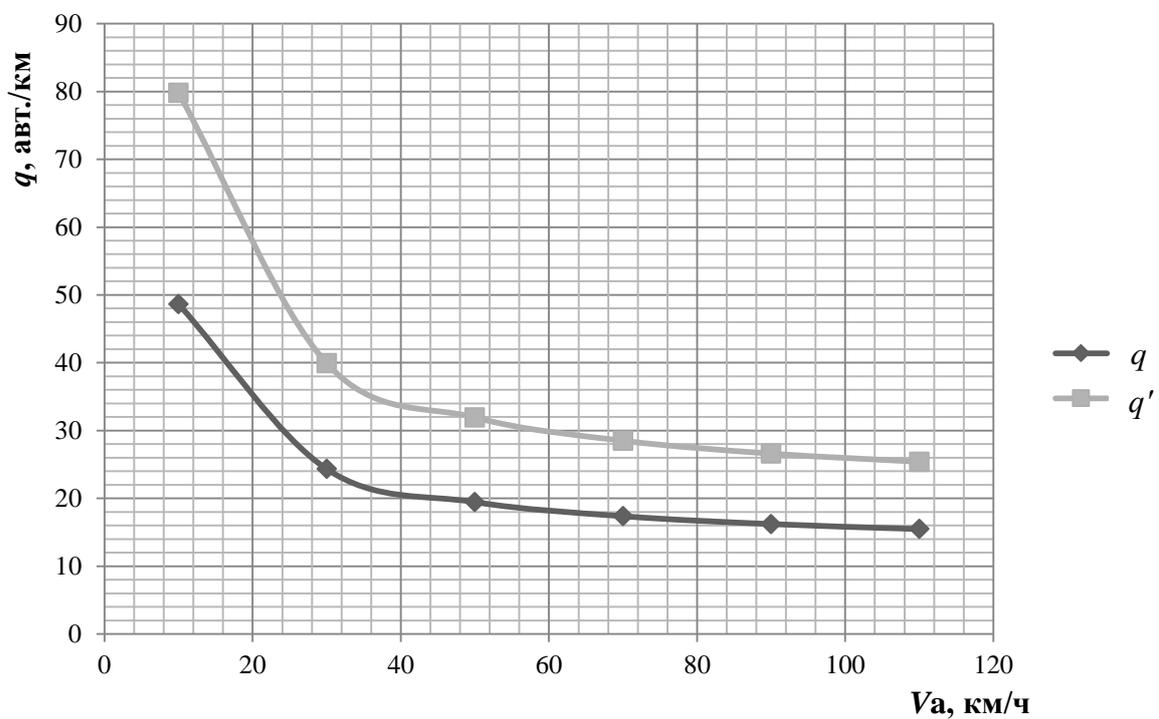


Рис. 10. Графики зависимостей $q = f(V_a)$ и $q' = f(V_a)$

2.5. 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. 11 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.

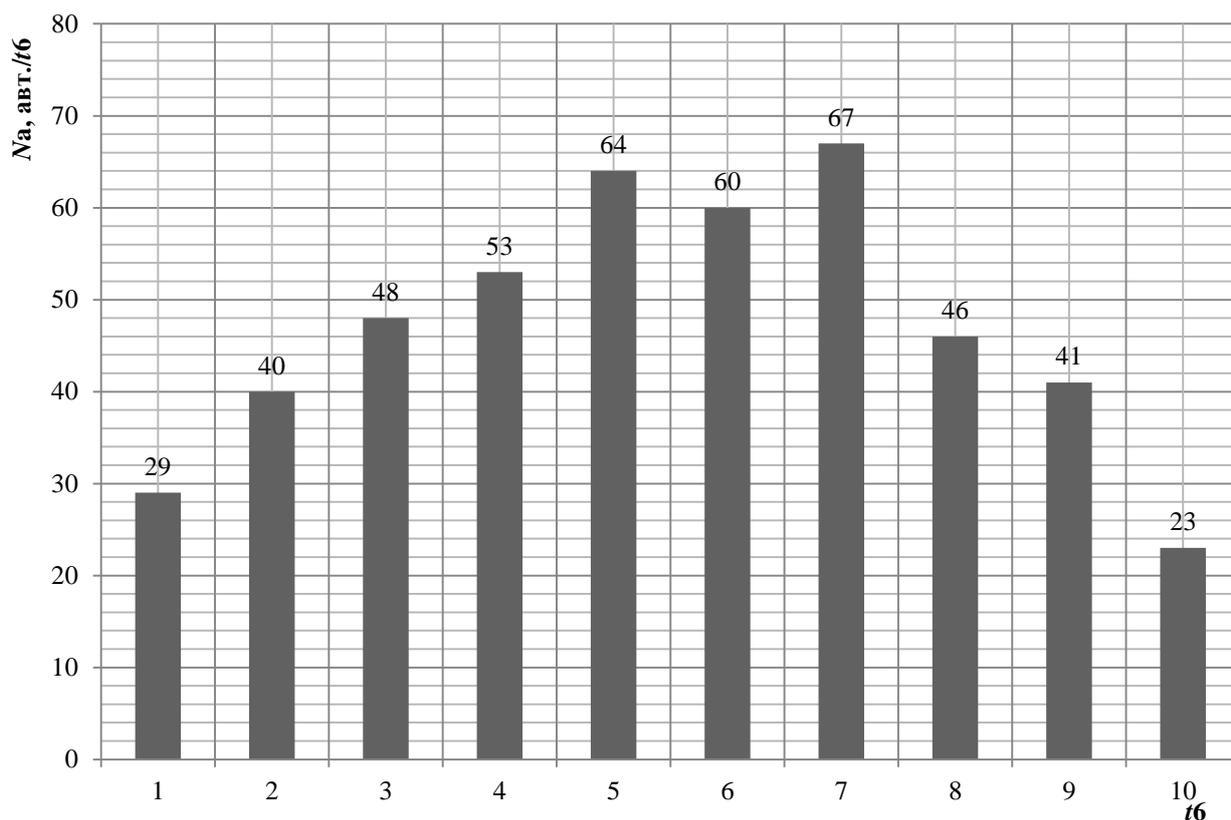


Рис. 11. Диаграмма интенсивности однорядного потока в приведенных единицах

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 $s = 0,75 \dots 0,8$).

2.6. Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости

2.6.1. 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 ТС, номерной знак ТС без буквенного обозначения и 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 ТС, тип ТС (легковой – Л; автобус – А; грузовой – Г; автопоезд – П; мотоцикл – М) и 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

Показатели	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.

2.6.2. 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 значений; 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 автомобиля до самого быстроходного). 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. 12 представлен пример кривой распределения скоростей, на рис. 13 – 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.

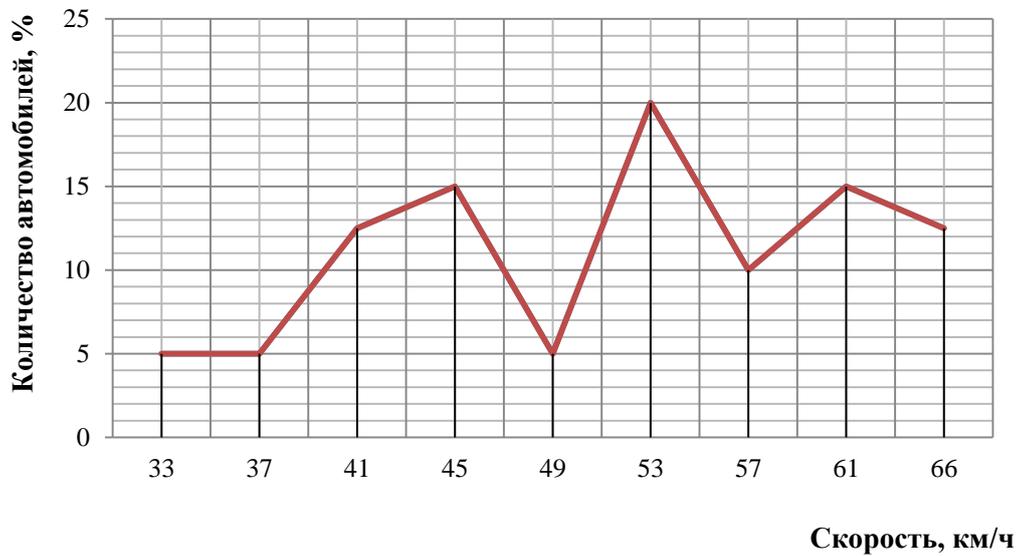


Рис. 12. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

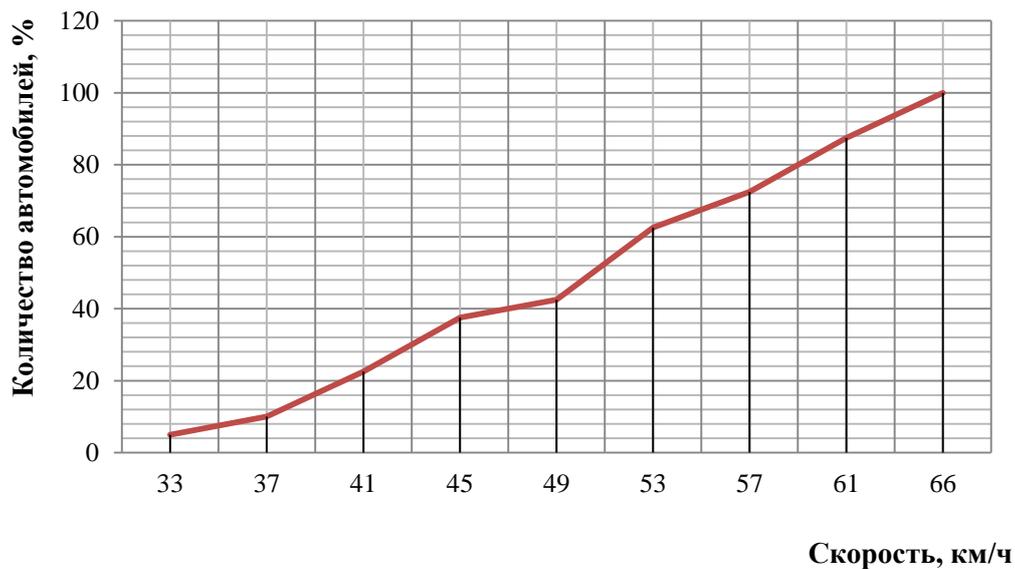


Рис. 13. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Кривая распределения (см. рис. 12) показывает, сколько автомобилей движется в указанных интервалах скорости. Кривая накопления (см. рис. 13) 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.

2.7. 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 собирается 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 от 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 движения

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 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

$$b_p = N_{\text{пеш}} b_{\text{п}} / P + b_6 + b_d, \quad (17)$$

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_6 – полоса безопасности, составляющая 0,6 м в сторону проезжей части или велодорожки и 0,3 м в сторону застройки (наличие зеленых защитных насаждений не учитывается);

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

Полученная по первому слагаемому формулы величина ходовой части ширины тротуара должна быть округлена до ближайшего значения, кратного 0,75 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 3. АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ И СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

3.1. Оценка сложности пересечения

Многочисленные исследования показали, что ДТП чаще всего происходят в так называемых «конфликтных точках» [1, 4, 8, 9], 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. 14, пример определения конфликтных точек при неработающей светофорной сигнализации – на рис. 15.

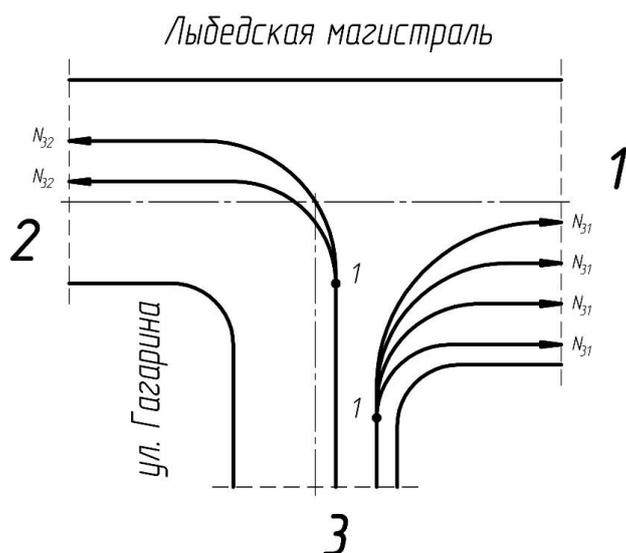


Рис. 14. Движение ТС в одной фазе светофорного регулирования

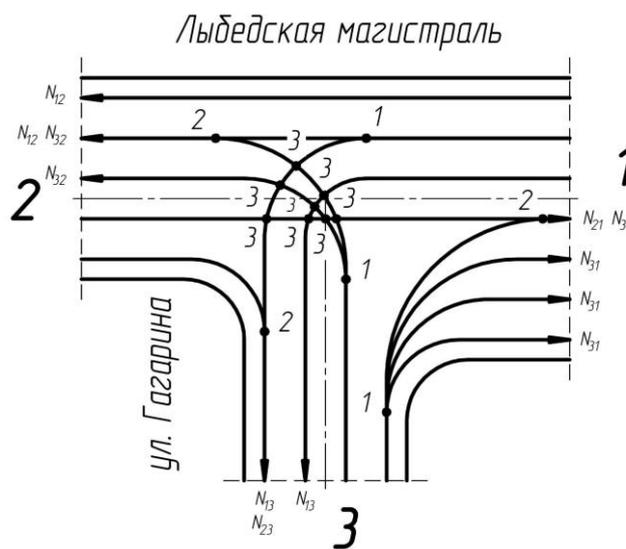


Рис. 15. Конфликтные точки при неработающей светофорной сигнализации на перекрестке

3.2. 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).

3.3. 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 [10, 12]		
Разметка дорожная [11, 12]		
Светофоры дорожные [13]		

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

3.4. 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 [10].

Требования к проектированию, установке и эксплуатации дорожных светофоров представлены в [13]. Специальные требования к светофорной сигнализации с учетом потребностей лиц с ограниченными физическими возможностями зрения определены в [14].

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 регулирования. 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. 16 и 17 соответственно.

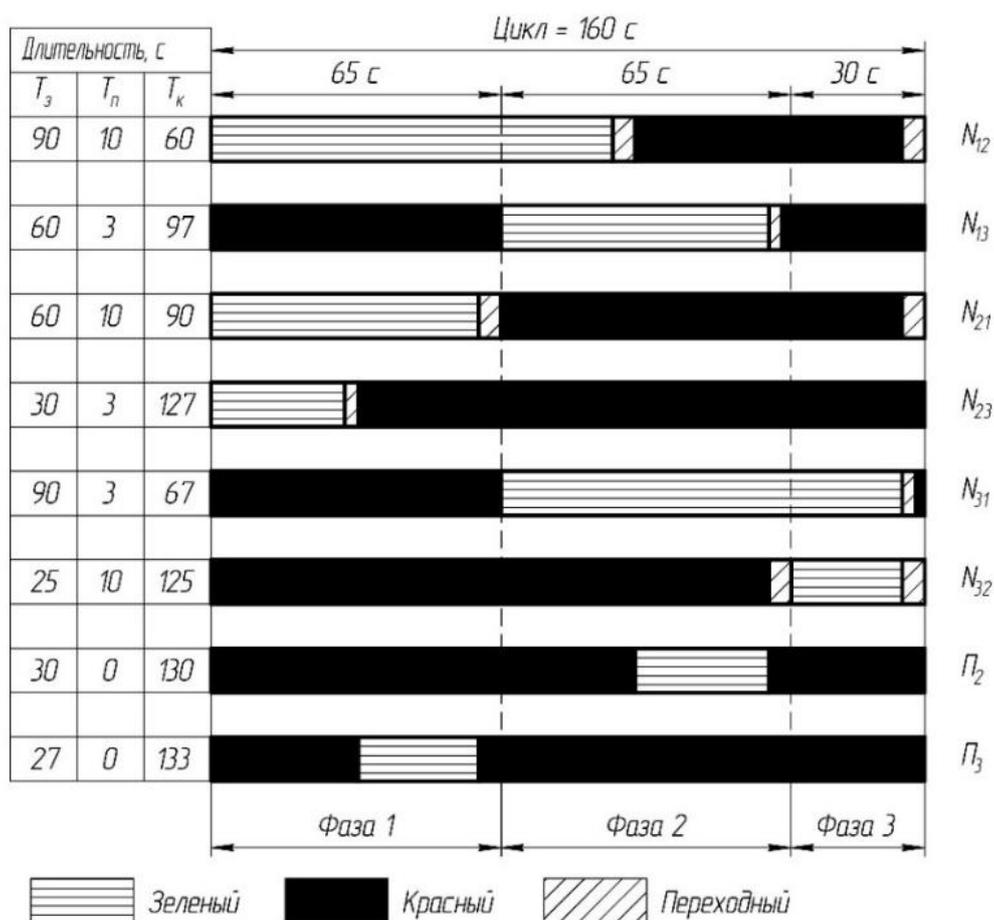


Рис. 16. Структура существующего светофорного цикла

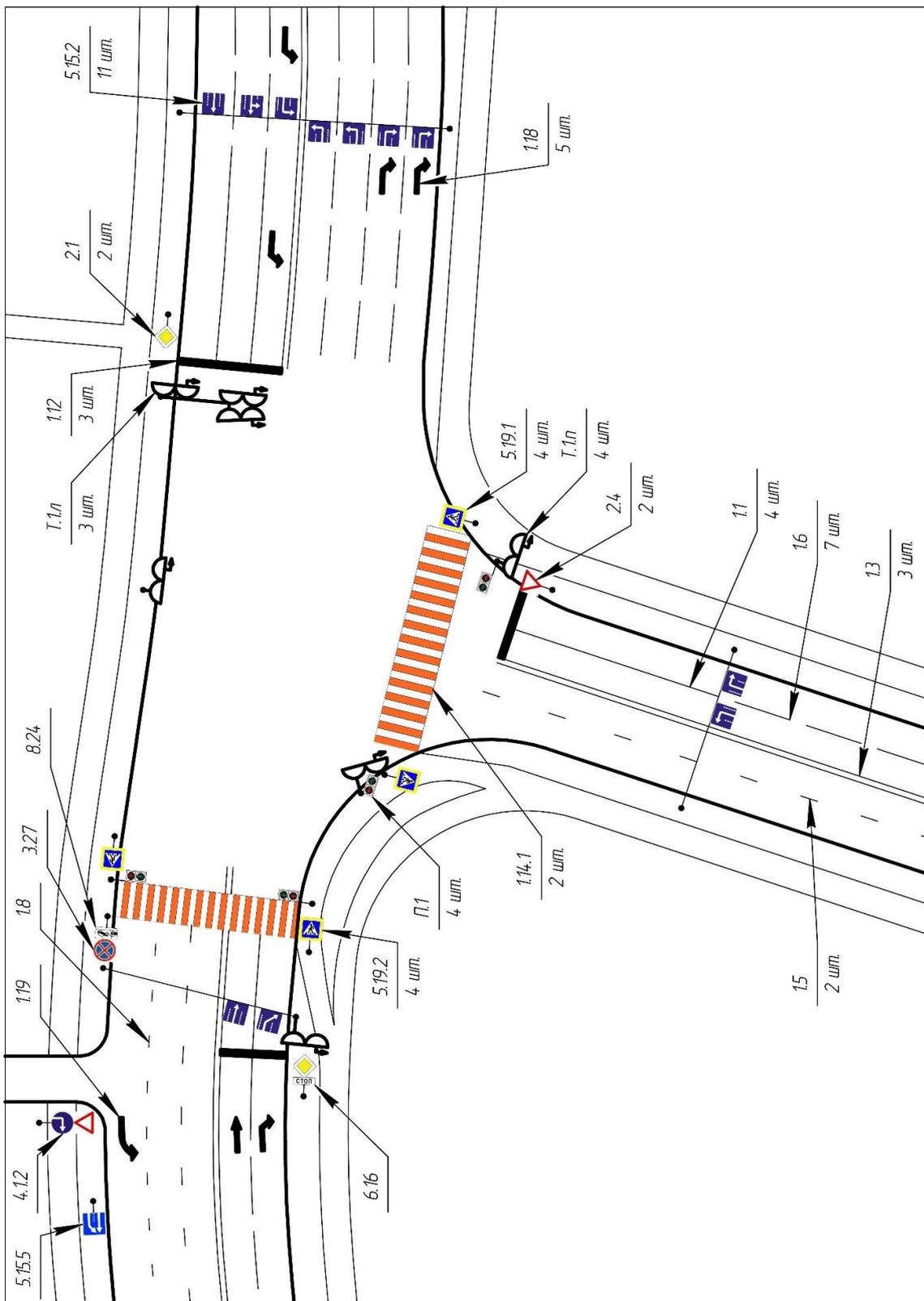


Рис. 17. Схема существующей организации дорожного движения

3.5. Анализ режимов светофорного регулирования

Основные положения [5, 15 – 17]

1. Длительность промежуточного такта для пешеходов, с,

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

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

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

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

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;
- для двух полос движения – 1,85;
- для трех полос движения – 2,55;
- для 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,

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

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 $a_T = 3 \dots 4 \text{ м/с}^2$); 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_{Hi} , 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 ВКР 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 студент рассмотрит два и более варианта пофазного движения.

Существуют определенные рекомендации по светофорному регулированию [12, 16]:

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 [12, 16]:

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 – не превышают 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 [12, 15]:

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 2017 году составила 356 168 человек.

Но прежде чем разбираться с условиями ввода светофорного регулирования, необходимо выполнить анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

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

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.

3.6. Организация пофазного разъезда на трехсторонних перекрестках

Ниже приводится пофазный разъезд на трехсторонних перекрестках города Владимира.

1. Регулируемый перекресток Лыбедская магистраль – улица Гагарина (рис. 18 – 20).

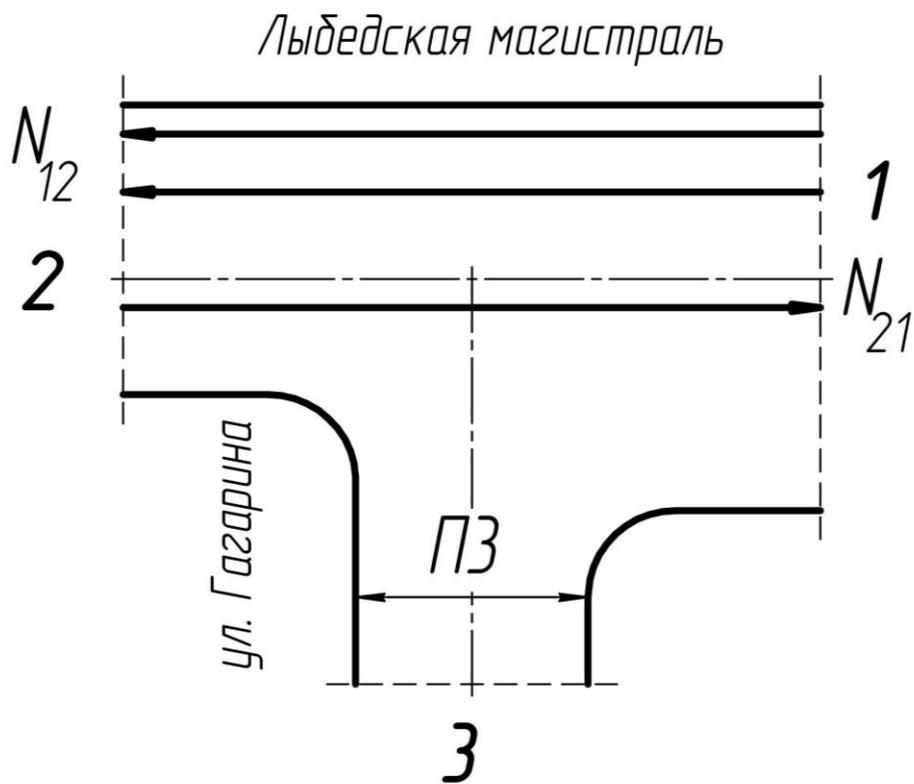
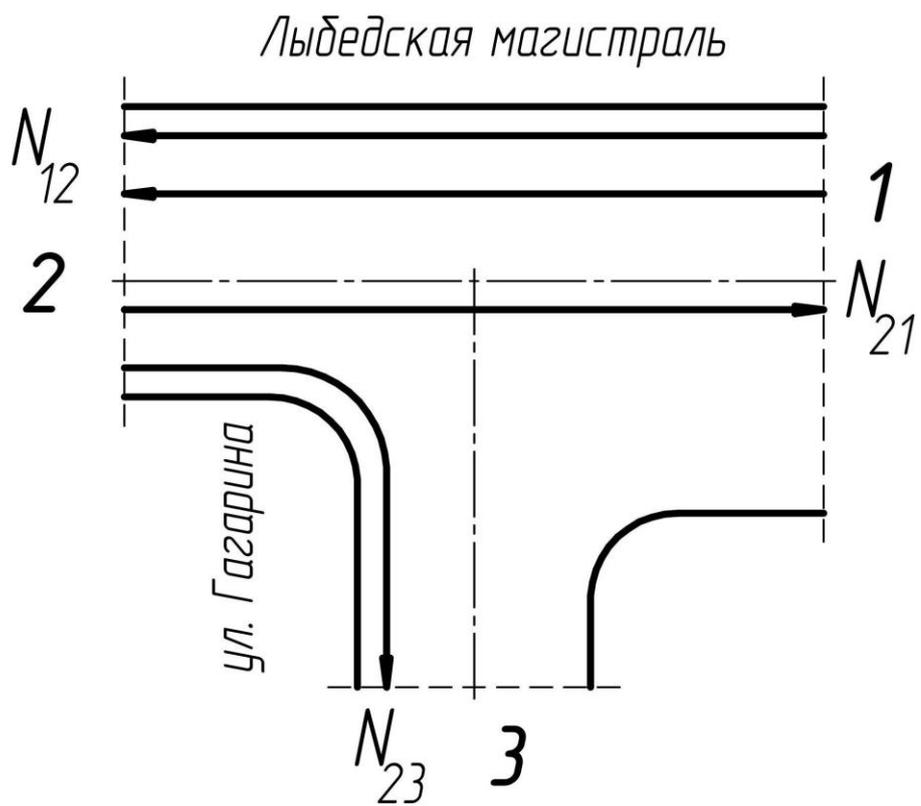


Рис. 18. Фаза № 1

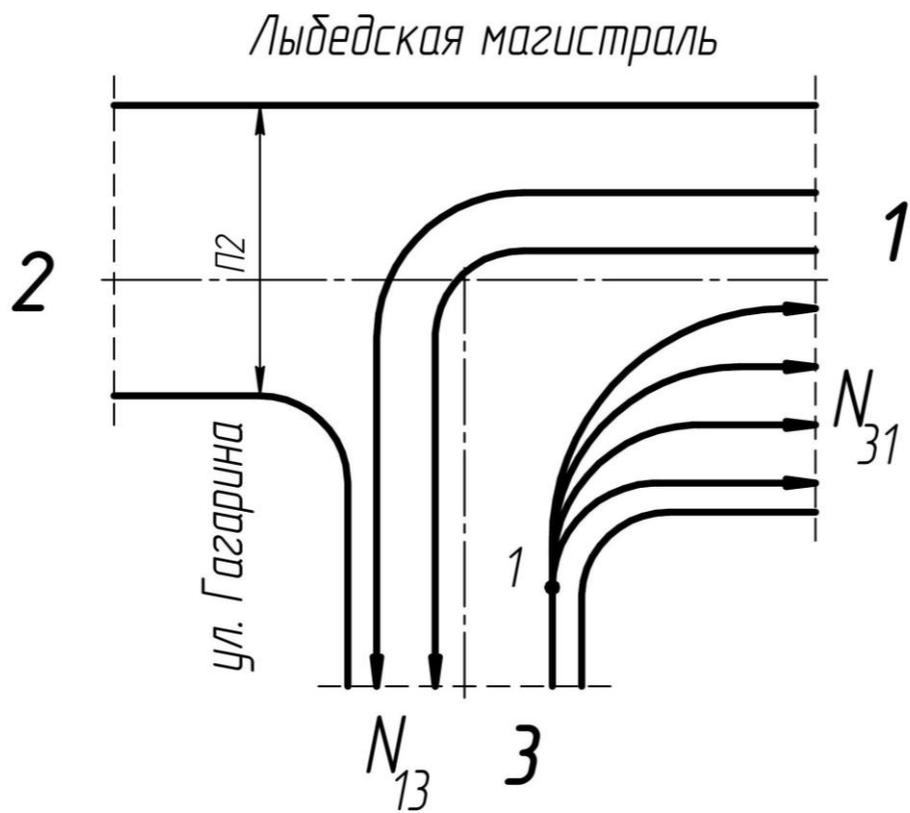
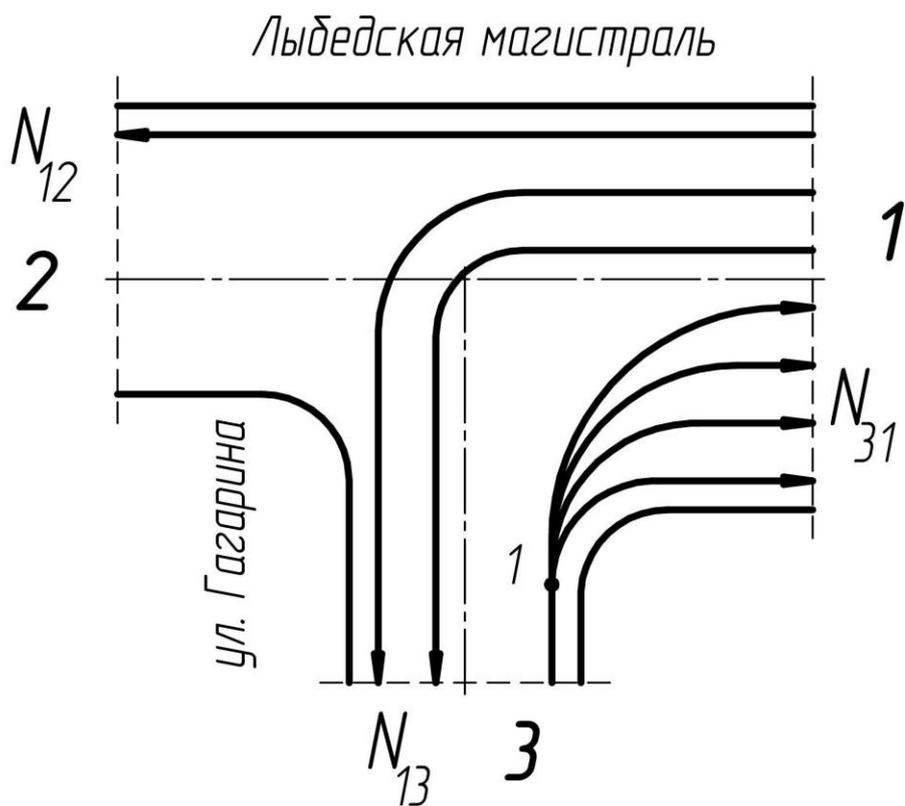


Рис. 19. Фаза № 2

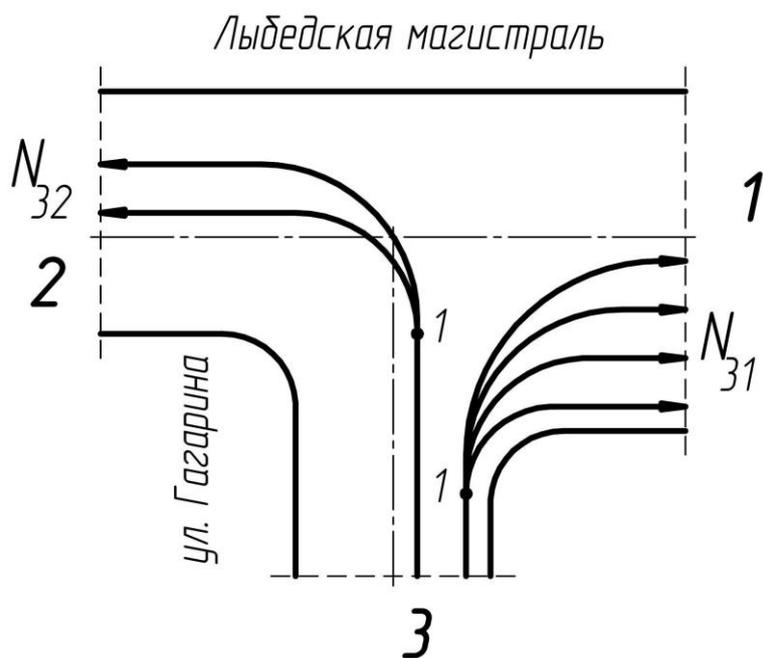


Рис. 20. Фаза № 3

2. Регулируемый перекресток улица Усти-на-Лабе – улица Луначарского. Этот светофорный цикл существовал до сентября 2017 года (рис. 21 – 23).

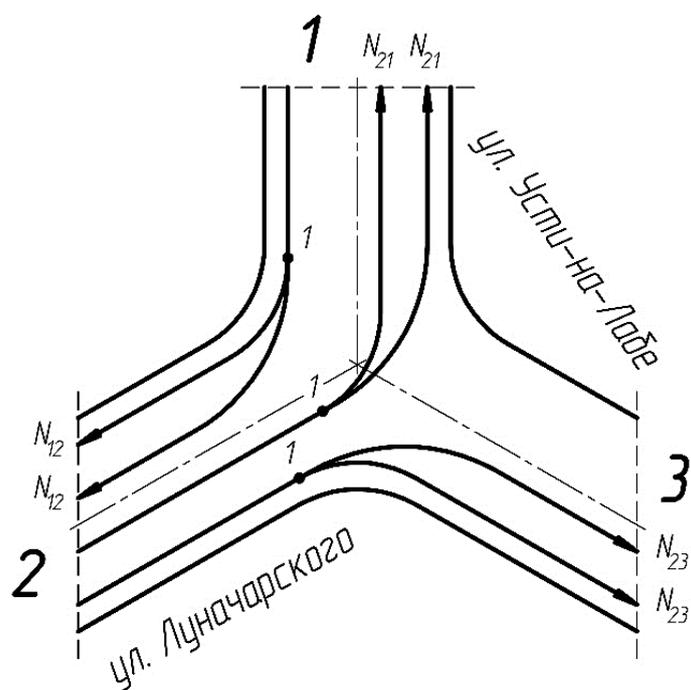


Рис. 21. Фаза № 1

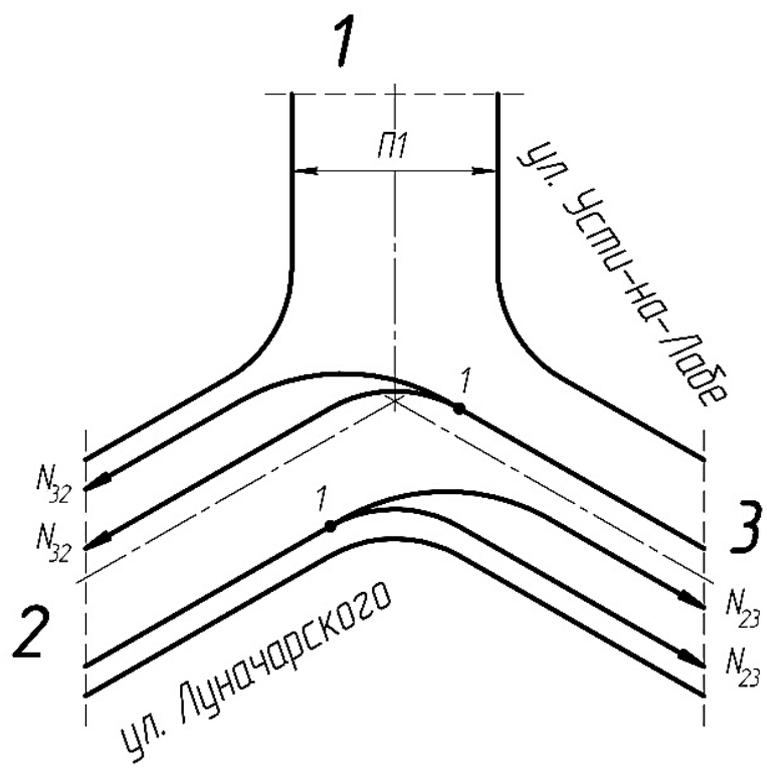


Рис. 22. Фаза № 2

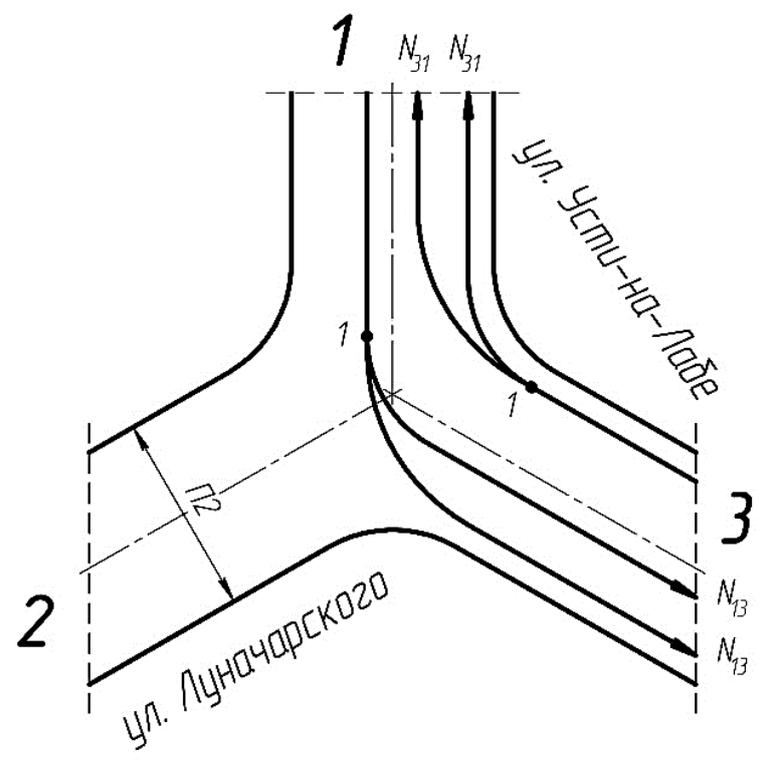


Рис. 23. Фаза № 3

3. Регулируемый перекресток Лыбедская магистраль – Ерофеевский спуск (рис. 24 – 26).

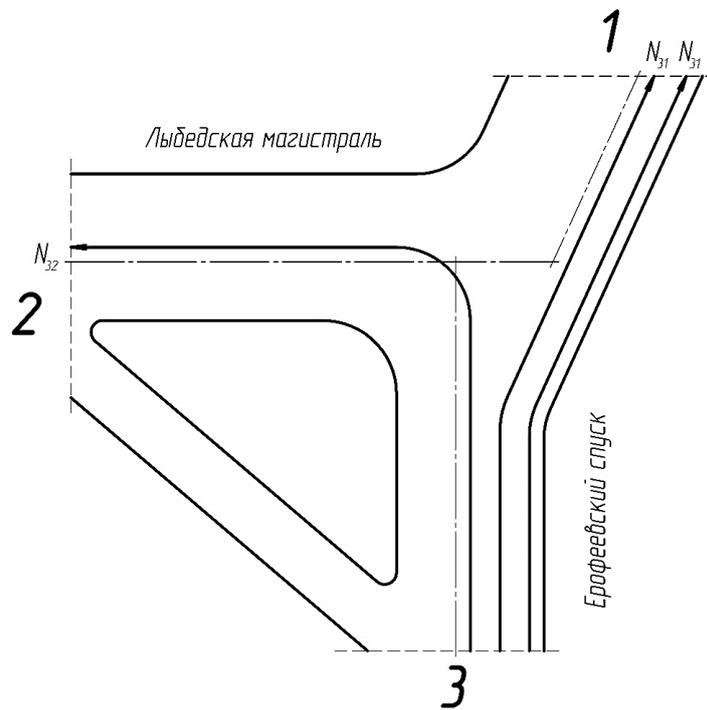


Рис. 24. Фаза № 1

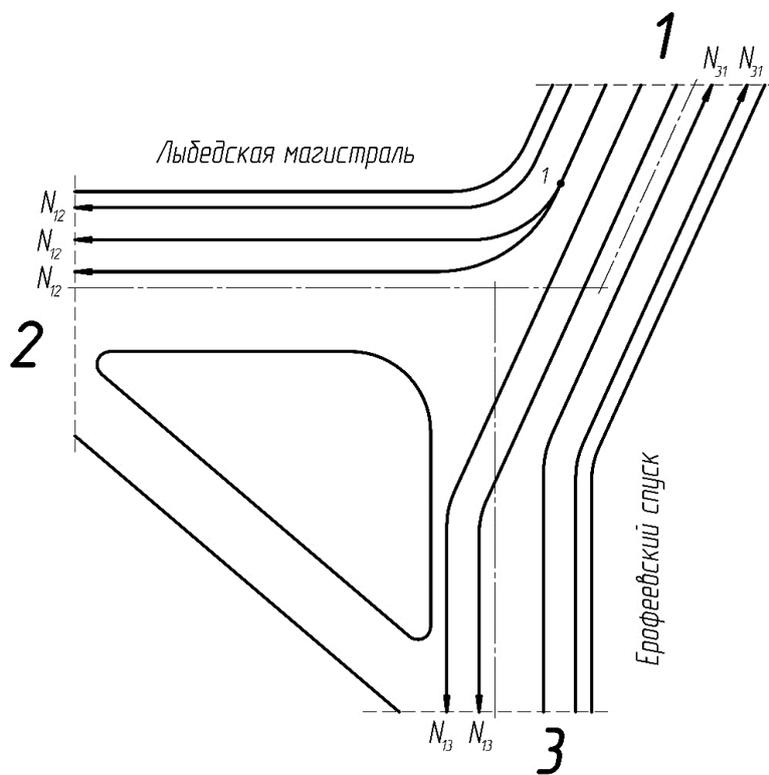


Рис. 25. Фаза № 2

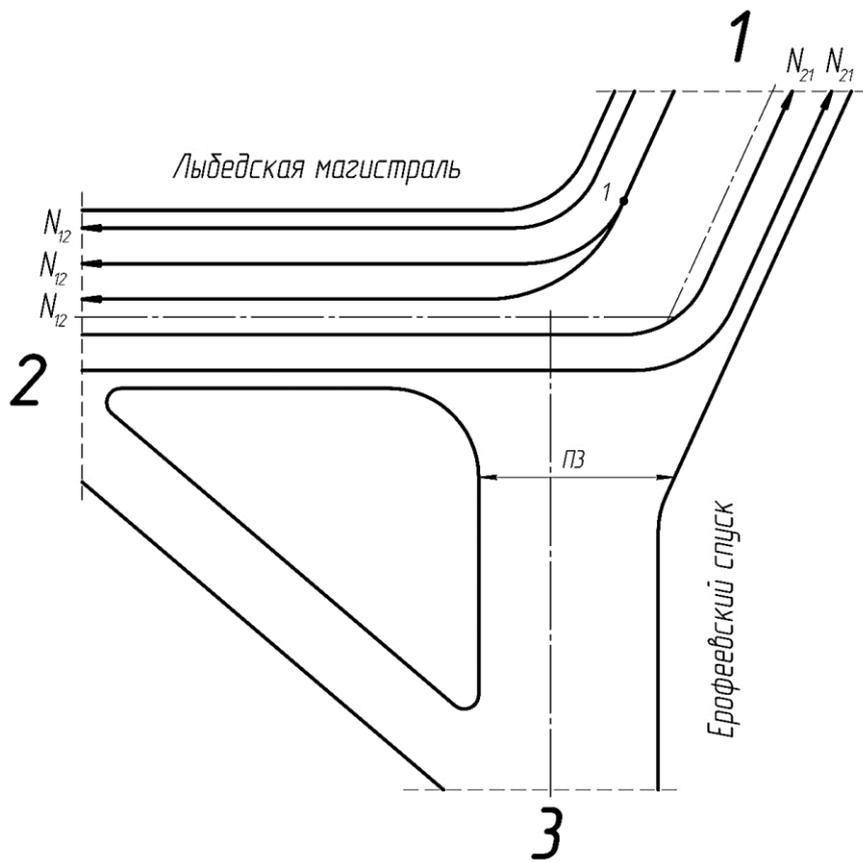


Рис. 26. Фаза № 3

4. Регулируемый перекресток М7 – улица Безыменского (рис. 27 – 29).

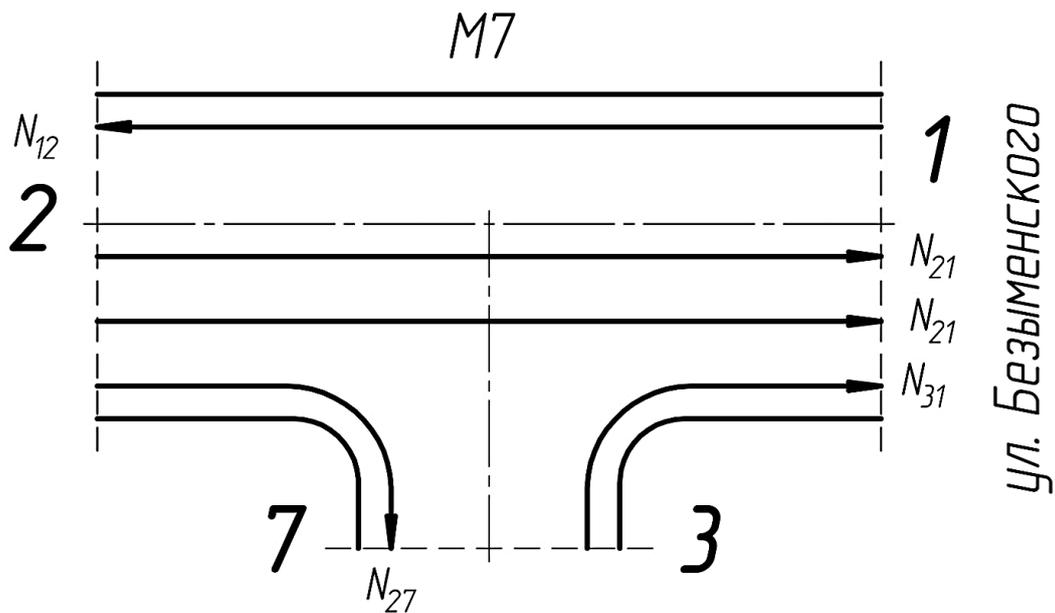


Рис. 27. Фаза № 1

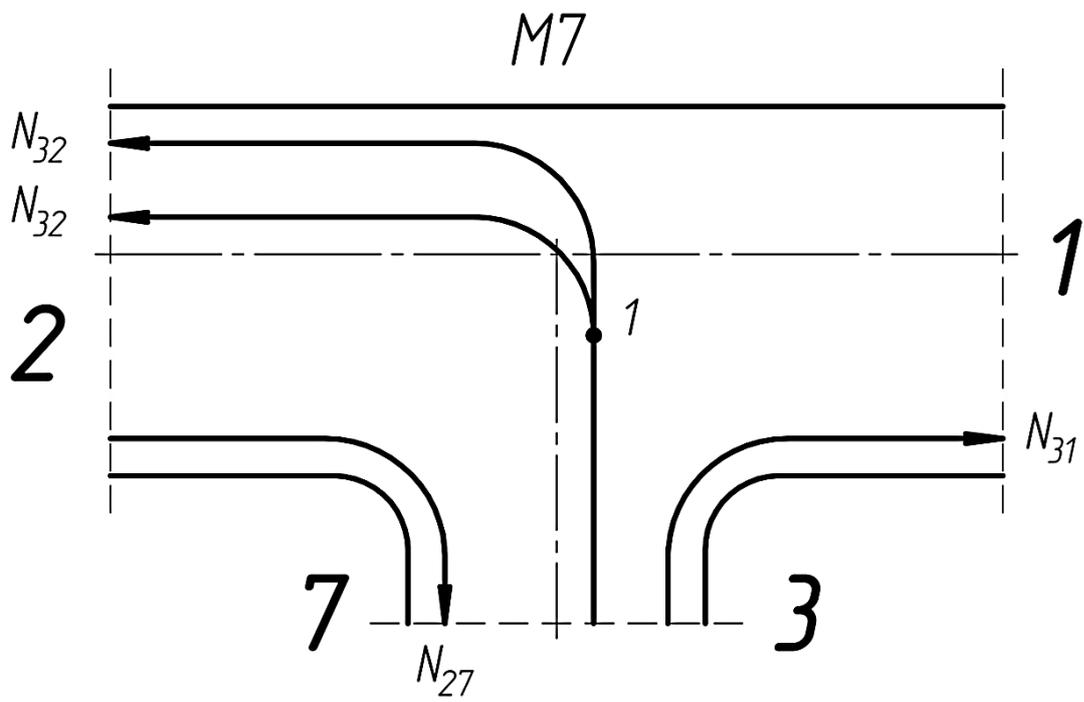


Рис. 28. Фаза № 2

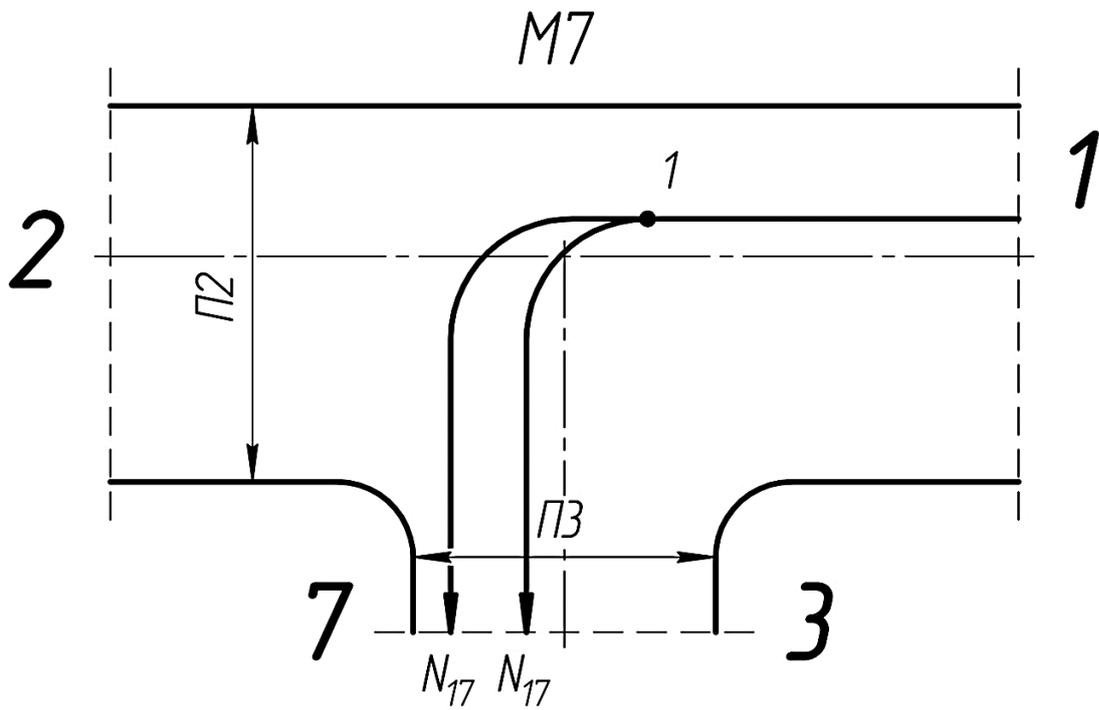
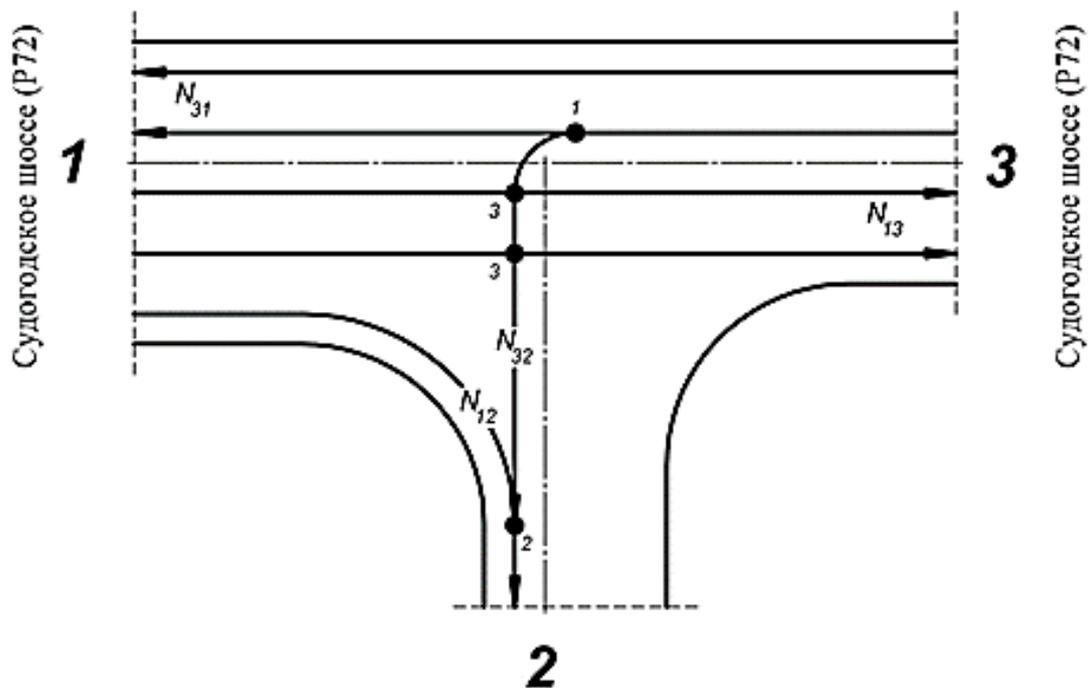


Рис. 29. Фаза № 3

ул. БЕЗЫМЕНСКОГО

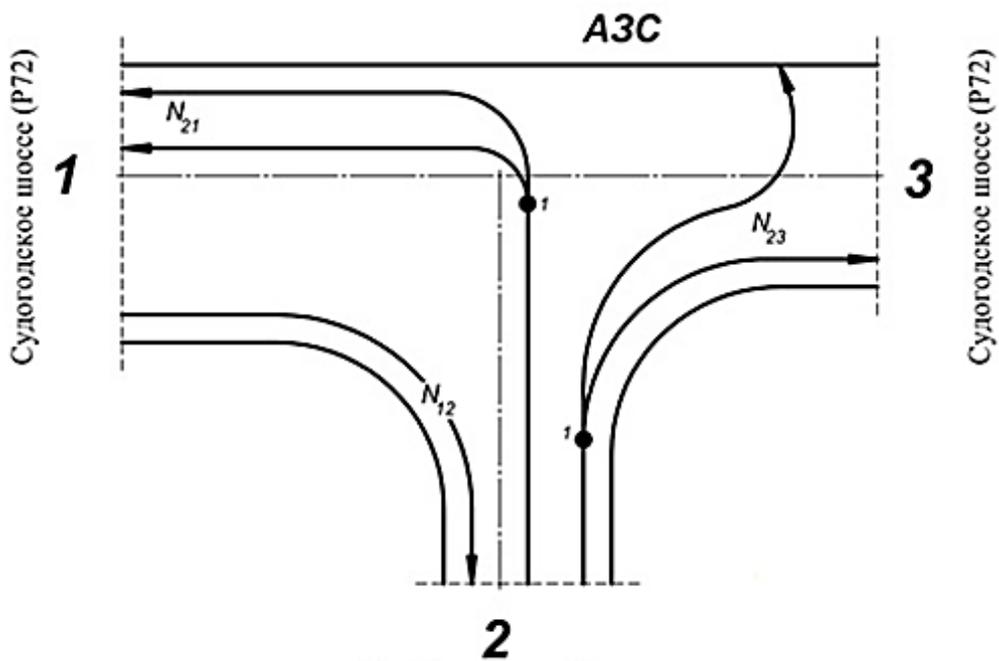
ул. БЕЗЫМЕНСКОГО

5. Первый вариант проекта пофазного развязки транспортных потоков на перекрестке Судогодское шоссе – автодорога д. Улыбышево – д. Коняево представлен на рис. 30 – 31.



д. Улыбышево – д. Коняево

Рис. 30. Фаза № 1



д. Улыбышево – д. Коняево

Рис. 31. Фаза № 2

6. Второй вариант проекта пофазного разъезда транспортных потоков на перекрестке Судогодское шоссе – автодорога д. Улыбышево – д. Коняево представлен на рис. 32 – 34.

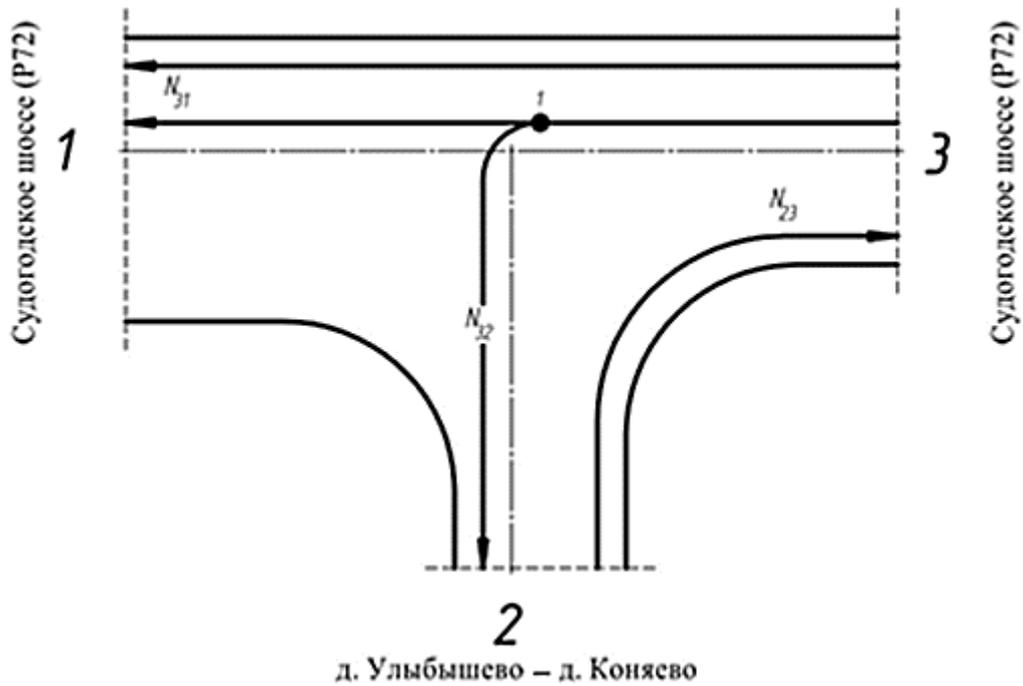


Рис. 32. Фаза № 1

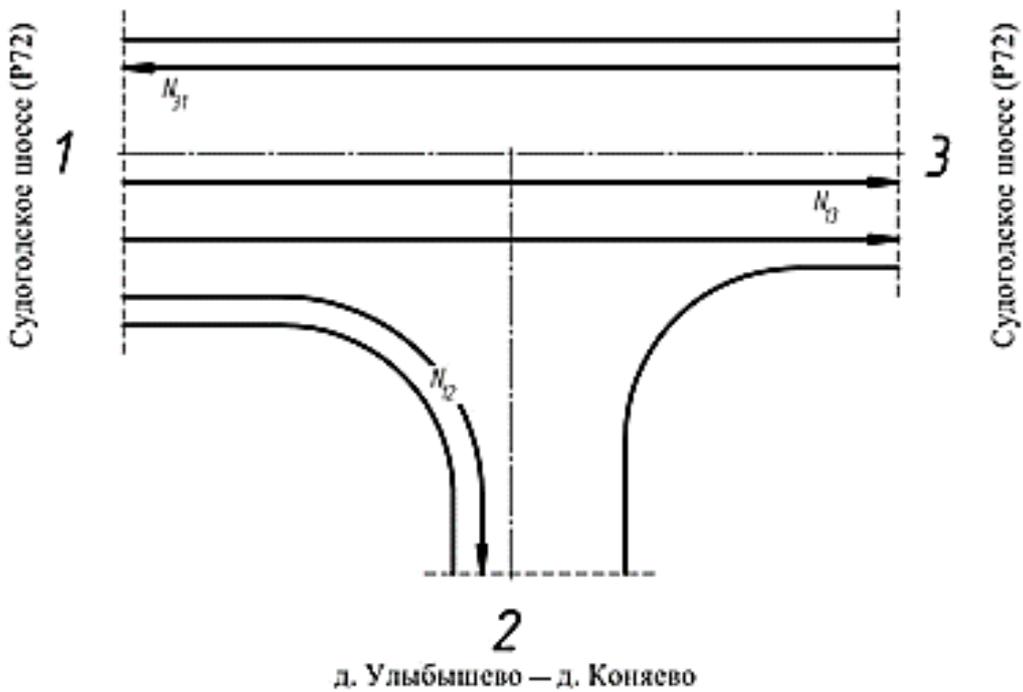


Рис. 33. Фаза № 2

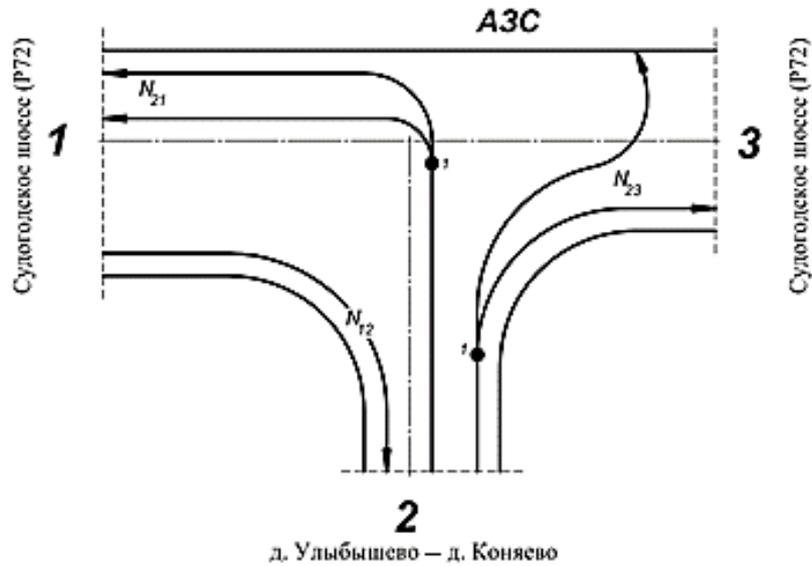


Рис. 34. Фаза № 3

3.7. Организация пофазного разъезда на четырехсторонних перекрестках

Ниже приводится пофазный разъезд на существующих четырехсторонних перекрестках города Владимира.

1. Регулируемый перекресток улица Мира – Большая Нижегородская (рис. 35 – 37).

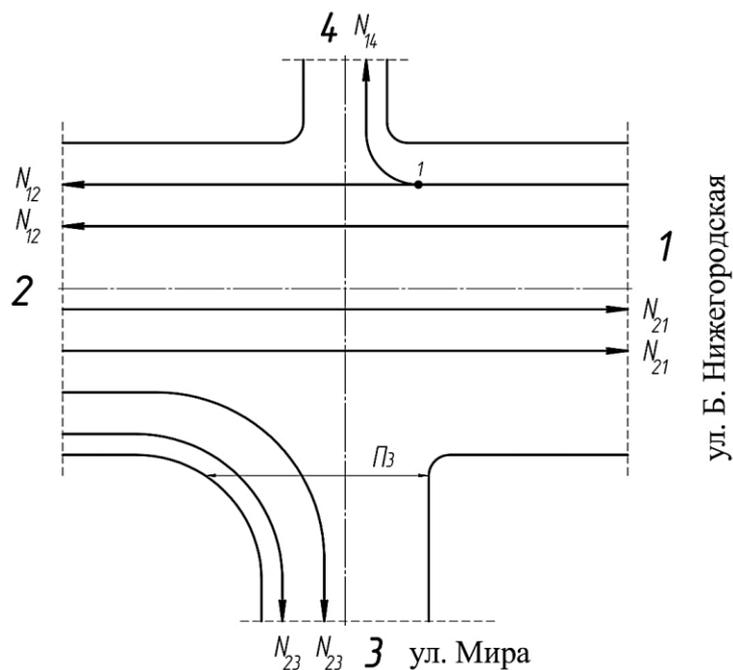


Рис. 35. Фаза № 1

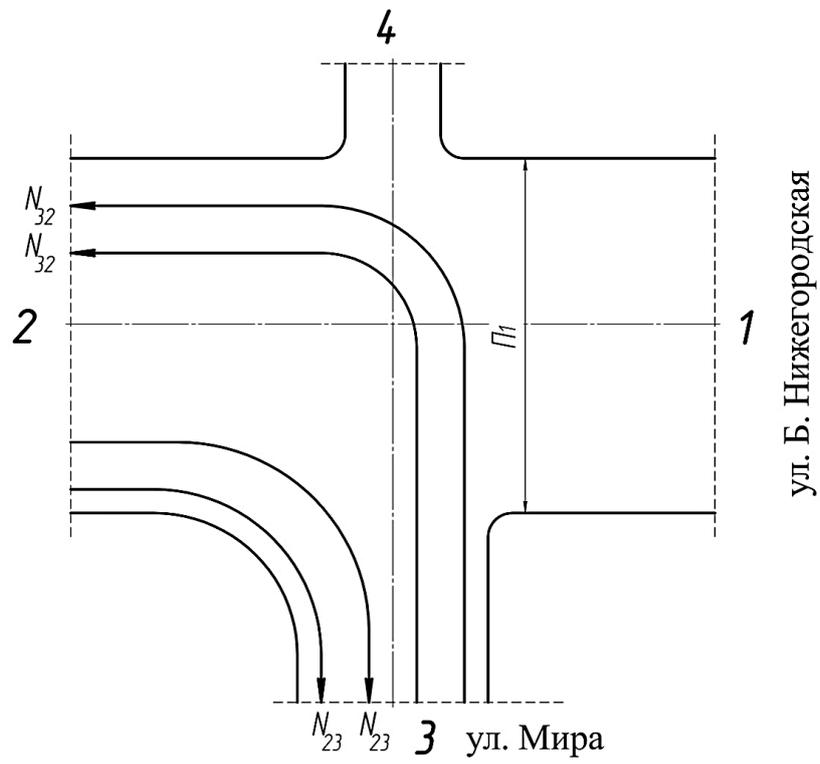


Рис. 36. Фаза № 2

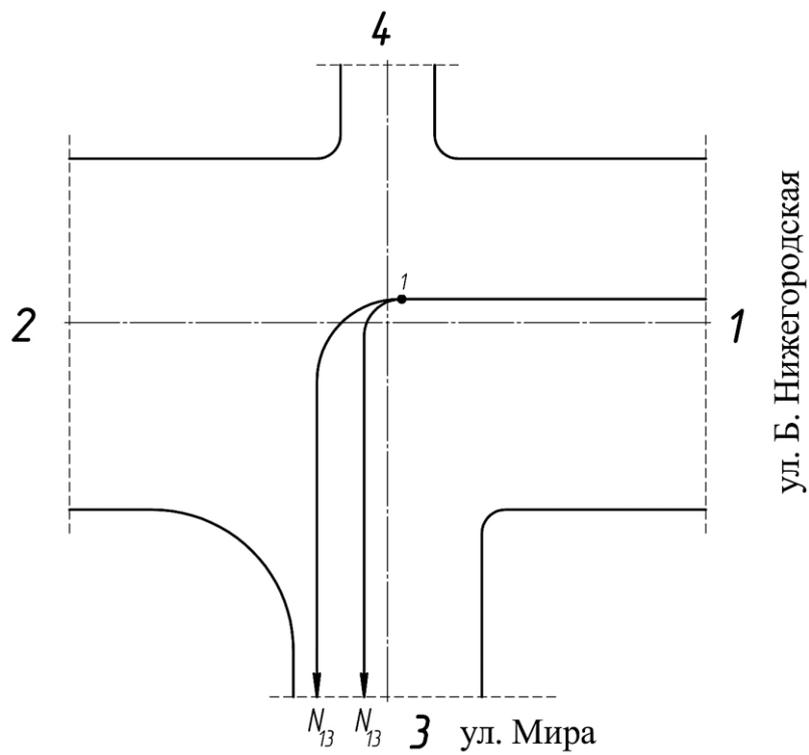


Рис. 37. Фаза № 3

2. Регулируемый перекресток улица Большая Нижегородская – улица Погодина (рис. 38 – 41).

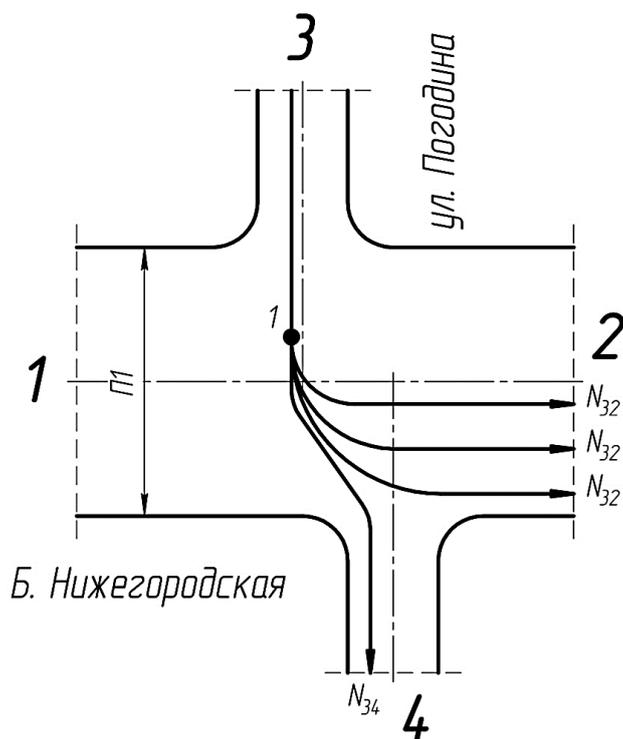


Рис. 38. Фаза № 1

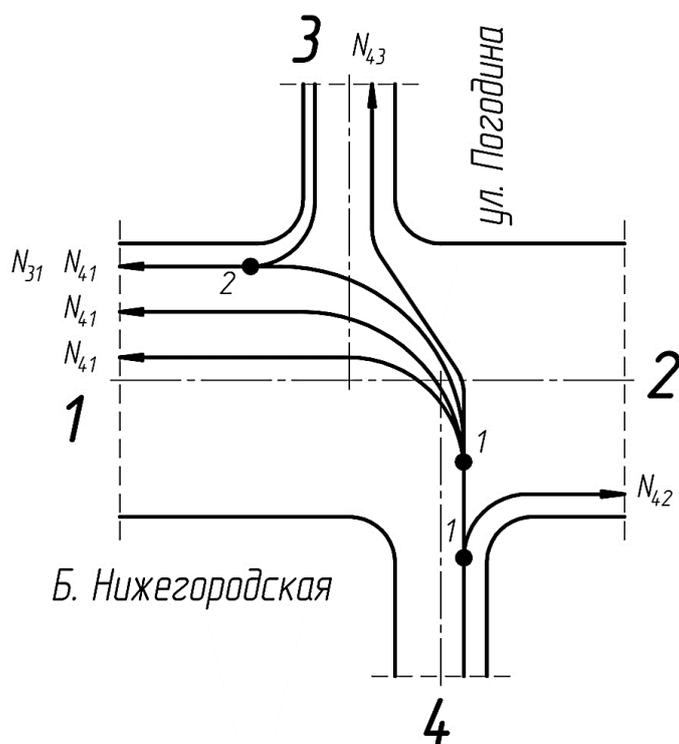


Рис. 39. Фаза № 2

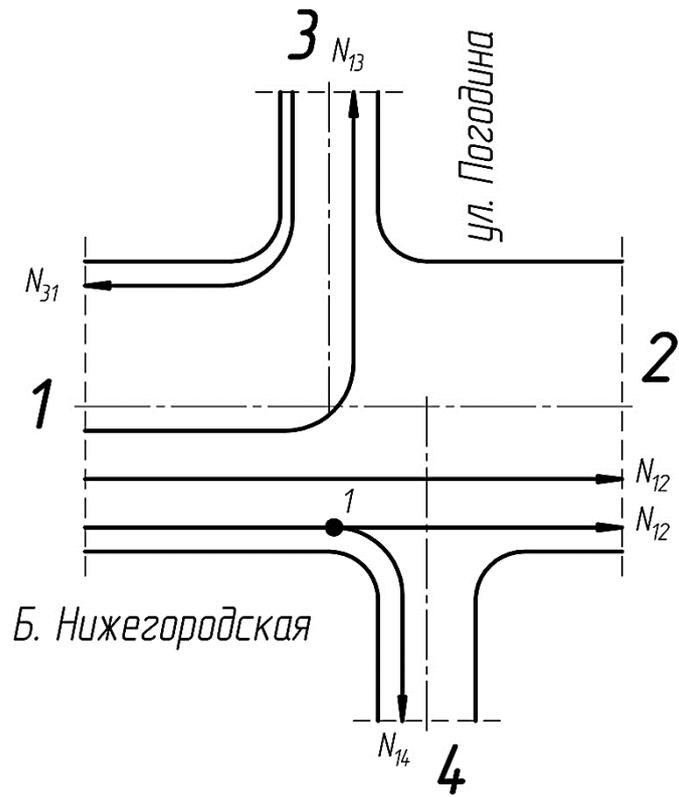


Рис. 40. Фаза № 3

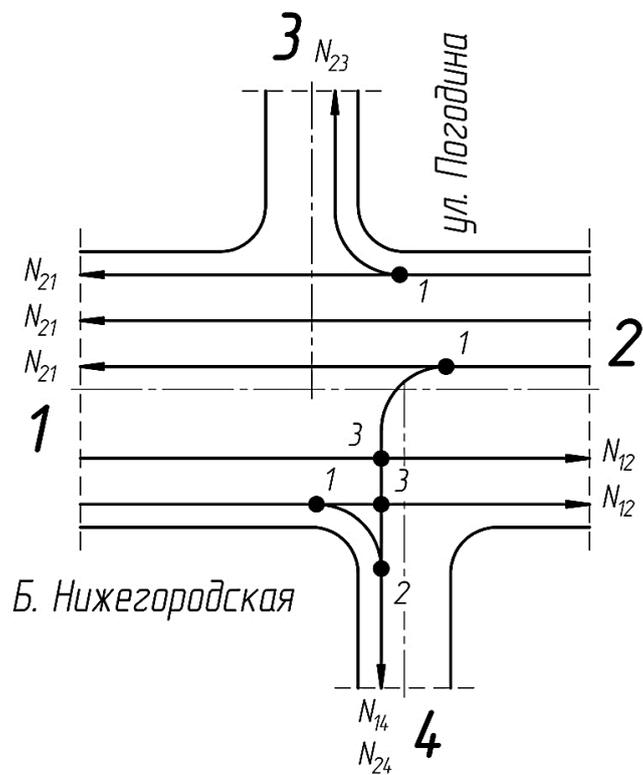


Рис. 41. Фаза № 3а

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. 42 – 45.

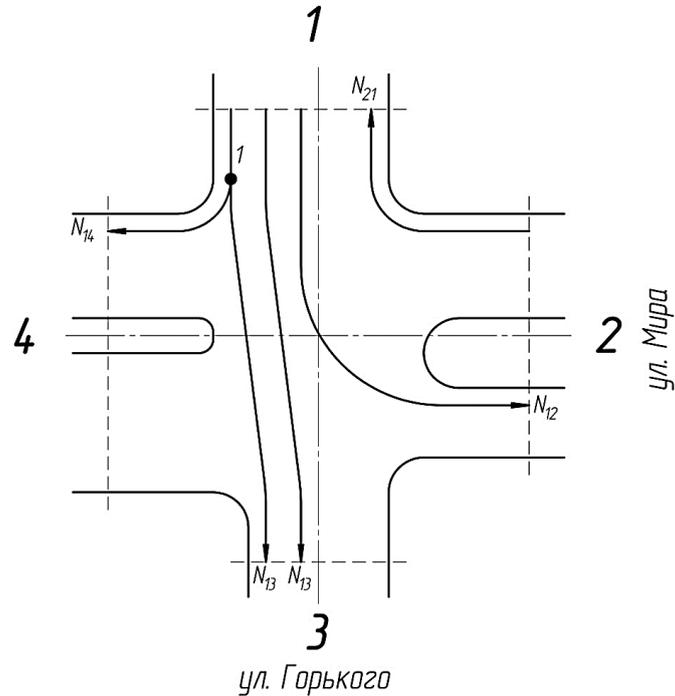


Рис. 42. Фаза № 1

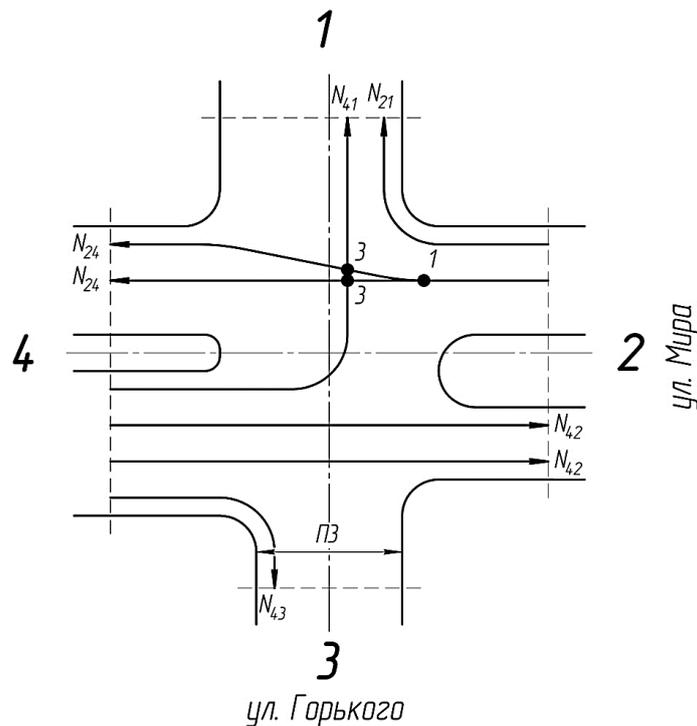


Рис. 43. Фаза № 2

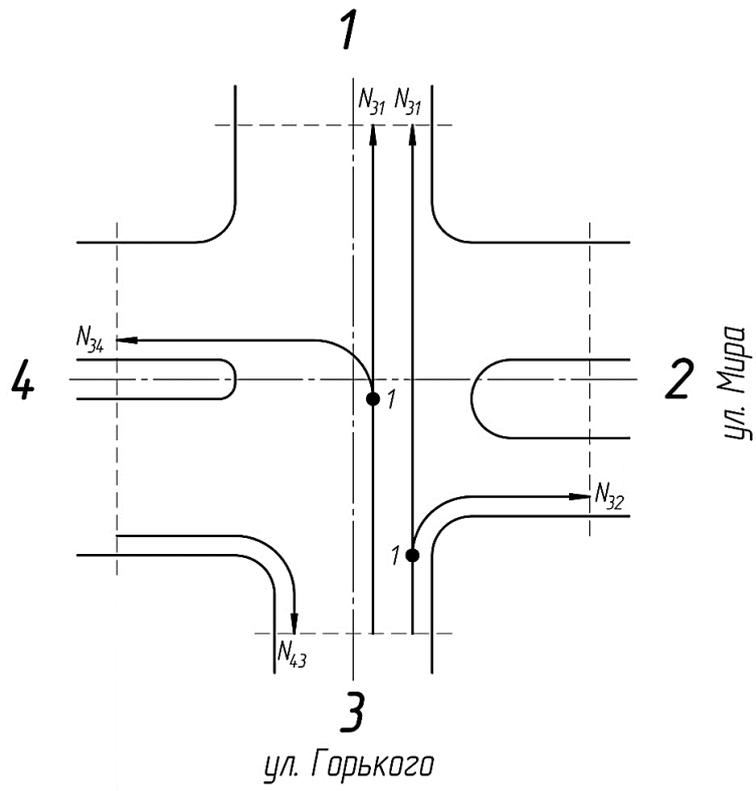


Рис. 44. Фаза № 3

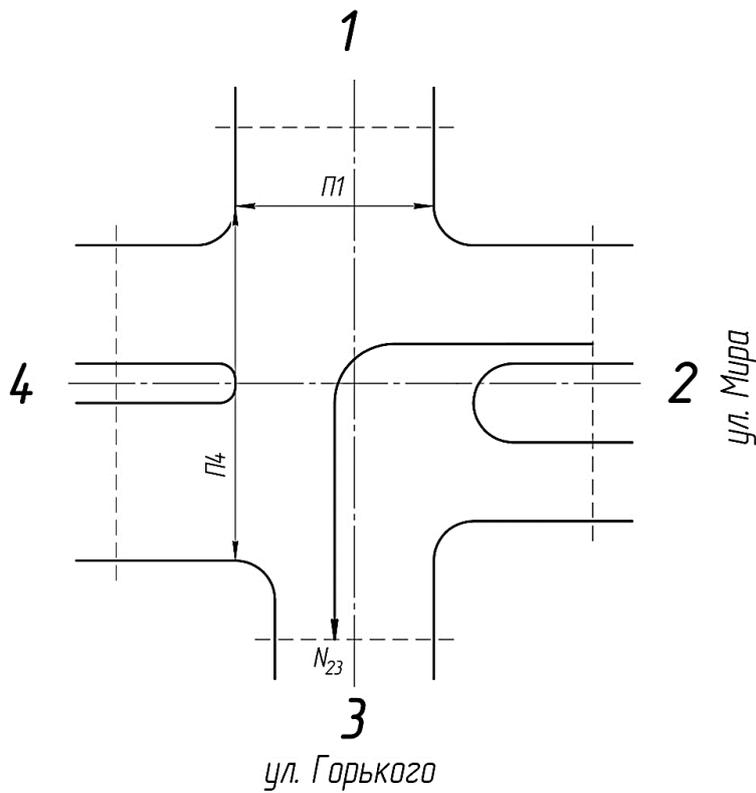


Рис. 45. Фаза № 4

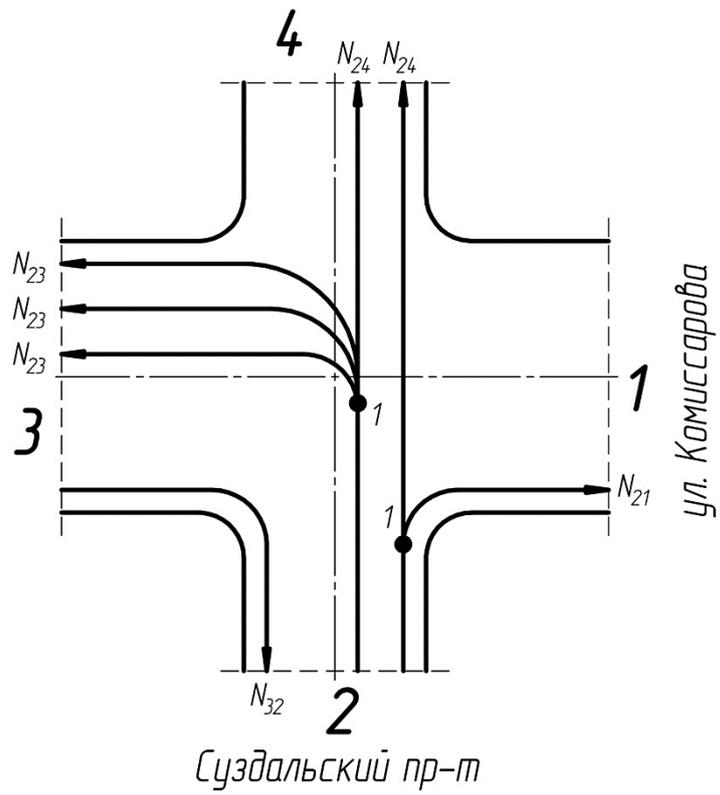


Рис. 48. Фаза № 3

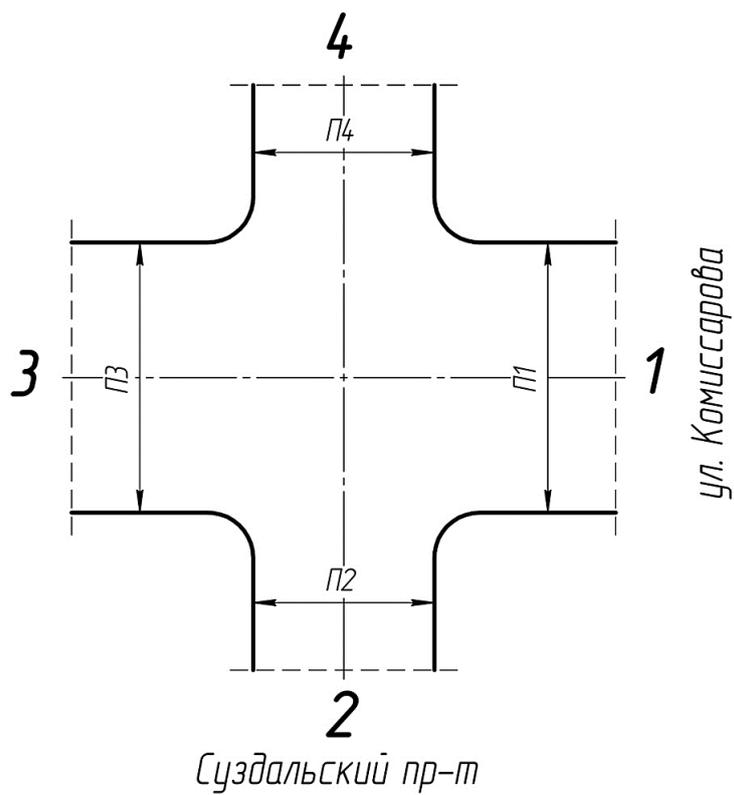


Рис. 49. Фаза № 4

5. Регулируемый перекресток улица Лакина – улица Белоконской (рис. 50 – 51).

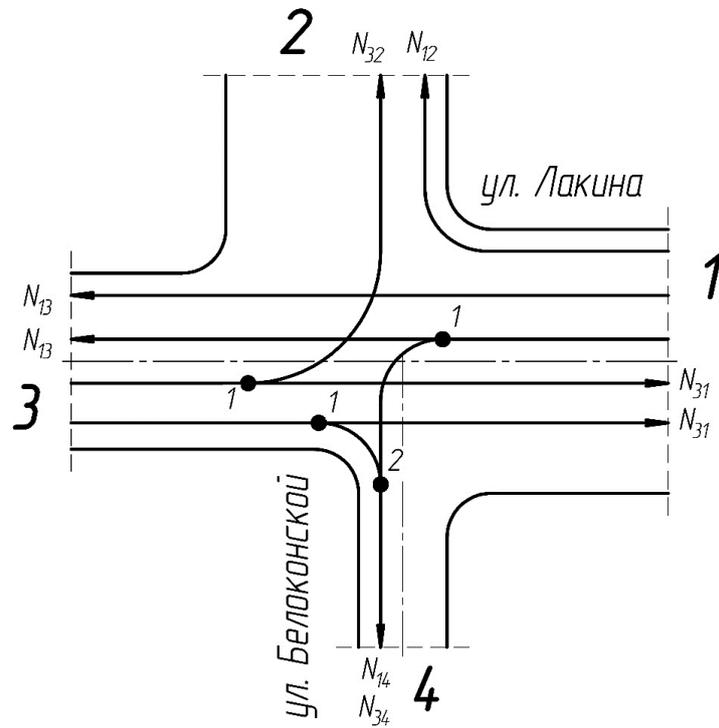


Рис. 50. Фаза № 1

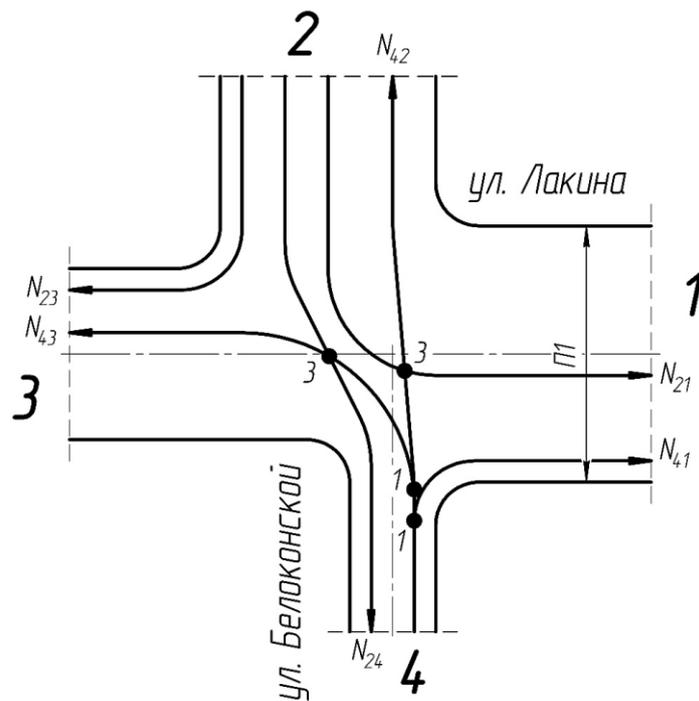


Рис. 51. Фаза № 2

6. Регулируемый перекресток улица Мира – Октябрьский проспект (рис. 52 – 55).

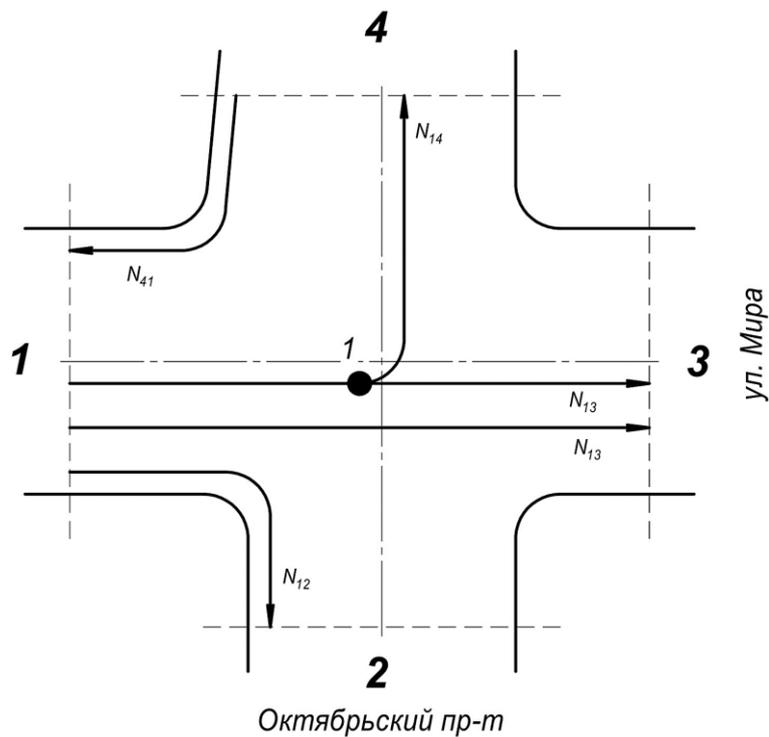


Рис. 52. Фаза № 1

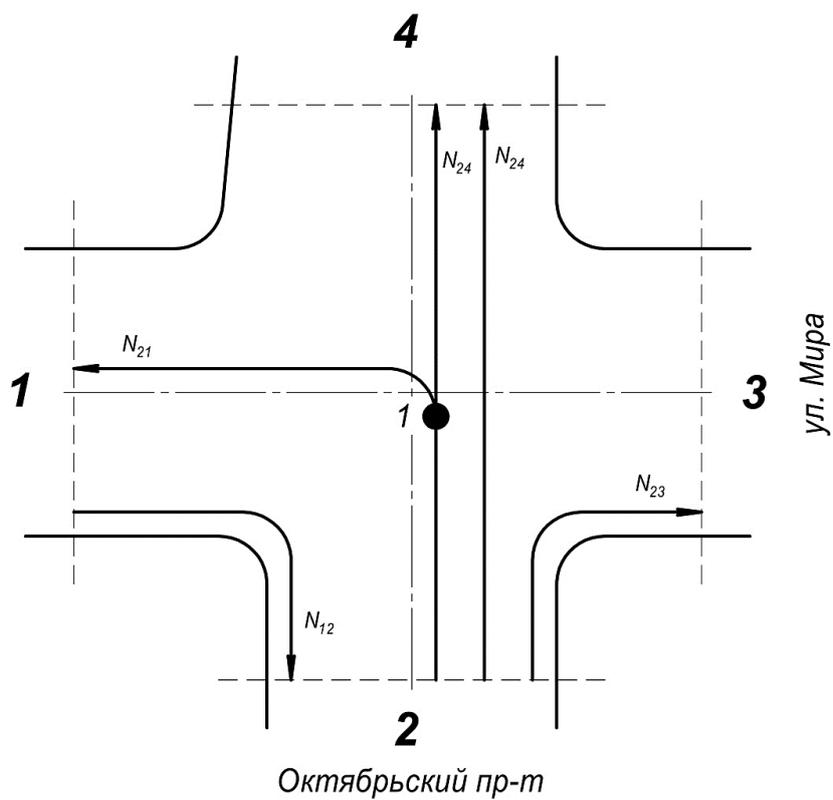


Рис. 53. Фаза № 2

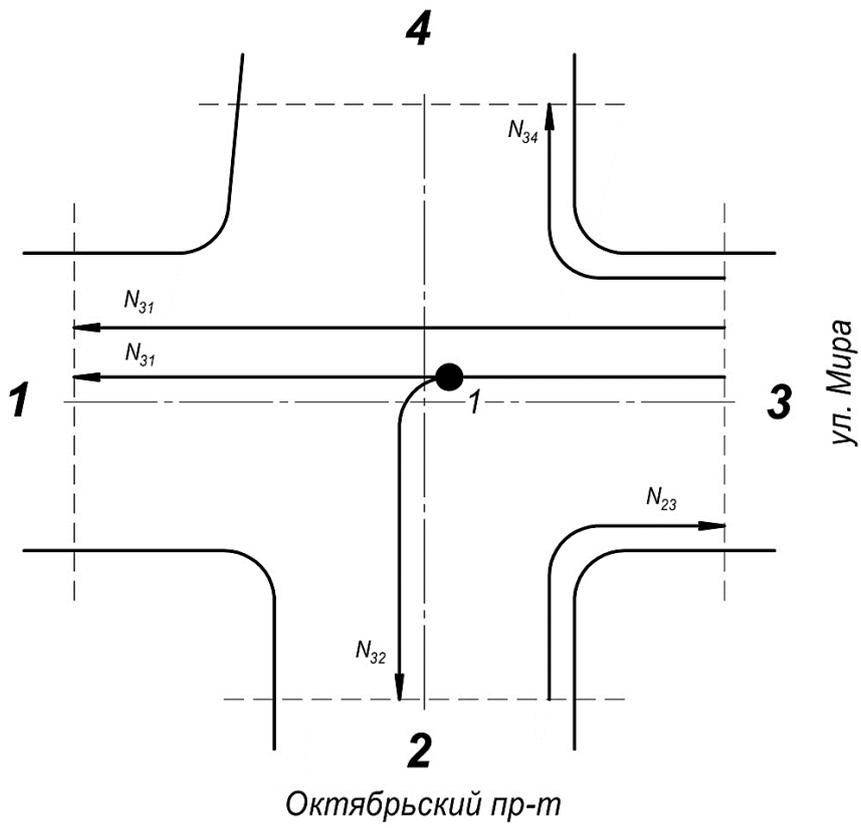


Рис. 54. Фаза № 3

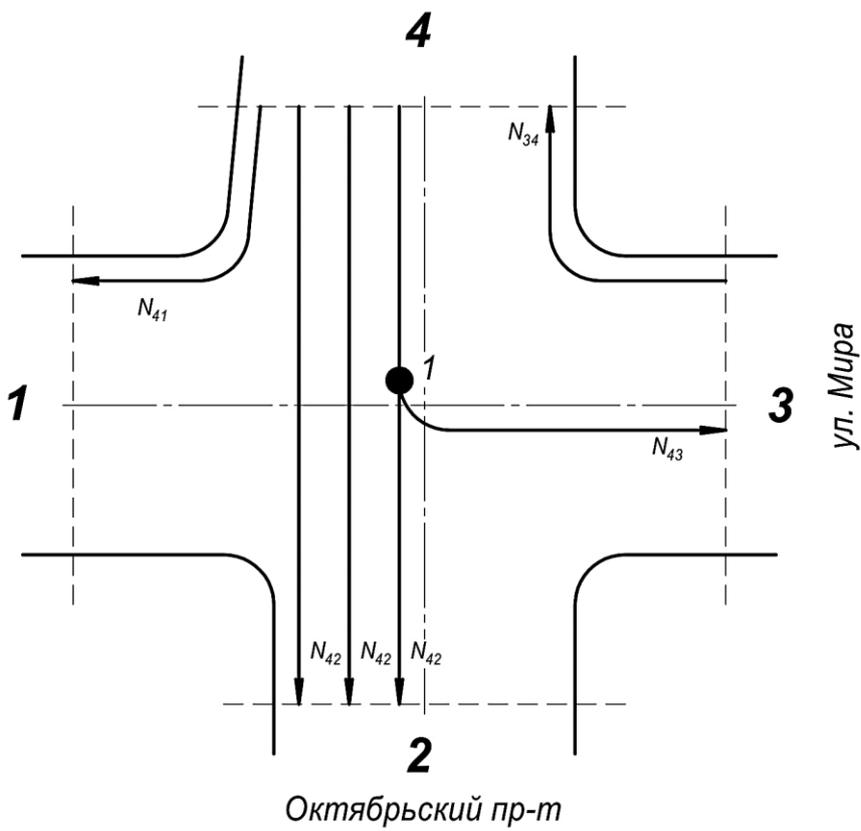


Рис. 55. Фаза № 4

7. Регулируемый перекресток улица Горького – улица Тракторная – проспект Строителей (рис. 56 – 59).

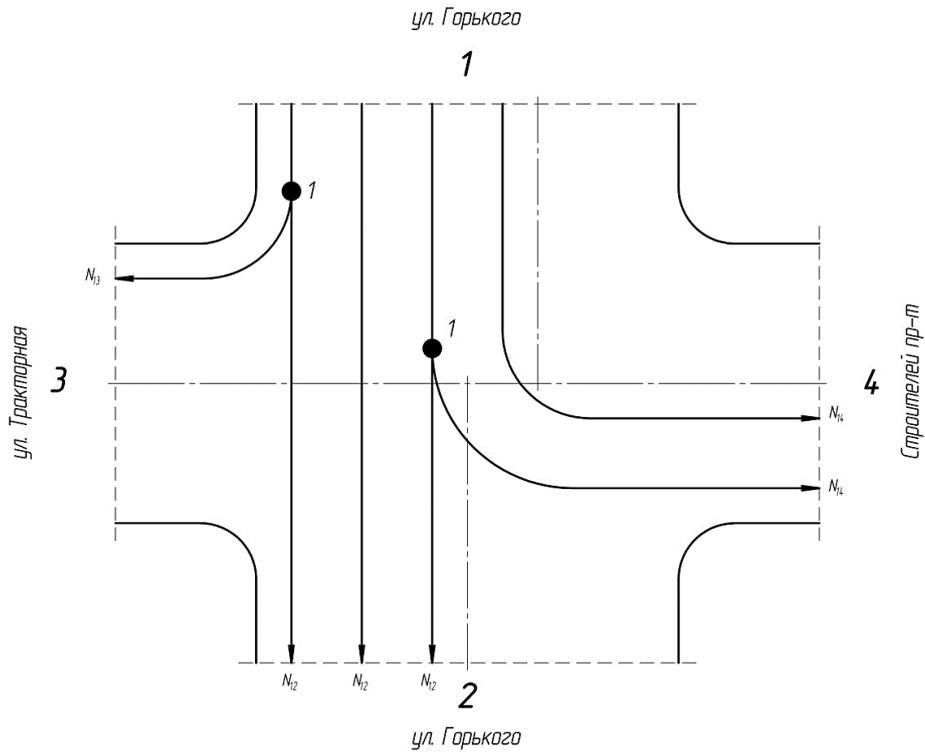


Рис. 56. Фаза № 1

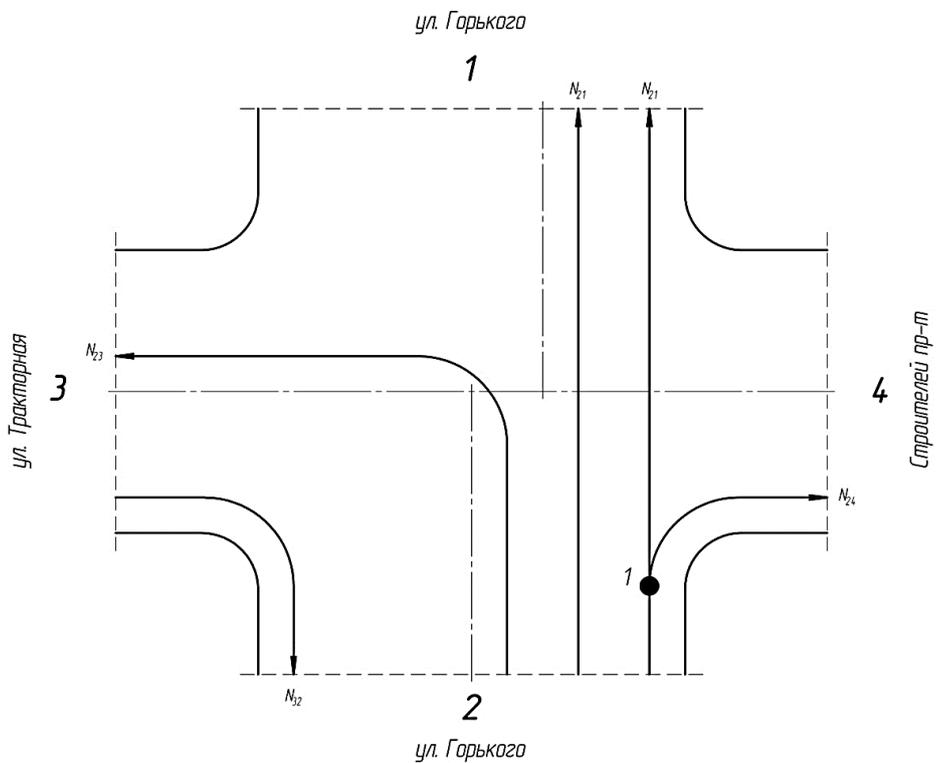


Рис. 57. Фаза № 2

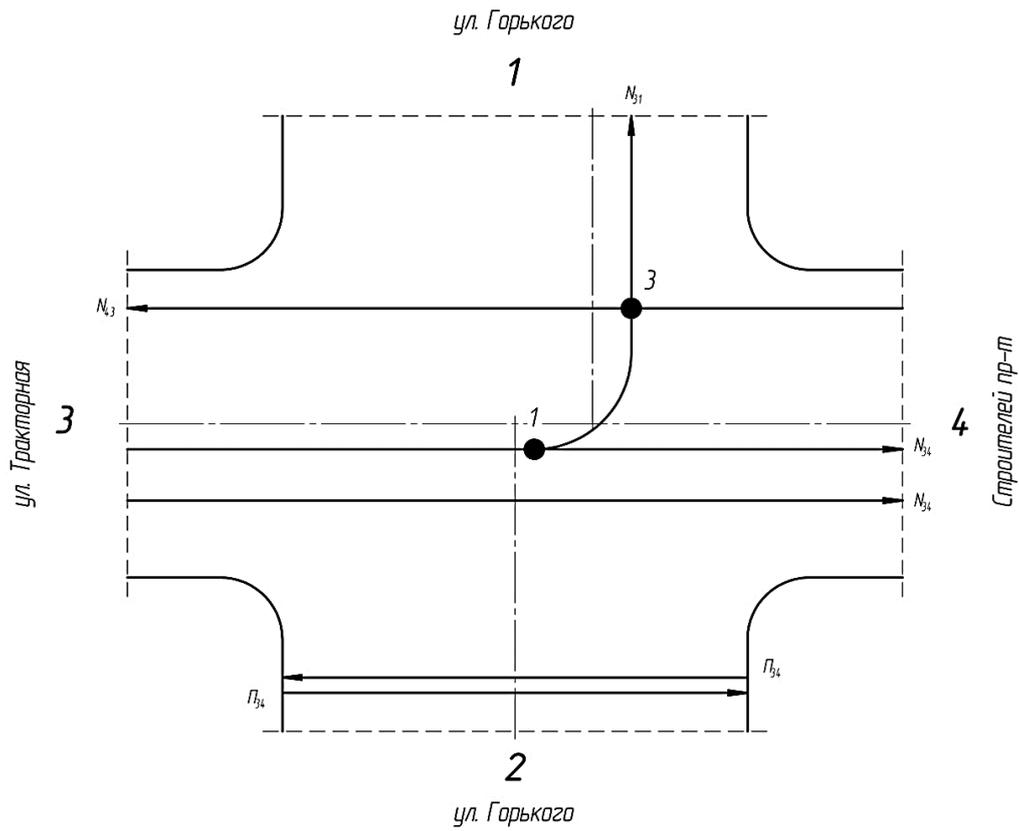


Рис. 58. Фаза № 3

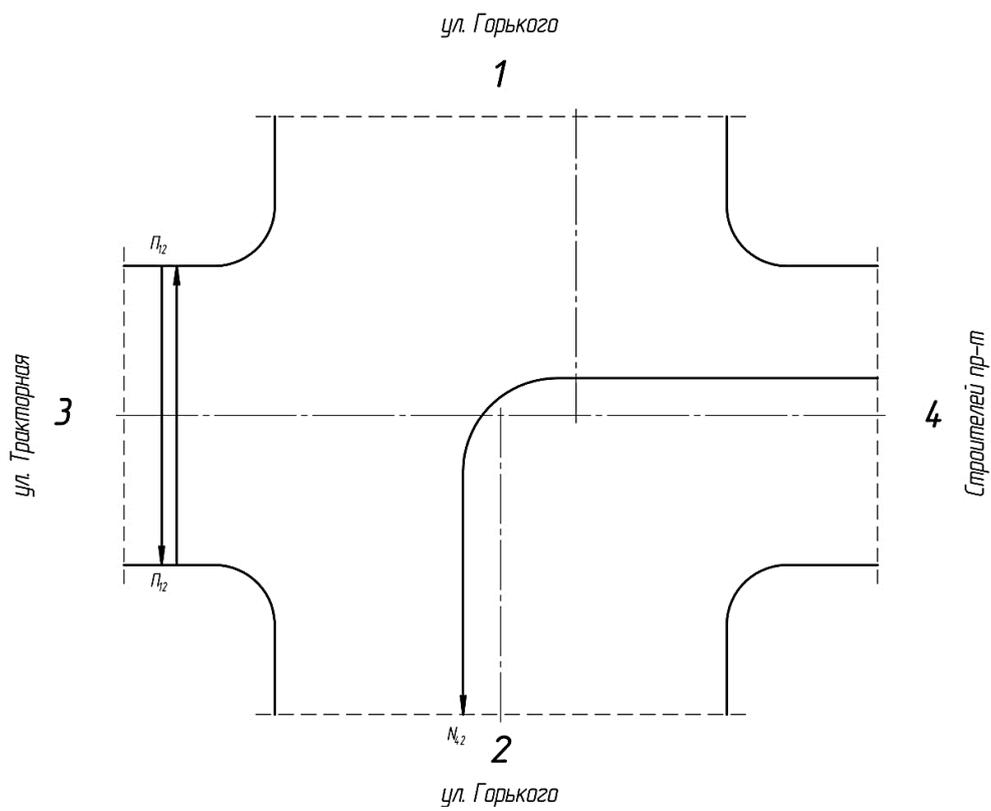


Рис. 59. Фаза № 4

8. Регулируемый перекресток проспект Строителей – улица Балакирева – улица Чайковского – улица Красноармейская (рис. 60, 61). Данное светофорное регулирование существовало до июня 2015 года.

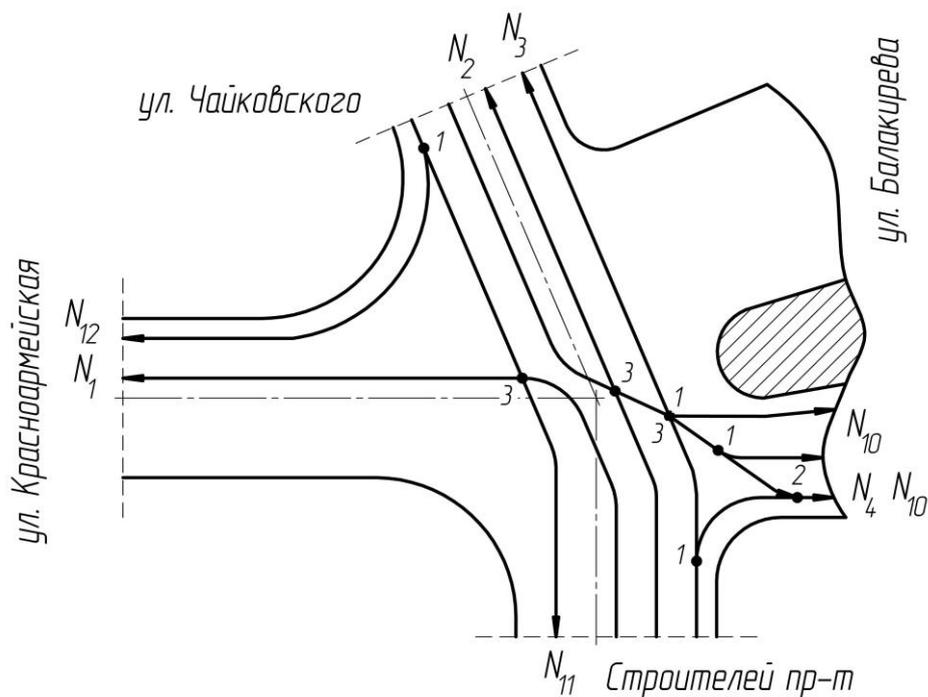


Рис. 60. Фаза № 1

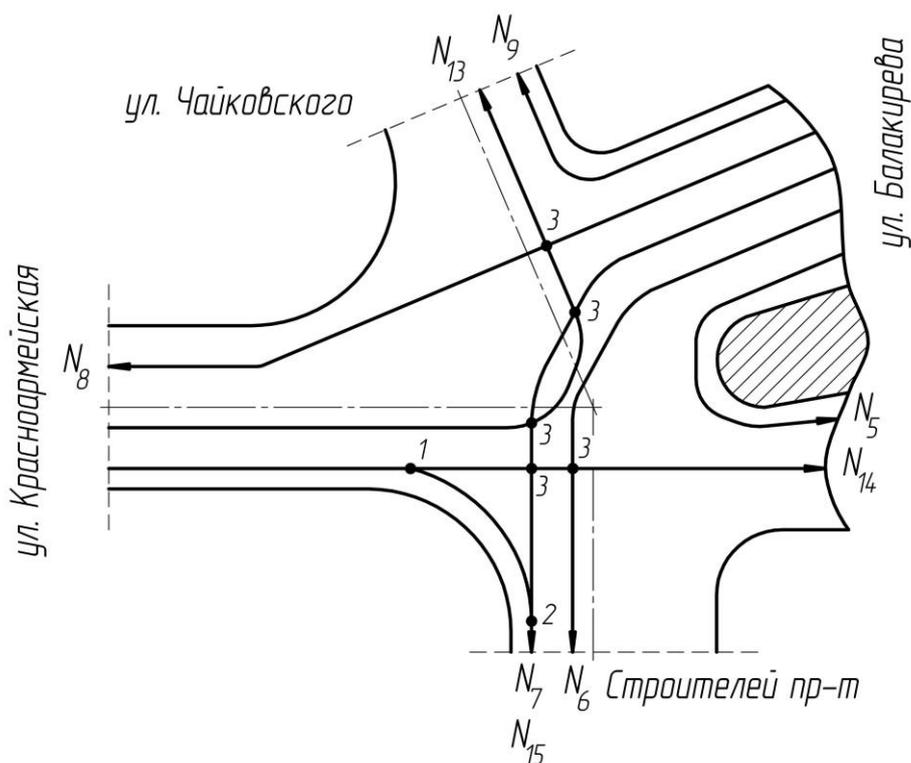


Рис. 61. Фаза № 2

После выбора пофазного разъезда рассчитывают альтернативный светофорный цикл. Затем приводят его структуру, пример которой изображен на рис. 62, далее составляют таблицу сравнения параметров светофорных циклов (табл. 16).

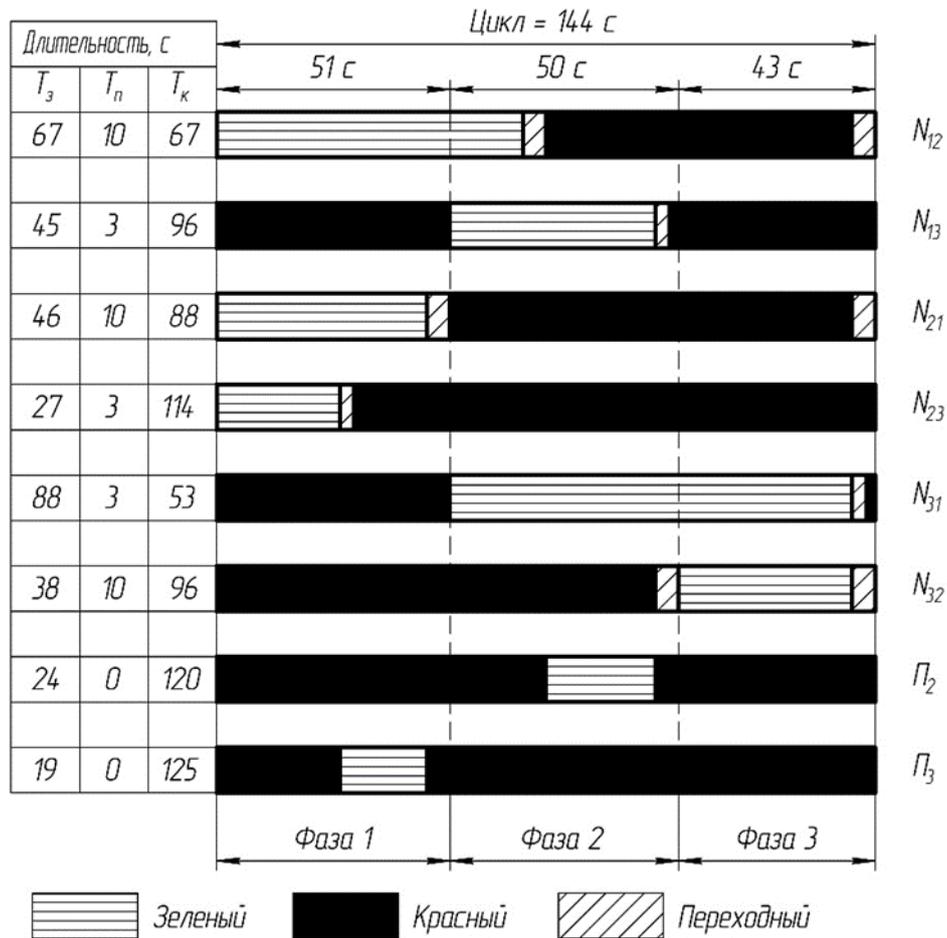


Рис. 62. Структура альтернативного светофорного цикла

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 4. АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

4.1. Основные положения

Согласно [18], в Приложении 6 к Инструкции по учету дорожно-транспортных происшествий в органах внутренних дел существуют следующие классификации:

1. Перечень видов дорожно-транспортных происшествий

1. **Столкновение** – происшествие, при котором движущиеся транспортные средства столкнулись между собой или с подвижным составом железных дорог.

К этому виду относятся столкновения с внезапно остановившимся транспортным средством (перед светофором, при заторе движения или из-за технической неисправности) и столкновения подвижного состава железных дорог с остановившимся (оставленным) на путях транспортным средством.

2. **Опрокидывание** – происшествие, при котором движущееся транспортное средство опрокинулось.

3. **Наезд на стоящее транспортное средство** – происшествие, при котором движущееся транспортное средство наехало на стоящее транспортное средство, а также прицеп или полуприцеп.

4. **Наезд на препятствие** – происшествие, при котором транспортное средство наехало или ударилось о неподвижный предмет (опора моста, столб, дерево, ограждение и т. д.).

5. **Наезд на пешехода** – происшествие, при котором транспортное средство наехало на человека или он сам натолкнулся на движущееся транспортное средство.

К этому виду относятся также происшествия, при которых пешеходы пострадали от перевозимого транспортным средством груза или предмета (доски, контейнеры, трос и т. п.).

6. **Наезд на велосипедиста** – происшествие, при котором транспортное средство наехало на велосипедиста или он сам натолкнулся на движущееся транспортное средство.

7. **Наезд на гужевой транспорт** – происшествие, при котором транспортное средство наехало на упряжных животных, а также на

повозки, транспортируемые этими животными, либо упряжные животные или повозки, транспортируемые этими животными, ударились о движущееся транспортное средство.

К этому виду также относится наезд на животное.

8. Падение пассажира – происшествие, при котором произошло падение пассажира с движущегося транспортного средства или в салоне (кузове) движущегося транспортного средства в результате резкого изменения скорости или траектории движения и других причин, если оно не может быть отнесено к другому виду ДТП.

Падение пассажира из недвижимого транспортного средства при посадке (высадке) на остановке не является происшествием.

9. Иной вид ДТП – происшествия, не относящиеся к указанным выше видам. Сюда относятся падение перевозимого груза или отброшенного колесом транспортного средства предмета на человека, животное или другое транспортное средство, наезд на лиц, не являющихся участниками дорожного движения, наезд на внезапно появившееся препятствие (упавший груз, отделившееся колесо и пр.) и др.

2. Классификация состояний проезжей части

1. Сухое.
2. Мокрое.
3. Загрязненное.
4. Свежеуложенная поверхностная обработка.
5. Заснеженное.
6. Гололедица.
7. Обработанное противогололёдным материалом.
8. Со снежным накатом.

3. Классификация освещения

1. Светлое время суток.
- В тёмное время суток:
2. Включено.
 3. Не включено.
 4. Отсутствует.

4. Классификация состояний погоды

1. Ясно.
2. Пасмурно.

3. Туман.

4. Дождь.

5. Снегопад.

5. Классификация дорожных условий, способствующих ДТП

01. Неровное покрытие.

02. Дефекты покрытия.

03. Низкие сцепные качества покрытия.

04. Неудовлетворительное состояние обочин.

05. Обочина занижена по отношению к проезжей части.

06. Несоответствие ширины моста ширине проезжей части.

07. Плохая видимость светофора.

08. Неисправность светофора.

09. Отсутствие горизонтальной разметки.

10. Отсутствие вертикальной разметки.

11. Деревья (опоры) на обочине.

12. Наличие наружной рекламы.

13. Отсутствие тротуаров (пешеходных дорожек).

14. Отсутствие ограждений в необходимых местах.

15. Недостаточное освещение.

16. Неисправное освещение.

17. Сужение проезжей части (снег, строительный материал и пр.).

18. Наличие снежных валов, ограничивающих видимость либо сужающих проезжую часть.

19. Отсутствие ограждений, сигнализации в местах работ.

20. Плохая видимость дорожных знаков.

21. Отсутствие дорожных знаков.

22. Неправильное применение дорожных знаков.

23. Плохая различимость горизонтальной дорожной разметки.

24. Ограниченная видимость.

25. Отсутствие переходно-скоростных полос.

26. Несоответствие параметров дороги ее категории.

27. Несоответствие ж/д переезда предъявляемым требованиям.

28. Неисправность переездной сигнализации.

29. Отсутствие направляющих устройств и световозвращающих элементов на них.

6. Классификация причин ДТП

Нарушения ПДД водителями:

01. Не имеет соответствующей категории на управление ТС данного вида.

02. Не имеет права на управление ТС.

03. Управление ТС в состоянии опьянения.

04. Превышение установленной скорости.

05. Несоответствие скорости конкретным условиям.

06. Выезд на полосу встречного движения.

07. Несоблюдение очередности проезда.

08. Неподача или неправильная подача сигналов.

09. Ослепление светом фар.

10. Неправильный выбор дистанции.

Нарушение правил:

11. Обгона.

12. Перестроения.

13. Буксировки.

14. Перевозки людей.

15. Остановки и стоянки.

16. Проезда остановок трамвая.

17. Проезда пешеходного перехода.

18. Погрузки, перевозки и крепления грузов.

19. Проезда ж/д переездов.

20. Пользования светом фар.

Нарушение требований:

21. Сигналов светофора.

22. Линий разметки.

23. Сигналов регулировщика.

24. Дорожных знаков.

25. Стоянка на проезжей части или обочине без освещения.

26. Эксплуатация технически неисправного ТС.

27. Эксплуатация незарегистрированного ТС.

28. Другие нарушения ПДД.

Нарушение ПДД пешеходами:

31. Переход через проезжую часть вне пешеходного перехода.

32. Переход через проезжую часть в неустановленном месте.

33. Неподчинение сигналам регулирования.
34. Неожиданный выход из-за ТС.
35. Неожиданный выход из-за стоящего ТС.
36. Неожиданный выход из-за сооружений (деревьев).
37. Ходьба вдоль проезжей части при наличии тротуара.
38. Ходьба вдоль проезжей части попутного направления вне населенного пункта.
39. Игра на проезжей части.
40. Пешеход в возрасте до семи лет без взрослого.
41. Нетрезвое состояние.
42. Иные нарушения ПДД.

4.2. Данные по ДТП на перекрестке

Данные по ДТП на перекрестке представляются в форме табл. 17. Данные по конкретному перекрестку предоставляются ГИБДД по запросу университета.

Таблица 17. Данные по ДТП на перекрестке

№ п/п	Дата	Время	Кол-во погибших	Кол-во раненых	Вид ДТП	Состояние проезжей части	Освещение	Состояние погоды	Дорожное условия, способствующие ДТП	Причины

Далее таблицу анализируют. Необходимо указать, сколько ДТП происходит в год на данном перекрестке, сколько погибших и раненых, какие виды ДТП, какое было состояние проезжей части, время суток, состояние погодных условий. Перечисляются дорожные условия, способствующие ДТП, рекомендации ГИБДД по снижению количества ДТП. Затем приводят усовершенствованную схему организации дорожного движения с учетом анализа дорожных условий, выбранного варианта светофорного регулирования и выявленных мер по снижению причин дорожно-транспортных происшествий, пример которой показан на рис. 63.

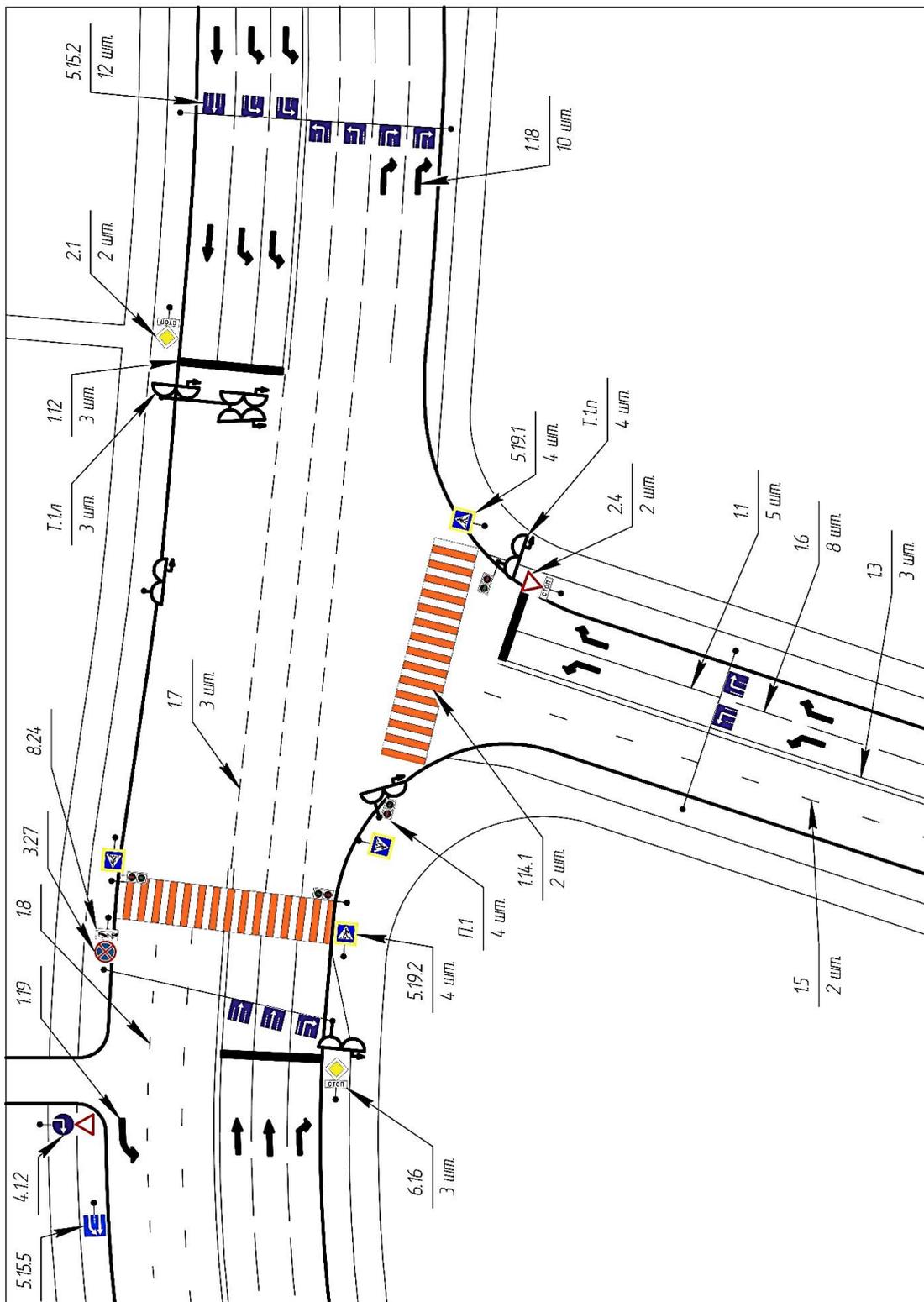


Рис. 63. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

Контрольные вопросы

1. Сколько видов дорожно-транспортных происшествий выделяют?
2. Дайте определение виду ДТП «столкновение».
3. Дайте определение виду ДТП «опрокидывание».
4. Дайте определение виду ДТП «наезд на стоящее транспортное средство».
5. Дайте определение виду ДТП «наезд на препятствие».
6. Дайте определение виду ДТП «наезд на пешехода».
7. Дайте определение виду ДТП «наезд на велосипедиста».
8. Дайте определение виду ДТП «наезд на гужевой транспорт».
9. Дайте определение виду ДТП «падение пассажира».
10. Дайте определение «иной вид ДТП».
11. Сколько существует состояний проезжей части при регистрации ДТП? Перечислите их.
12. Сколько существует видов освещения при регистрации ДТП? Перечислите их.
13. Сколько существует видов состояния погоды при регистрации ДТП? Перечислите их.
14. Сколько существует видов дорожных условий при регистрации ДТП? Перечислите их.
15. Сколько групп нарушений ПДД водителями существует?
16. Перечислите нарушения ПДД водителями.
17. Перечислите нарушения правил водителями.
18. Перечислите нарушения требований водителями.
19. Перечислите нарушения ПДД пешеходами.

Глава 5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

В разделе «Безопасность и экологичность» можно рассмотреть решение одного из следующих вопросов:

1. Расчет выбросов вредных веществ автомобильным транспортом в зоне перекрестка.
2. Расчет уличного освещения перекрестка.
3. Оценка шумового фона транспортных потоков в жилой застройке городов.
4. Составление инструкции по охране труда водителя конкретного типа ТС.

5.1. Определение выбросов вредных веществ автомобильным транспортом в зоне перекрестка при светофорном регулировании

Эта методика рассмотрена в литературе [19].

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков исходят из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения магистральных улиц (торможение, холостой ход, разгон).

Выброс i -го загрязняющего вещества в зоне перекрестка (г/мин) при запрещающем сигнале светофора определяется по формуле

$$M_{\text{пи}} = \frac{R}{40} \sum_{n=1}^{N_{\text{ц}}} \sum_{k=1}^{N_{\text{гр}}} (m_{ik} Q_{\text{max}}^k), \quad (32)$$

где R – средняя продолжительность действия запрещающего сигнала, мин (включая промежуточный такт); $N_{\text{ц}}$ – количество запрещающих тактов сигнала светофора за 20-минутный период времени, ед.; $N_{\text{гр}}$ – количество групп автомобилей; m_{ik} – удельный выброс i -го загрязняющего вещества автомобилями k -й группы, находящимися в очереди у запрещающего сигнала светофора, г/мин; Q_{max}^k – длина очереди автомобилей k -й группы, находящихся в очереди в зоне перекрестка в конце n -го цикла запрещающего сигнала светофора, авт.

Значения m_{ik} определяют по [19, табл. 1.4]. В таблице приведены усредненные значения удельных выбросов (г/мин), учитывающие режимы движения автомобилей в районе пересечения перекрестка (торможение, холостой ход, разгон).

Расчет $M_{\text{пi}}$ (г/мин) сводится к определению длин очередей транспортных средств на подходах к перекрестку в два этапа:

- определяется длина очереди всего транспортного потока (без учета его структуры);

- длины очередей (число остановленных автомобилей) для каждой k -й группы ТС.

Длину очереди в конце запрещающего сигнала светофора на подходе к перекрестку вычисляют для каждого направления движения:

$$Q_{\text{max}}^k = \frac{vR}{3600(1 - v/s)}, \quad (33)$$

где v – суммарная интенсивность движения на подходе, авт./ч; R – средняя продолжительность действия запрещающего сигнала с учетом переходного интервала, с; s – величина потока насыщения на полосу – интенсивность разъезда очереди транспортных средств, авт./ч.

Количество запрещающих тактов за 20-минутный период времени определяют по формуле

$$N_{\text{ц}} = \frac{1200}{T}, \quad (34)$$

где T – длительность светофорного цикла, с.

Расчет выполняется для существующего и принятого режимов светофорного регулирования.

Табл. 18 в которую сводят результаты расчетов длин очередей ТС на подходах к перекрестку, представлена как пример. Расчеты следует выполнять в натуральных (не приведенных) единицах ТС.

Таблица 18. Результаты расчетов длин очередей ТС на подходах к перекрестку в натуральных единицах

Направление движения	N_{12}	...	N_{32}
Интенсивность по направлениям движения N			
Средняя продолжительность запрещающего сигнала R , мин			
Количество запрещающих тактов светофора за 20 мин $N_{\text{ц}}$			
Величина потока насыщения s			
Фазовый коэффициент N/s			
Длина очереди в конце запрещающего сигнала Q_{max}^k , авт.			
Суммарная длина очереди на подходе, авт.			

Результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом в районе перекрестка, сводят в табл. 19.

Таблица 19. Результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом в районе перекрестка

Группа ТС	Структура Q_{\max} , %	Q_{\max}^k	Выбросы $M_{\Pi i}$, г/мин				
			CO	NO _x	CH	Сажа	SO ₂
Легковые							
Грузовые дизельные до 12 т							
Автобусы дизельные							
Троллейбусы							
...							
Итого							

5.2. Определение выбросов вредных веществ автомобильным транспортом в зоне нерегулируемого перекрестка

Выброс i -го загрязняющего вещества (г/с) движущимся авто-транспортным потоком по участку улично-дорожной сети протяженностью L км определяют по формуле

$$M_{Li} = \frac{L}{3600} \sum_1^k m_{ik}^{\text{пр}} v_k r_{iv}, \quad (35)$$

где L – протяженность рассматриваемого участка УДС, км; $m_{ik}^{\text{пр}}$ – пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилями k -й группы, (г/км) [19, табл. 1.1]; k – количество групп автомобилей; v_k – интенсивность движения k -й группы, авт./ч; r_{iv} – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока на участке УДС [19, табл. 1.2].

Пример таблицы, в которую необходимо свести результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ, представлен табл. 20.

Таблица 20. Результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ

Группа ТС	Интенсивность, авт./ч	Выбросы при движении M_{Li} , г/с				
		CO	NO _x	CH	Сажа	SO ₂
Легковые						
Автобусы дизельные						
Грузовые дизельные < 12 т						
Автопоезда дизельные > 12 т						
...						
Итого						

5.3. Расчет уличного освещения перекрестка

Расчет уличного освещения перекрестка очень удобно выполнять с помощью компьютерной программы *Light-in-Night Road*. Данный программный продукт доступен совершенно бесплатно и имеет полную функциональность, единственное условие его получения – регистрация пользователя. Программа позволяет сделать 3D-модель перекрестка, расставить опоры освещения, выбрать осветительные приборы, лампы и рассчитать параметры освещения перекрестка. Большой плюс программы заключается в том, что она сама рассчитывает экономические затраты на реализацию уличного освещения и выдает результаты расчетов в виде протокола в формате *doc*. Официальный сайт разработчиков www.l-i-n.ru, где доступна версия. Версии программы регулярно обновляются.

Пример 3D-модели перекрестка приведен на рис. 64, а результаты расчетов светотехнических параметров – на рис. 65.

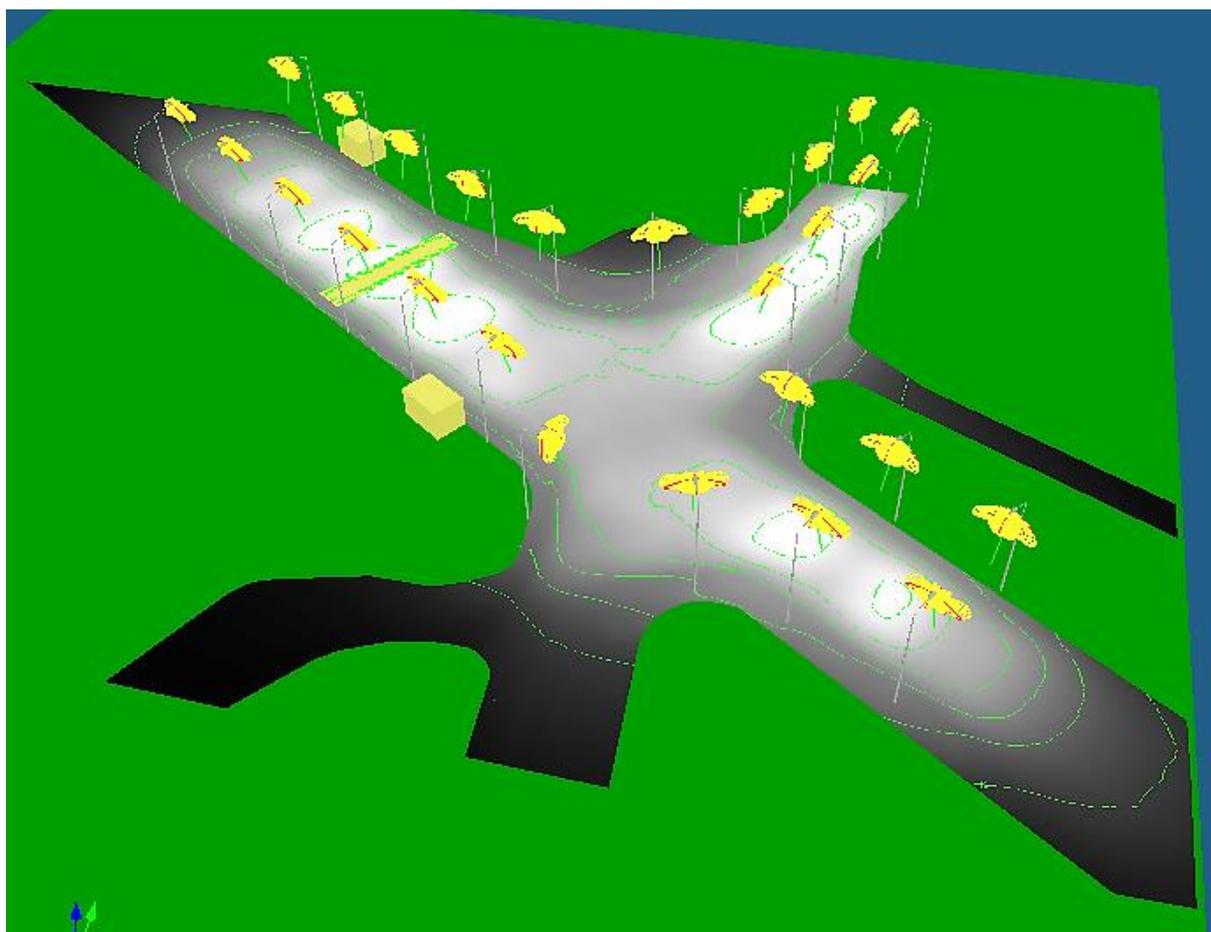


Рис. 64. 3D-модель перекрестка

Светотехнические результаты

По проезжей части

Показатель	Вариант 1	Вариант 2
$E_{\text{ср}}$, лк	31.0 (30)	42.3 (30)
$E_{\text{макс}}$, лк	58.3	76.6
$E_{\text{мин}}/E_{\text{ср}}$	0.04 (0.35)	0.05 (0.35)
$E_{\text{макс}}/E_{\text{ср}}$	1.9	1.8
$U_{\text{е}}$	0.38	0.52
I_{80} , кд/кпм	365	321
I_{85} , кд/кпм	207	59

По тротуару

Показатель	Вариант 1	Вариант 2
$E_{\text{ср}}$, лк	21.4 (15)	18.8 (15)
$E_{\text{макс}}$, лк	41.1	48.9
$E_{\text{мин}}/E_{\text{ср}}$	0.03 (0.30)	0.03 (0.30)
$E_{\text{макс}}/E_{\text{ср}}$	1.9	2.6
$U_{\text{е}}$	0.14	0.12

Экономические результаты

Затраты, руб.	Вариант 1	Вариант 2
Капитальные	3 144 440	3 298 178
ОП и ИС	814 892	968 630
Опоры и кронштейны	2 329 548	2 329 548
Эксплуатационные	432 170.75	448 444.36
Электроэнергия	44 090.59	44 990.4
Замена ИС	0	0
Чистка ОП	260 000	260 000
Амортизация	128 080.16	143 453.96
Полные годовые:	903 836.75	943 171.06

Рис. 65. Основные результаты расчетов

5.4. Оценка шумового фона транспортных потоков в жилой застройке городов

Города наполнены многочисленными источниками шума, уровни и ареалы которых постоянно возрастают. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что высокие уровни городских шумов мешают нормальному отдыху, трудовой деятельности людей и

являются причиной многих заболеваний. Установлено, что от 30 до 40 % городского населения живет и работает в условиях акустического дискомфорта.

Источниками внешнего звука в городах являются:

- потоки всех видов наземного автомобильного и рельсового транспорта;
- авиационный транспорт в аэропортах и зонах воздушных подходов к аэродромам;
- площадки для погрузочно-разгрузочных работ объектов транспорта, предприятий торговли и других коммунально-бытовых учреждений обслуживания;
- промышленные предприятия, отдельные установки и агрегаты;
- открытые спортивные сооружения и игровые площадки;
- механизмы и установки, выполняющие работы по строительству, уборке и благоустройству городских территорий, и др.

Разработка средств и методов шумозащиты, способствующих обеспечению нормативных уровней шума в проектах планировки и застройки городов, выполняется на основе акустических расчетов уровней шума источников, ожидаемого шумового режима в характерных точках защищаемого объекта и оценки обеспеченности его акустическим комфортом.

Оценка соответствия состояния шумового фона, создаваемого транспортными потоками в жилых застройках городов, нормативным уровням звука на защищенных от шума объектах определяется по формуле

$$\gamma = L_{A_{\text{экв.доп}}} - L_{A_{\text{экв}}} + A_1 + A_2 + A_3 + A_4, \quad (36)$$

где $L_{A_{\text{экв.доп}}}$ – допустимый уровень звука для защищаемого объекта или территории, дБА; $L_{A_{\text{экв}}}$ – эквивалентный уровень звука от транспортных потоков на улицах и дорогах городов, дБА; A_1 – снижение шума в приземном воздушном пространстве $L_{A_{\text{экв}}}$ с учетом расстояния и типа поверхности земли, дБА; A_2 – снижение шума на пути его распространения за счет экранирующих барьеров, дБА; A_3 – снижение шума при наличии на пути его распространения защитных полос зеленых насаждений, дБА; A_4 – снижение шума за счет звукоизоляции оконных проемов, дБА.

Положительное значение γ характеризует обеспеченность нормативного уровня звука (или условий акустического комфорта) в расчетной точке, а отрицательное – необходимое снижение уровня звука, достигаемое снижением шума в источнике $L_{Aэкв}$ или повышением качеств шумозащитных средств, препятствующих распространению шума (A_1, A_2, A_3, A_4).

Точки расчета оцениваемых уровней звука располагают на кратчайшем расстоянии от источника, в наиболее характерных местах: для зданий и сооружений – в 2 м от наружных ограждающих стен на высоте 1,5 м от пола первого и последнего этажей; для территорий – не менее чем в 2 м от стен окружающих зданий и сооружений на высоте 1,5 м от поверхности земли; для помещений – в 2 м от окна на высоте 1,5 м от поверхности пола.

Оценку уровня звука в точке расчета выполняют для дневного и ночного периода суток (с 7 до 23 ч и с 23 до 7 ч), при этом в дневное время в расчет берется максимальное количество транспортных средств в часы пик.

Порядок расчета

1. Допустимый уровень звука для защищаемого объекта или территории ($L_{Aэкв.доп}$).

Допустимые значения эквивалентных уровней звука на территории и в помещениях жилых и общественных зданий устанавливаются по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 (табл. 21) с учетом поправок к ним на место расположения объекта (табл. 22).

Таблица 21. Нормы допустимых уровней звука (по СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Районы застройки, территории, помещения	Допустимые уровни звука	
	$L_{Aэкв.доп}$	дБА
Территории больниц и санаториев	45	35
Территории и зоны массового отдыха	50	–
Новый проектируемый жилой район города	55	45
Реконструируемый жилой район со сложившейся застройкой	60	50

Районы застройки, территории, помещения	Допустимые уровни звука	
	$L_{\text{ЭКВ, доп}}$	дБА
Промышленные районы или зоны, включающие жилую застройку	65	55
Территории жилой застройки в 2 м от зданий	55	45
Площадки отдыха в микрорайоне, сады, парки	45	–
Спортивные площадки	55	–
Спортивные залы	50	–
Стадионы	60	–
Палаты больниц, санаториев, операционные больницы	35	25
Жилые комнаты квартир	40	30
Жилые комнаты в общежитиях и гостиницах	45	35
Классы в школах	40	–
Конференц-залы, аудитории, кабинеты	40	–
Помещения управлений и конструкторских бюро в административных зданиях	50	–

Таблица 22. Поправки к допустимым уровням звука
(по СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Влияющий фактор	Условия	Поправка, дБА
Месторасположение объектов	Курортный район, места отдыха, туризма, зеленая зона города	–5
	Новый проектируемый жилой район	0
	Район существующей (сложившейся) застройки	+5

2. Эквивалентный уровень звука от транспортных потоков ($L_{\text{ЭКВ}}$).

Шумовой характеристикой транспортного потока является эквивалентный уровень звука $L_{\text{ЭКВ}}$, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси полосы движения транспортных средств.

Метод натурных измерений шумовой характеристики устанавливается ГОСТ 20444-2014.

Однако при решении задач прогнозирования приходится определять шумовые характеристики транспортных потоков расчетным путем по формуле

$$L_{\text{АЭКВ}} = L'_{\text{АЭКВ}} + \sum_{i=1}^n \Delta L_{\text{АЭКВ}_i}, \quad (37)$$

где $L'_{\text{АЭКВ}}$ – эквивалентный уровень звука, определяемый в зависимости от максимальной интенсивности движения Q , ед./ч, средневзвешенной скорости движения V , км/ч, и состава транспортного потока ρ , %, по номограмме, разработанной НИИСФ и НИИ Мосстроя, дБА

(рис. 66); $\sum_{i=1}^n \Delta L_{\text{АЭКВ}_i}$ – сумма поправок к эквивалентному уровню звука $L'_{\text{АЭКВ}}$ на влияющие факторы, определяемые в зависимости от продольного уклона проезжей части участка улицы или дороги, шероховатости поверхности и типа дорожного покрытия проезжей части по табл. 23.

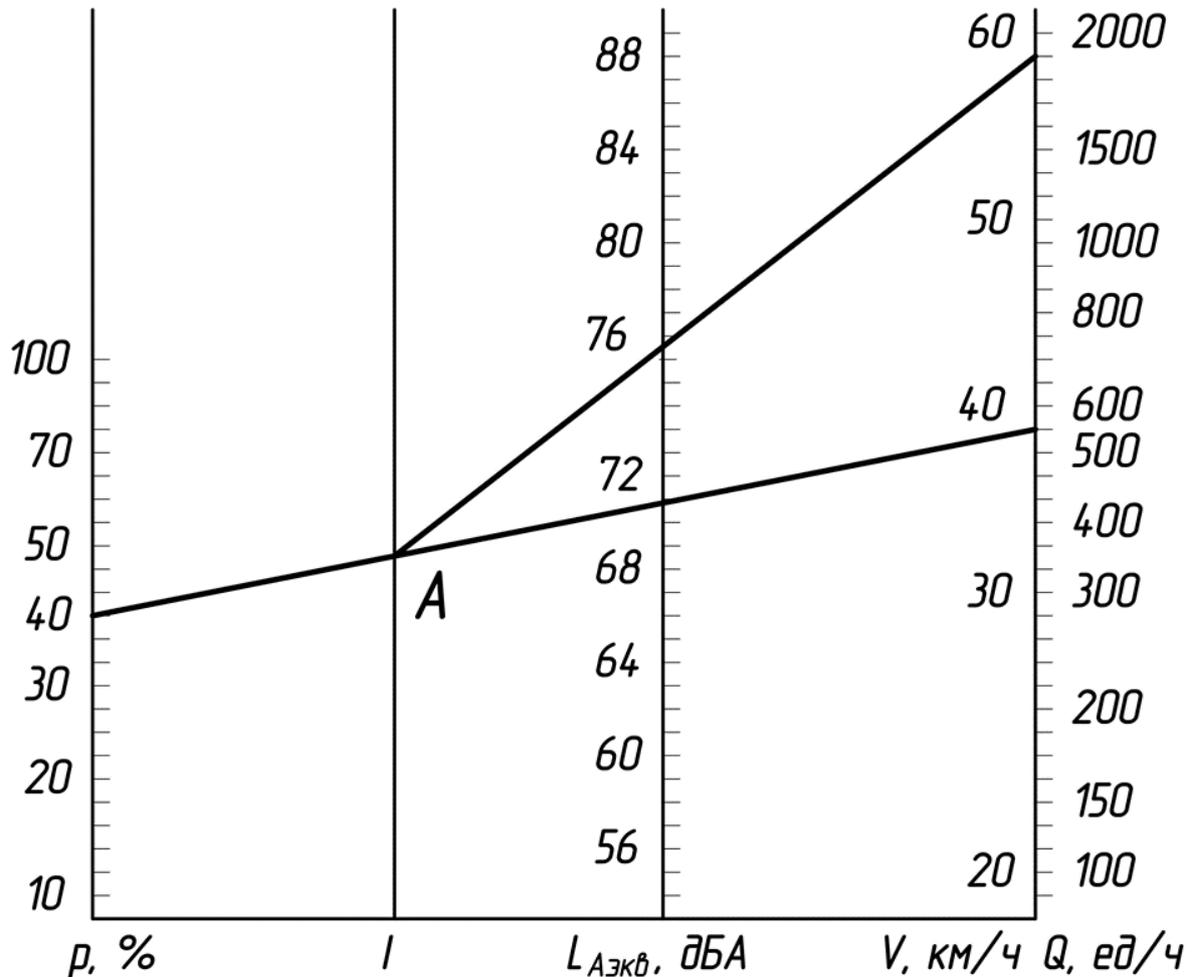


Рис. 66. Номограмма для определения эквивалентного уровня звука транспортных потоков. Дано: Q , ρ , V . Решение: $\rho \rightarrow V$. Находим т. А; $A \rightarrow Q$; находим $L_{\text{АЭКВ}}$

Таблица 23. Поправки к эквивалентному уровню звука транспортных потоков

Влияющий фактор	Поправка $\Delta L_{\text{ЭКВ}}$, дБА
1. Продольный уклон проезжей части участка улицы или дороги, %	
20 и менее	0
40	+1
60	+2
80	+3
100	+4
2. Шероховатость поверхности дорожного покрытия проезжей части, мм	
0,3 – 1,1	+1
1,2 – 2,1	+2
2,2 – 4,5	+3
4,6 – 10	+4
3. Тип дорожного покрытия проезжей части	
Асфальтобетон	0
Бетон	+3
Брусчатка	+5

Статистическая модель шумовых характеристик транспортных потоков, представленная номограммой, может быть выражена в виде

$$L'_{A_{\text{ЭКВ}}} = (6 + 0,025V + 0,0375\rho) \lg Q + 1,7N + 45, \quad (38)$$

или

$$L'_{A_{\text{ЭКВ}}} = 10 \lg Q + 13,31 \lg V + 8,4 \lg \rho, \quad (39)$$

где Q – интенсивность движения транспортного потока, ед./ч;
 V – средневзвешенная скорость движения транспортного потока, ед./ч;
 ρ – состав транспортного потока (доля грузовых и общественных транспортных средств от общего числа транспортных средств в потоке), %.

3. Снижение шума в приземном воздушном пространстве (A_1).

Относительное снижение шума, создаваемого транспортными потоками в воздушной среде на открытой ровной территории (A_1), определяется по графику (рис. 67).

При распространении звука над поверхностью земли необходимо учитывать также дополнительное снижение шума за счет скользя-

щего поглощения различными типами поверхностей. Для этого величину A_1 , найденную по рис. 67, умножают на $K_{\text{п}}$ – коэффициент поглощения:

- для поверхности земли с кустарником и деревьями $K_{\text{п}} = 1,4 \dots 1,2$;
с газоном $K_{\text{п}} = 1,1$;

- разрыхленной земли $K_{\text{п}} = 1,0$;

- асфальта, льда, воды $K_{\text{п}} = 0,9 \dots 0,8$.

Коэффициент $K_{\text{п}}$ вводится в расчеты с учетом следующих требований:

- для всех расчетных точек на высоте 5 м, удаленных от источника шума на расстояние до 100 м;

- всех расчетных точек на высоте не более 10 м, удаленных от источника шума на расстояние от 100 до 500 м;

- всех расчетных точек независимо от высоты при удалении их от источника шума на расстояние более 500 м.



Рис. 67. График для определения снижения уровня звука в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой

4. Снижение шума на пути его распространения за счет экранирующих барьеров (A_2).

Относительное снижение уровня звука экранирующими сооружениями (A_2) рассчитывается путем определения длины пути прохождения звуковых волн δ . Для этого в произвольном масштабе вычерчивают схему расположения источника шума (ИШ), экрана (Э) и расчетной точки (РТ). Наиболее распространенные типы расчетных схем представлены на рис. 68.

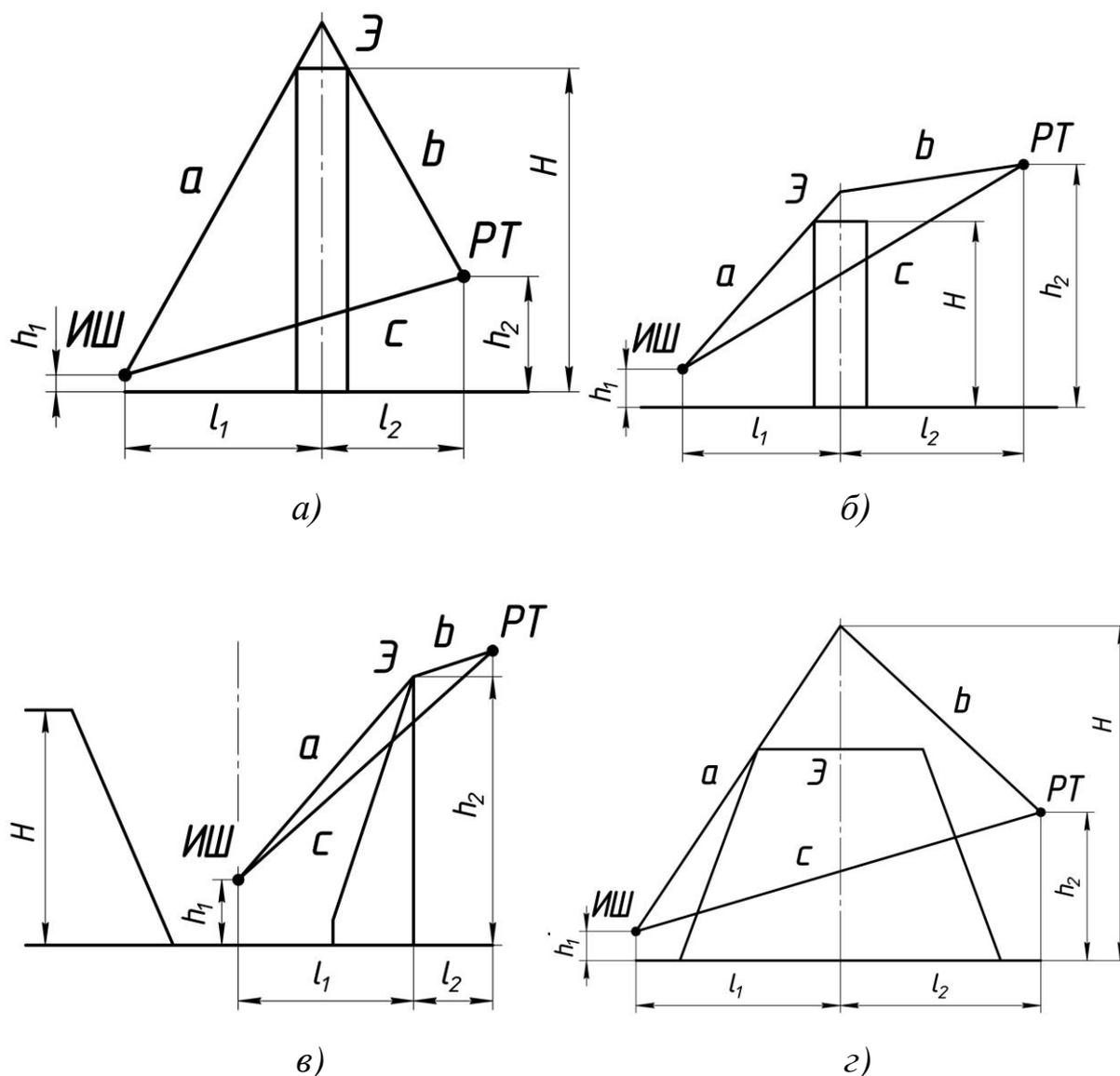


Рис. 68. Расчетные схемы для определения длины пути прохождения звуковых волн δ при экранировании источника шума: $a, б$ – зданиями; $в$ – выемками; $з$ – насыпями

По схеме необходимо определить графически длину линий a , b , c в метрах. Для получения более точных результатов рекомендуется пользоваться следующими формулами:

$$\begin{aligned}
 a &= \sqrt{l_1^2 + (H - h_1)^2}, \\
 b &= \sqrt{l_2^2 + (H - h_2)^2} \text{ при } H - h_2, \\
 b &= \sqrt{l_2^2 + (h_2 - H)^2} \text{ при } h_1 > H, \\
 c &= \sqrt{(l_1 + l_2)^2 + (h_2 - h_1)^2},
 \end{aligned}
 \tag{40}$$

где l_1 , l_2 – проекции расстояний до и после экрана, м; h_1 – высота источника шума от поверхности земли (для транспортных потоков h_1 в расчетах берется равной 1 м); h_2 – высота РТ от поверхности земли, м; H – высота экрана, м.

Длина пути прохождения звуковой волны σ определяется по формуле, м,

$$\delta = (a + b) - c.
 \tag{41}$$

С учетом величины δ по графику (рис. 69) определяется величина относительного снижения уровня звука экраном (A_2), дБА.

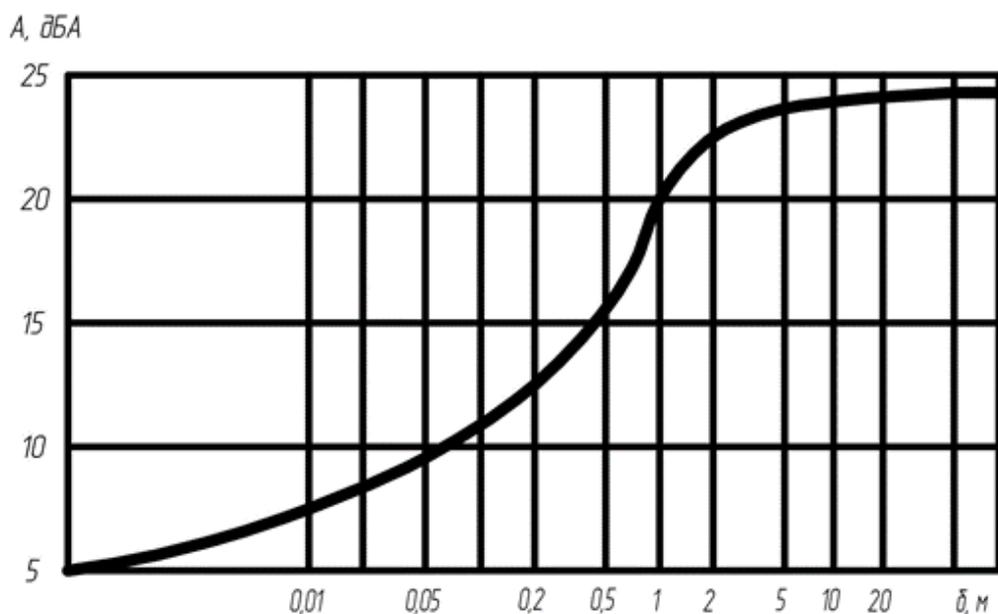


Рис. 69. График для определения снижения уровней звука экраном (A_2), дБА

Для экранов конечной длины (т. е. имеющих четкие границы) расчет A_2 рекомендуется продолжить, учитывая влияние границ на величину снижения уровня звука. С этой целью в произвольном масштабе вычерчивают схему расположения экрана и расчетной точки в плане в соответствии со схемой, изображенной на рис. 70, и определяют α_1 и α_2 .

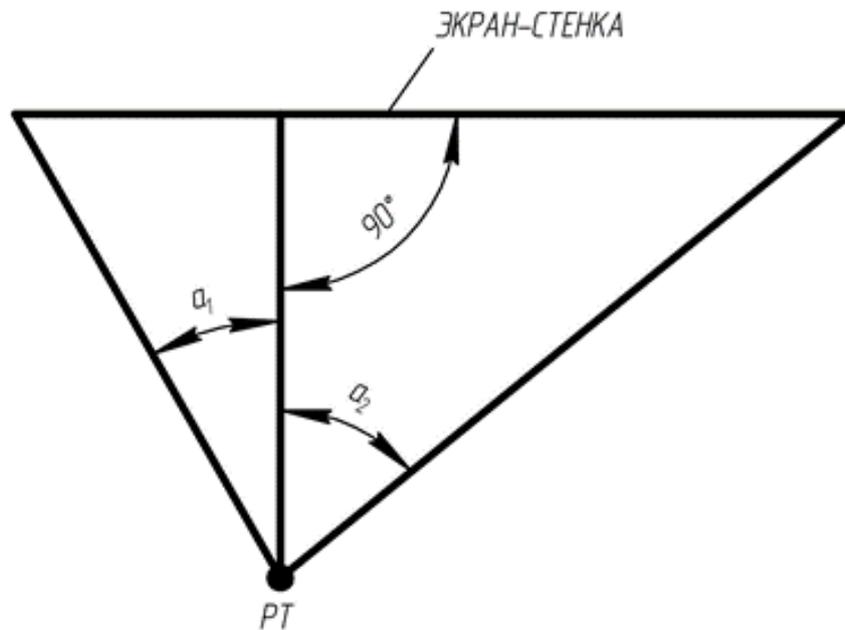


Рис. 70. Расчетная схема для определения эффективности снижения шума экраном-стенкой

В зависимости от величины A_2 и углов α_1 и α_2 по табл. 24 определяют ΔL_{α_1} и ΔL_{α_2} . Искомую величину A_2 для экрана конечной длины рассчитывают по формуле

$$A_2 = \Delta L_{\alpha_1(\alpha_2)} + W, \quad (42)$$

где $\Delta L_{\alpha_1(\alpha_2)}$ – меньшая из величин ΔL_{α_1} и ΔL_{α_2} , найденных по табл. 24; W – поправка, дБА:

Разность между ΔL_{α_1} и ΔL_{α_2} , дБА	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Поправка W , дБА	0	0,8	1,5	2,0	2,4	2,6	2,8	2,9	3,0

Таблица 24. Снижение шума для экранов конечной длины

A_2 , дБА	$\Delta L_{\alpha 1}$ и $\Delta L_{\alpha 2}$, дБА, в зависимости от углов $\alpha_{1,2}$, град								
	45	50	55	60	65	70	75	80	85
6	1,2	1,7	2,3	3,0	3,8	4,5	5,1	5,7	6,0
8	1,7	2,3	3,0	4,0	4,8	5,6	6,5	7,4	8,0
10	2,2	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	9,0	10,0
12	2,4	3,1	4,0	5,1	6,2	7,5	8,8	10,2	11,7
14	2,6	3,4	4,3	5,4	6,7	8,1	9,7	11,5	13,3
16	2,8	3,6	4,5	5,7	7,0	8,6	10,4	12,4	15,0
18	2,9	3,7	4,7	5,9	7,3	9,0	10,8	13,0	16,8
20	3,2	3,9	4,9	6,1	7,6	9,4	11,3	13,7	19,7
22	3,3	4,1	4,1	6,3	7,9	9,8	11,9	14,5	20,7
24	3,5	4,3	4,3	6,5	8,2	10,2	12,6	15,4	22,6

5. Снижение шума защитными полосами зеленых насаждений (A_3).

Шумозащитные полосы зеленых насаждений рекомендуется использовать в качестве дополнительного средства защиты от шума транспортных потоков. Снижение шума зелеными насаждениями происходит главным образом за счет отражения, поглощения и трансформации звуковых колебаний. Наибольший эффект шумозащиты наблюдается в густых посадках, которые имеют плотную зеленую массу крон деревьев и кустарников.

Акустический эффект снижения уровня звука определяют такие факторы, как ширина полосы, дендрологический состав и конструкция посадок. Зеленые насаждения, сформированные в виде специальных шумозащитных полос, могут давать эффект снижения шума до 8 – 10 дБА.

Наиболее эффективные шумозащитные полосы зеленых насаждений – специальные плотные посадки из древесно-кустарниковых пород – крупномерные, быстрорастущие, с густоветвящейся низкоопушенной плотной кроной. При этом подкрановое пространство должно быть закрыто кустарником в виде живой изгороди или подлеска. Со стороны источника шума целесообразно располагать наиболее густые посадки зеленых насаждений.

Посадка деревьев в полосе может быть рядовая или шахматная при расстоянии между деревьями не более 4 м, высоте деревьев не

менее 5 – 8 м и кустарника 1,5 – 2 м. При этом шахматная посадка является более эффективной для снижения уровня шума.

Зеленые насаждения из хвойных пород по сравнению с лиственными более эффективны по шумозащите и не зависят от времени года. Однако в городских условиях они растут плохо, поэтому их полезно объединять с лиственными породами деревьев. Данные по снижению шума специальными полосами зеленых насаждений (A_3) приведены в табл. 25.

Таблица 25. Снижение шума специальными полосами зеленых насаждений (A_3)

Ширина полосы, м	Характеристика шумозащитной полосы	Снижение уровня шума за полосой зеленых насаждений (A_3), дБА
10	Однорядная при шахматной посадке деревьев внутри полосы	4 – 5
15	Четыре ряда хвойных деревьев: ели, лиственницы сибирской (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди из дерна белого, клена татарского, акации желтой, жимолости татарской	8 – 10
20	Пять рядов лиственных деревьев: липы мелколиственной, тополя бальзамического, вяза обыкновенного, клена остролистного (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из спиреи клинолистной, жимолости татарской, боярышника сибирского	6 – 7
25	Шесть рядов лиственных деревьев: клена остролистного, вяза обыкновенного, липы мелколистной, тополя бальзамического (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из дерна белого, боярышника сибирского, клена татарского	7 – 8

Ширина полосы, м	Характеристика шумозащитной полосы	Снижение уровня шума за полосой зеленых насаждений (A_3), дБА
30	Семь-восемь рядов лиственных деревьев: липы мелколистной, клена остролистного, тополя бальзамического, вяза обыкновенного (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из клена татарского, жимолости татарской, боярышника сибирского, дерна белого	8 – 9

б. Снижение шума за счет звукоизоляции оконных проемов (A_4).

Величина относительного снижения уровня звука в помещении за счет изолирующих свойств оконных проемов (открытых или закрытых) (A_4), дБА, определяется по табл. 26. При этом необходимо учитывать, что значения эффективности даны для конструкции рам, выполненных без дефектов (отсутствие щелей, неплотностей, с полным прилеганием рамы к строительным конструкциям и др.).

Таблица 26. Снижение шума различными типами оконных проемов (A_4)

Конструкция окна	Толщина, мм		Число рядов уплотняющих прокладок	Относительное снижение уровня звука за счет изолирующих свойств оконных проемов (A_4), дБА
	Стекла	Воздушного промежутка между стеклами		
С открытой форточкой, узкой створкой или фрамугой	–	–	–	10
Спаренное по ГОСТ 11214-2003	3 и 3	55	1	24
	6 и 3	55	1	27
	6 и 4	55	2	28
Раздельное по ГОСТ 11214-2003	3 и 3	90	1	25
	3 и 3	90	2	27
	6 и 3	90	2	28
С тройным остеклением по ГОСТ 11214-2003	3, 3 и 3	55 и 45	3	32
	3, 3 и 3	55 и 105	3	33

5.5. Составление инструкции по охране труда водителя конкретного типа ТС

Идея состоит в том, что студент, взяв типовую инструкцию по охране труда, конкретизирует ее для условий труда водителя согласно Межотраслевым правилам по охране труда на автомобильном транспорте ПОТ РМ-027-2003. Данный пункт имеет смысл разрабатывать, если тема ВКР касается грузовых, пассажирских перевозок и безопасности на автотранспортном предприятии. Ниже приводится пример типовой инструкции по охране труда водителя грузового автомобиля.

Пример инструкции по охране труда для водителя грузового автомобиля [20]

Инструкция по охране труда для водителя грузового автомобиля подготовлена на основе СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда», включающего отраслевую типовую инструкцию по охране труда – ТИ РО 005-2003, с учетом требований действующих законодательных и нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, и предназначена для водителя грузового автомобиля (далее – водителя) при выполнении им работ согласно профессии и квалификации.

1. Общие требования охраны труда

1.1. Работники не моложе 18 лет, прошедшие соответствующую подготовку, имеющие удостоверение на право вождения грузовых автомобилей, не имеющие противопоказаний по полу при выполнении отдельных работ, перед допуском к самостоятельной работе должны пройти:

- обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования) для признания годными к выполнению работ в порядке, установленном Минздравсоцразвития России;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда.

1.2. Водители обязаны соблюдать требования безопасности труда для обеспечения защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- движущиеся машины, механизмы и их подвижные части;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте;
- эмоциональные перегрузки.

1.3. Для защиты от механических воздействий и загрязнений водители обязаны использовать предоставляемые работодателем бесплатно:

- комбинезоны хлопчатобумажные или костюмы из смешанных тканей;
- сапоги резиновые или ботинки кожаные;
- рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием;
- наушники противозумные (с креплением на каску) или вкладыши противозумные;
- жилеты сигнальные 2-го класса защиты.

На наружных работах зимой дополнительно:

- костюмы на утепляющей прокладке или костюмы для защиты от пониженных температур из смешанной или шерстяной ткани;
- валенки с резиновым низом или ботинки кожаные утепленные с жестким подноском;
- перчатки с защитным покрытием, морозостойкие, с шерстяными вкладышами;
- жилеты сигнальные 2-го класса защиты.

1.4. Находясь на территории строительной (производственной) площадки, участках работ и рабочих местах, в производственных и бытовых помещениях, водители обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации.

Допуск посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии на указанные места запрещается.

1.5. В процессе повседневной деятельности водители должны:

- применять в процессе работы машины и механизмы по назначению в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей;
- выполнять только ту работу, которая поручена руководителем работ;
- поддерживать порядок на рабочих местах, очищать их от мусора, снега, наледи, не допускать нарушений правил складирования материалов и конструкций;
- быть внимательными во время работы и не допускать нарушений требований безопасности труда.

1.6. Водители обязаны немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя работ о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, а также об ухудшении состояния своего здоровья.

2. Требования охраны труда перед началом работы

2.1. Перед началом работы водители обязаны:

- получить задание на выполнение работ и путевой лист, проверить правильность его заполнения;
- пройти инструктаж по специфике предстоящих работ и предрейсовый медицинский осмотр;
- надеть спецодежду и спецобувь установленного образца.

2.2. После получения наряда-задания водитель обязан:

- проверить наличие медицинской аптечки, огнетушителей и комплекта инструментов;
- в целях обеспечения безопасной и бесперебойной работы на линии проверить техническое состояние автомобиля, обратив внимание на исправность шин, тормозов, рулевого управления, болтов крепления карданного вала, исправность проводки, фар, стоп-сигнала, указателей поворотов, звукового сигнала, контрольно-измерительных приборов, зеркал заднего вида;
- произвести ежемесячное техническое обслуживание и заправку автомобиля топливом, маслом, водой, антифризом (в холодное время года) и тормозной жидкостью, проверить уровень электролита в аккумуляторной батарее;

- после заправки автомобиля топливом и маслом вытереть насухо все части машины, испачканные нефтепродуктами;
- пролитые во время заправки горюче-смазочные материалы убрать с помощью ветоши, песка или опилок;
- проверить работоспособность и исправность двигателя на холостом ходу, осветительных и контрольно-измерительных приборов, а также проверить на малом ходу работу тормозов и рулевого управления;
- предъявить автомобиль ответственному за выпуск технически исправных машин из гаража (механику) и получить отметку в путевом листе о технической исправности автомобиля.

2.3. Водители не должны выезжать на линию при следующих нарушениях требований безопасности:

- неисправностях механизмов и систем, при которых запрещается эксплуатация автомобиля;
- несоответствии характеристик автомобиля характеристикам груза по объему, грузоподъемности, длине и другим параметрам;
- отсутствии или неисправности осветительных приборов, зеркал заднего вида, сигнального устройства, огнетушителей.

Обнаруженные нарушения следует устранять собственными силами, а при невозможности сделать это водители обязаны сообщить о них лицу, ответственному за содержание автомобиля в исправном состоянии, а также лицу по надзору за безопасной эксплуатацией автомобилей.

3. Требования охраны труда во время работы

3.1. По прибытии на объект, указанный в путевом листе, водители обязаны:

- явиться к руководителю работ, в распоряжение которого направлены, предъявить путевой лист и удостоверение о проверке знаний безопасных методов труда, получить производственное задание и пройти инструктаж на рабочем месте по специфике выполняемых работ;
- ознакомиться с местом погрузки и разгрузки, убедиться в безопасности и удобстве подъездов, в достаточной освещенности площадки;

- обратить внимание на качество дорожного покрытия и его состояние (наличие выбоин, луж, штырей, арматуры, а в холодное время года – снега и льда).

3.2. Во время работы водители автомобиля обязаны:

- выполнять маневрирование, только предварительно убедившись в безопасности маневра для окружающих пешеходов и в отсутствии помех для других транспортных средств;

- перед подачей транспортного средства назад водитель должен убедиться в отсутствии людей и препятствий для движения. При ограниченной обзорности водитель должен прибегнуть к помощи сигнальщика, находящегося вне транспортного средства;

- перед выходом из кабины автомобиля выключить двигатель, включить стояночный тормоз и первую передачу, вынуть ключ из замка зажигания, а после выхода из кабины запереть дверцы;

- убедиться в отсутствии движущихся транспортных средств в попутном и встречном направлениях, прежде чем выйти из кабины на проезжую часть;

- подавать автомобиль при сцепке к прицепу на минимально возможной скорости;

- осуществлять сцепку автопоезда в одиночку в исключительных случаях с соблюдением указанной последовательности операций: затормозить прицеп стояночным тормозом, проверить исправность буксирного устройства, подложить упоры под задние колеса прицепа, сцепить автомобиль и прицеп, закрепить страховочный трос прицепа за поперечину рамы автомобиля, соединить разъемы гидравлической, пневматической и электрической систем автомобиля и прицепа;

- находясь на линии, периодически проверять исправное состояние прицепа и буксирного устройства;

- при необходимости разгрузки самосвала у откоса, оврага или обрыва и отсутствии колесоотбойного бруса устанавливать его не ближе 1 м от края обрыва;

- при управлении автомобилем с цистерной, заполненной менее чем на 3/4 ее объема, снижать на поворотах скорость до минимальной.

3.3. Перед заправкой топливом газобаллонного автомобиля следует убедиться в отсутствии людей в кабине, выключить двигатель,

избегать попадания газа на открытые участки кожи (для исключения обморожения в результате испарения газа), перед включением зажигания и пуском двигателя в течение 3 мин держать капот открытым до полного выветривания газа.

3.4. Перед постановкой газобаллонного автомобиля на крытую стоянку или при техническом обслуживании необходимо закрыть вентиль баллона и выработать весь газ из системы питания.

3.5. Для заливки горячей воды при разогреве двигателя следует использовать специальные ведра с носиком в верхней части, создающим направленную струю. При разогреве двигателя при помощи пара или горячего воздуха шланг необходимо присоединить к горловине радиатора и надежно закрепить.

3.6. После использования калорифера для прогрева двигателя кабину автомобиля следует проветрить для удаления продуктов сгорания.

3.7. При выполнении ремонтных работ водители обязаны выключить двигатель, затормозить автомобиль стояночным тормозом и включить первую передачу.

3.8. При остановке на уклоне необходимо подложить под колеса не менее чем два противооткатных упора.

3.9. Неисправности системы питания следует устранять только после охлаждения двигателя, а засорившиеся топливопроводы и жиклеры продувать с помощью насоса.

3.10. Перед подъемом автомобиля домкратом следует удалить пассажиров из кабины, затормозить автомобиль стояночным тормозом, подложить противооткатные упоры под колеса, не подлежащие подъему, выровнять площадку под домкрат и подложить под него широкую подкладку из древесины.

3.11. Выполняя работы, связанные со снятием колес, водители обязаны подставить козелки, а под неснятые колеса – подложить противооткатные упоры.

3.12. При накачке шины колеса, снятого с автомобиля, следует пользоваться приспособлением, предохраняющим от удара при выскакивании стопорного кольца.

3.13. Для выполнения работ под поднятым кузовом самосвала необходимо закрепить кузов специальными страховочными упорами.

3.14. Водителям запрещается:

- перевозить пассажиров в кузове необорудованного автомобиля и без соответствующей записи в путевом (маршрутном) листе;
- управлять автомобилем в нетрезвом состоянии;
- ставить газобаллонный автомобиль на длительную стоянку с открытыми вентилями баллонов и системы питания;
- использовать камеры для заливки горячей воды при подогреве двигателя;
- применять для разогрева двигателя газовые горелки, не оборудованные сигнальными устройствами и устройствами, автоматически отключающими подачу газа при его утечке или погасании горелки;
- пользоваться прямой передачей во время длительного спуска;
- двигаться на крутом спуске с выключенным сцеплением или передачей;
- закреплять страховочный канат или цепь прицепа за крюк буксирного устройства;
- буксировать порожним автомобилем груженный прицеп;
- применять в качестве козелков и подставок для автомобиля со снятыми колесами случайные предметы (камни, доски, бочки, диски колес и т. п.);
- отдыхать или спать в кабине автомобиля с работающим двигателем;
- осуществлять движение транспортного средства с поднятым кузовом;
- допускать к ремонту транспортного средства посторонних лиц.

3.15. Запрещается выполнять работы по ремонту и обслуживанию автомобиля под приподнятым кузовом самосвала, а также во время погрузочно-разгрузочных работ и в случае установки автомобиля в опасной зоне действующих грузоподъемных механизмов.

3.16. При производстве погрузочно-разгрузочных работ водители обязаны выйти из кабины автомобиля и наблюдать за правильностью погрузки или разгрузки автомобиля. Погрузку и разгрузку грузов, а

также их крепление на автомобиле следует осуществлять силами и средствами грузоотправителей, грузополучателей или специализированных организаций с соблюдением правил техники безопасности. Водители обязаны проверить соответствие укладки и надежность крепления груза на транспортном средстве, а в случае обнаружения нарушений в укладке и креплении груза – потребовать от грузоотправителя устранить их. Погрузка прицепа должна осуществляться с передней части, а разгрузка – с задней части во избежание его опрокидывания.

3.17. При размещении автомобилей на погрузочно-разгрузочных площадках расстояние между автомобилями, стоящими друг за другом (в колонну), должно быть не менее 1 м, а между автомобилями, стоящими в ряд, – не менее 1,5 м. Если автомобили устанавливаются для погрузки или разгрузки вблизи здания, то между зданием и задним бортом автомобиля должен соблюдаться интервал не менее 1,5 м. Расстояние между автомобилем и штабелем груза должно быть не менее 1 м.

3.18. При загрузке кузова автомобиля навалочным грузом он должен загружаться не выше борта кузова (стандартного и наращенного) и располагаться равномерно по всей площади пола.

Штучные грузы, возвышающиеся над бортами кузова, необходимо увязывать крепкими исправными канатами.

3.19. Ящики, бочки и другой штучный груз должны быть уложены плотно, без промежутков, укреплены или увязаны так, чтобы при движении (резком торможении, движении с места и крутых поворотах) они не могли перемещаться по полу кузова. При наличии промежутков между грузовой тарой следует вставлять прочные деревянные прокладки и распорки между ней.

При укладке грузов в катно-бочковой таре в несколько рядов их накатывают по слегам или покатам боковой поверхностью. Бочки с жидким грузом устанавливают пробкой вверх. Каждый ряд должен укладываться на прокладках из досок с подклинкой всех крайних рядов.

3.20. Грузы, превышающие габаритные размеры грузовой платформы автомобиля по длине на 2 м и более (длинномерные грузы), должны перевозиться на автомобилях с прицепами-ропусками, к которым грузы должны надежно крепиться.

При погрузке длинномерных грузов (труб, рельсов, бревен и др.) на автомобиль с прицепом-ропуском необходимо оставлять зазор между щитом, установленным за кабиной автомобиля, и торцами груза для того, чтобы на поворотах груз не цеплялся за щит. Для предупреждения перемещения груза вперед при торможении и движении под уклон груз должен быть надежно закреплен.

Запрещается перевозить грузы с концами, выступающими за боковые габариты автомобиля; загромождать грузом двери кабины водителя; располагать длинномерные грузы выше стоек.

3.21. При эксплуатации автомобиля в неблагоприятных атмосферных условиях водитель обязан:

- во время тумана, сильного снегопада или дождя сбавить скорость и не обгонять транспортные средства, движущиеся в попутном направлении;
- не давить резко на педаль газа и избегать быстрых поворотов рулевого колеса;
- трогаться с места на обледеневшей дороге на одной из низших передач;
- при спуске с уклона торможение выполнять двигателем и притормаживать рабочим тормозом;
- двигаться по льду рек, водоемов только при наличии разрешения службы безопасности движения и по специально оборудованным съездам и дорогам;
- при остановке или стоянке транспортного средства в условиях недостаточной видимости включать габаритные или стояночные огни.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1. При выходе из строя деталей или агрегатов движущегося автомобиля необходимо отвести транспортное средство на обочину или на край проезжей части дороги, выключить двигатель, включить первую передачу и стояночный тормоз, подложить под колеса противооткатные упоры и установить на расстоянии 15 – 30 м позади него знак аварийной остановки.

4.2. В случае возгорания топлива или перевозимого груза водитель должен погасить огонь при помощи огнетушителей, кошмы, брезента, песка и других подручных средств. При невозможности самостоятельной ликвидации пожара водитель должен вызвать пожарную охрану в установленном порядке и сообщить руководителю работ.

4.3. При дорожно-транспортном происшествии водитель, причастный к нему, обязан:

- без промедления остановиться и не трогать с места транспортное средство, а также другие предметы, имеющие отношение к происшествию;
- сообщить о случившемся происшествии руководителю работ, записать фамилию и адреса очевидцев происшествия и ожидать прибытия работников ГИБДД;
- если невозможно движение других транспортных средств, освободить проезжую часть, предварительно зафиксировав положение транспортного средства и относящихся к дорожно-транспортному происшествию предметов и следов.

5. Требования охраны труда по окончании работы

5.1. По окончании работы водители обязаны:

- сдать путевой лист и проверить вместе с механиком автомобиля после возвращения с линии;
- в случае необходимости оставить заявку на текущий ремонт с перечнем неисправностей, подлежащих устранению;
- выключить двигатель;
- при безгаражном хранении автомобиля в зимнее время слить воду из радиатора и двигателя, затянуть рычаг стояночного тормоза;
- закрыть кабину на замок;
- сообщить руководителю работ или ответственному за содержание автомобиля в исправном состоянии о всех неполадках, возникших во время работы.

Лист ознакомления с инструкцией по охране труда представлен формой табл. 27.

Таблица 27. Лист ознакомления

С инструкцией по охране труда		Для водителя грузового автомобиля		
Инструкцию изучил и обязуюсь выполнять:				
№ п/п	ФИО	Должность	Дата	Подпись
1				
2				
...				

Контрольные вопросы

1. Какие основные вопросы можно рассмотреть в разделе ВКР «Безопасность и экологичность»?
2. По какой формуле определяется выброс конкретного загрязняющего вещества в зоне перекрестка?
3. По какой формуле определяется длина очереди в конце запрещающего сигнала светофора на подходе к перекрестку?
4. Какие основные виды вредных веществ выбрасываются автомобильным транспортом в атмосферу?
5. Какие преимущества компьютерной программы Light-in-Night Road вы можете выделить?
6. Какие источники шума в городах вы знаете?
7. Объясните сущность формулы оценки соответствия состояния шумового фона, создаваемого транспортными потоками в жилых застройках городов, нормативным уровням звука.

8. За счет каких факторов происходит снижение шума в городах?
9. Что такое акустический комфорт?
10. Какой нормативный документ устанавливает допустимые значения эквивалентных уровней звука на территории и в помещениях жилых и общественных зданий?
11. Дайте определение эквивалентному уровню звука.
12. Назовите, какой нормативный документ регламентирует метод натурных измерений шума.
13. Какие факторы зеленых насаждений определяют снижение уровня звука?
14. Какие полосы зеленых насаждений являются наиболее эффективными?
15. Назовите нормативный документ, который регламентирует требования по охране труда на автомобильном транспорте.
16. Перечислите основные разделы типовой инструкции по охране труда.

Глава 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1. Расчет экономических потерь от задержек [21, 22]

1. При расчетах следует исходить из средней стоимости 1 маш.-ч. Данные по средней стоимости 1 маш.-ч. для легкового автомобиля можно найти в интернете.

2. Средневзвешенная стоимость 1 маш.-ч. составит, руб.,

$$C_{\text{мчсв}} = \frac{C_{\text{мч}} \sum(K_{\text{п}}\Pi)}{100}, \quad (43)$$

где $C_{\text{мч}}$ – средняя стоимость одного машино-часа, руб.; $K_{\text{п}}$ – коэффициенты приведения ТС; Π – доля ТС конкретного типа в общем потоке, %.

3. Средняя задержка транспортных средств на подходах к регулируемому перекрестку определяется по формуле, с,

$$t_{\text{срi}} = \frac{T - t_{\text{oi}}}{2}, \quad (44)$$

где T – длительность цикла, с; t_{oi} – длительность зеленого сигнала в рассматриваемом направлении, с.

Средняя задержка транспортных средств на подходах к регулируемому перекрестку рассчитывается для существующего и альтернативного перекрестков.

4. Суммарная задержка транспортных средств на подходе к регулируемому перекрестку определяется по формуле, ед./ч:

$$t_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n \frac{(T - t_{\text{oi}})N_i}{2 \cdot 3600}, \quad (45)$$

где N_i – суммарная интенсивность движения направления, ед./ч.

Суммарная задержка транспортных средств на подходе к регулируемому перекрестку рассчитывается для существующего и альтернативного перекрестков.

5. Экономические потери от задержек определяются по формуле, руб.,

$$S_{\text{зад}} = \frac{365 t_{\text{сум}} C_{\text{мч}}}{\beta}, \quad (46)$$

где $\beta = 0,1$ – коэффициент суточной неравномерности движения для городских условий.

Экономические потери от задержек определяют для существующего и альтернативного перекрестков.

6.2. Затраты на мероприятия по повышению безопасности движения [21, 22, 23]

1. Экономический ущерб от ДТП на существующем перекрестке.

При отсутствии подробных сведений о пострадавших и материальном ущербе ущерб от одного ДТП на перекрестке принимается равным среднему ущербу от одного ДТП по России – $U_{\text{ДТП}}$, величину которого можно найти в интернете.

Ущерб от ДТП на существующем перекрестке определяется по формуле, руб.,

$$U_{\text{ДТПсущ}} = U_{\text{ДТП}} N, \quad (47)$$

где N – число ДТП на существующем перекрестке в среднем за год.

2. Ожидаемое снижение количества ДТП на усовершенствованном перекрестке определяется по формуле

$$n = N \frac{\Delta k}{100} \frac{M_2}{M_1}, \quad (48)$$

где Δk – процент сокращения числа ДТП; M_1, M_2 – интенсивность движения соответственно до и после проведения мероприятия, ед./сут.

Процент сокращения количества ДТП следует определить по [24] и представить в виде таблицы согласно перечню предлагаемых мероприятий. Пример приведен в табл. 28.

Таблица 28. Оценка эффективности мероприятий по повышению безопасности движения

№ п/п	Мероприятия по повышению безопасности движения по элементам и характерным участкам дорог	Вероятность снижения числа ДТП в долях единицы от общего числа ДТП

3. Затраты на мероприятия по повышению безопасности движения.

Желательно, если студент найдет величины затрат на конкретные виды работ для города Владимира или Владимирской области, тем не менее для ВКР подойдут сведения, представленные в литературе [25].

В этом пункте приводятся затраты на нанесение разметки, установку дорожных знаков, переналадку светофорного регулирования и так далее, то есть затраты на все мероприятия по улучшению организации дорожного движения, которые предлагаются.

6.3. Основные технико-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели нагляднее всего представлять в виде табл. 29.

Общий экономический эффект S определяется как разница между суммарными экономическими потерями на существующем перекрестке и суммарными затратами (потерями) на усовершенствование перекрестка.

Срок окупаемости определяется по формуле, лет,

$$T = Z/S, \quad (49)$$

где Z – суммарные затраты на усовершенствование перекрестка, руб.;
 S – общий экономический эффект, руб.

Таблица 29. Основные технико-экономические показатели

№ п/п	Показатель	Существующий перекресток	Проект
1	Экономические потери от задержек, руб.		
2	Экономический ущерб от ДТП, руб.		
3	Затраты на нанесение разметки, руб.		
4	Затраты на установку дорожных знаков, руб.		
5	Затраты на переналадку светофорного регулирования, руб.		
...	...		
	Итого, руб.		
9	Экономический эффект, руб.		
10	Срок окупаемости, лет		

Контрольные вопросы

1. Из какого параметра следует исходить при расчетах экономических потерь от задержек?
2. Как определяется средневзвешенная стоимость одного машино-часа?
3. Как вычисляется средняя задержка транспортных средств на подходах к регулируемому перекрестку?
4. Как рассчитывается суммарная задержка транспортных средств на подходе к регулируемому перекрестку?
5. По какой формуле определяются экономические потери от задержек?
6. Как определяется экономический ущерб от ДТП на существующем перекрестке?
7. Как определяется ожидаемое снижение количества ДТП на усовершенствованном перекрестке?
8. Как определяется общий экономический эффект?
9. Как определяется срок окупаемости капитальных вложений?

Глава 7. ОБЗОР МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

7.1. Основные характеристики [7]

Основные характеристики уровней обслуживания дороги – коэффициент (уровень) загрузки дороги движением z , коэффициент скорости c и коэффициент насыщения движением ρ .

Коэффициент загрузки z определяется отношением фактической интенсивности движения к практической пропускной способности участка дороги

$$z = N / P, \quad (50)$$

где N – интенсивность движения, авт./ч; P – практическая пропускная способность участка дороги, авт./ч.

Изменение скорости движения при различных загрузках дорог оценивает коэффициент скорости движения

$$c = Vz / V_0, \quad (51)$$

где Vz – средняя скорость движения при рассматриваемом уровне обслуживания, км/ч; V_0 – скорость движения в свободных условиях при уровне обслуживания, км/ч.

7.2. Пропускная способность двухполосных автомобильных дорог [7]

При оценке практической пропускной способности в конкретных дорожных условиях рекомендуется использовать уравнение

$$P = \beta P_{\max}, \quad (52)$$

где β – итоговый коэффициент снижения пропускной способности, равный произведению частных коэффициентов $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \dots \cdot \beta_{17}$; P_{\max} – максимальная практическая пропускная способность, легковых авт./ч.

Максимальная практическая пропускная способность P_{\max} устанавливается на эталонном участке при благоприятных погодноклиматических условиях и транспортном потоке, состоящем только из легковых автомобилей.

Снижение максимальной пропускной способности происходит в результате влияния различных факторов.

Значения коэффициента β_1 приведены в табл. 30.

Таблица 30. Значения коэффициента β_1

Автомобильная дорога	Ширина, м		Величина коэффициента β_1
	полосы движения	проезжей части	
Многополосная	3,0	–	0,70
Многополосная	3,5	–	0,96
Многополосная	Более 3,75	–	1,00
Двухполосная	–	6,0	0,85/0,54
Двухполосная	–	7,0	0,90/0,71
Двухполосная	–	7,5	1,00/0,87

Примечание. В знаменателе приведены значения коэффициента β_1 при наличии снежного наката на полосе движения.

При ширине обочины 3,75 м коэффициент $\beta_2 = 1$, при 3 м – 0,97, при 2,5 м – 0,92, при 2 м – 0,8, при 1,5 м – 0,7.

Коэффициенты $\beta_3, \beta_4, \beta_5$ приведены соответственно в табл. 31, 32, 33.

Таблица 31. Значения коэффициента β_3

Расстояние от кромки проезжей части до препятствия, м	Величина коэффициента β_3 при ширине полосы движения, м, при наличии					
	боковых помех с одной стороны			боковых помех с обеих сторон		
	$\geq 3,75$	3,0 – 3,75	$\leq 3,0$	$\geq 3,75$	3,0 – 3,75	$\leq 3,0$
2,5	1,00	1,00	0,98	1,00	0,98	0,96
2,0	0,99	0,99	0,95	0,98	0,97	0,93

Расстояние от кромки проезжей части до препятствия, м	Величина коэффициента β_3 при ширине полосы движения, м, при наличии					
	боковых помех с одной стороны			боковых помех с обеих сторон		
	$\geq 3,75$	3,0 – 3,75	$\leq 3,0$	$\geq 3,75$	3,0 – 3,75	$\leq 3,0$
1,5	0,97	0,95	0,94	0,96	0,93	0,91
1,0	0,95	0,90	0,87	0,91	0,88	0,85
0,5	0,92	0,83	0,80	0,88	0,78	0,75
0	0,85	0,78	0,75	0,82	0,73	0,70

Таблица 32. Значения коэффициента β_4

Количество автопоездов в потоке, %	Величина коэффициента β_4 при числе легких и средних грузовых автомобилей, %				
	10	20	50	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84
10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

Примечание. Коэффициент β_4 на подъемах не учитывают, так как состав движения учтен при определении коэффициента β_5 (табл. 33).

Таблица 33. Значения коэффициента β_5

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	Величина коэффициента β_5 при количестве автопоездов в потоке, %			
		2	5	10	15
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89
20	500	0,97	0,94	0,92	0,87
20	800	0,96	0,92	0,90	0,84
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86
30	500	0,95	0,93	0,91	0,83
30	800	0,93	0,90	0,88	0,80
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80
40	500	0,91	0,88	0,83	0,76
50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
50	500	0,86	0,80	0,75	0,70
50	800	0,82	0,76	0,71	0,64
60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
60	500	0,77	0,71	0,64	0,55
60	800	0,70	0,63	0,53	0,47
70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
70	500	0,63	0,55	0,48	0,41

Коэффициенты $\beta_6 - \beta_8$ имеют следующие значения.

При расстоянии видимости менее 50 м $\beta_6 = 0,68$, при 50 – 100 м $\beta_6 = 0,73$; при 100 – 150 м $\beta_6 = 0,84$, при 150 – 250 м $\beta_6 = 0,80$, при 250 – 350 м $\beta_6 = 0,98$; более 350 м $\beta_6 = 1$.

При радиусе кривой в плане, равной менее 100 м $\beta_7 = 0,85$, при 100 – 250 м $\beta_7 = 0,90$, при 250 – 450 м $\beta_7 = 0,96$, при 450 – 600 м $\beta_7 = 0,99$, при более 600 м $\beta_7 = 1$.

При ограничении знаком скорости до 10 км/ч $\beta_8 = 0,44$, при 20 км/ч $\beta_8 = 0,76$, при 30 км/ч $\beta_8 = 0,88$, при 40 км/ч $\beta_8 = 0,96$; при 50 км/ч $\beta_8 = 0,98$, при 60 км/ч $\beta_8 = 1$.

Значения коэффициента β_9 приведены в табл. 34.

При отсутствии данных об интенсивности движения на пересечениях автомобильных дорог допускается принимать значения коэффициента β_9 , соответствующие случаю, когда доля автомобилей, поворачивающих налево, равна 20 %.

Таблица 34. Значения коэффициента β_9

Число автомобилей, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т-образное			Четырехстороннее		
	Величина коэффициента β_9 при ширине проезжей части основной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
Необорудованное пересечение						
0	0,97	0,98	1,00	0,94	0,95	0,98
20	0,85	0,87	0,92	0,82	0,83	0,91
40	0,73	0,75	0,83	0,70	0,71	0,82
60	0,60	0,62	0,75	0,57	0,58	0,73
80	0,45	0,47	0,72	0,41	0,41	0,70
Частично оборудованное пересечение с островками без переходно-скоростных полос						
0	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00
20	0,97	0,98	1,0	0,98	0,97	0,99
40	0,93	0,94	0,97	0,91	0,92	0,97
60	0,87	0,88	0,93	0,84	0,85	0,93
80	0,87	0,88	0,92	0,84	0,85	0,92

Число автомобилей, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т-образное			Четырехстороннее		
	Величина коэффициента β_9 при ширине проезжей части основной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
Полностью канализированное пересечение						
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	0,97	0,98	0,99	0,95	0,97	0,98

Значения коэффициентов $\beta_{10} - \beta_{13}$ приведены ниже.

<i>Состояние обочины</i>	<i>Значение коэффициента β_{10}</i>
Грунтовая обочина без укрепления	1,00
Обочина укреплена:	
щебнем с краевой полосой из бетонных плит	0,99
щебнем без вяжущего	0,99
Грунтовая обочина неровная, с колеями	0,90
Неукрепленные обочины в сухом состоянии	0,90

<i>Тип покрытия</i>	<i>Значение коэффициента β_{11}</i>
Шероховатое асфальто- или цементобетонное, черное щебеночное покрытие	1,00
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки	0,91
Сборное бетонное покрытие	0,86
Булыжная мостовая	0,42
Грунтовая дорога без пыли, сухая	0,90
Грунтовая дорога размокшая	0,10 – 0,30

*Площадка отдыха, бензозаправочные станции
или остановочные площадки* *Значение
коэффициента β_{12}*

С полным отделением от основной дороги и наличием специальной полосы для въезда	1,00
При наличии только отгона ширины	0,98
При отсутствии полосы и отгона	0,80
Без отделения от основной проезжей части	0,64

Вид разметки *Значение коэффициента β_{13}*

При наличии осевой разметки	1,02
Краевая и осевая разметки	1,05
Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой	1,50
То же, на четырехполосной дороге	1,23
То же, на трехполосной дороге	1,30
При наличии двойной осевой разметки	1,12

Значения коэффициента β_{14} приведены в табл. 35.

Таблица 35. Значения коэффициента β_{14}

Число автобусов в потоке, %	Величина коэффициента β_{14} при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	50	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60

В табл. 36 представлены рекомендуемые величины коэффициента β_{15} , учитывающего влияние населенного пункта.

Таблица 36. Рекомендуемые величины коэффициента β_{15} , учитывающего влияние населенного пункта

Ограничение скорости, км/ч	Величина коэффициента β_{15} , учитывающего влияние населенного пункта протяженностью, км							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	< 4,0
60	0,83	0,82	0,81	0,79	0,74	0,70	0,67	0,63
50	0,65	0,64	0,63	0,61	0,39	0,57	0,54	0,50
40	0,51	0,51	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,44

Величины коэффициента снижения пропускной способности β_{16} приведены в табл. 37.

Таблица 37. Рекомендуемые значения коэффициента β_{16} , учитывающего влияние расстояния неподвижных боковых препятствий до кромки проезжей части

Расстояние до кромки проезжей части, м	Величина коэффициента снижения пропускной способности β_{16} при протяженности населенного пункта, км			
	0,5 – 1	1 – 2	2 – 3	3 – 4
Более 4	0,92	0,88	0,87	0,84
3 – 4	0,82	0,77	0,73	0,62
2 – 3	0,75	0,69	0,63	0,60

Рекомендуются следующие значения коэффициента снижения пропускной способности двухполосных автомобильных дорог β_{17} при наличии пешеходных переходов (табл. 38).

Таблица 38. Рекомендуемые значения коэффициента β_{17} , учитывающего влияние пешеходных переходов

Количество пешеходов, чел./ч	Величина коэффициента снижения пропускной способности β_{17}	
	при отсутствии светофорного регулирования	при наличии светофорного регулирования
60	0,86	0,97
120	0,58	0,88
180	0,27	0,79

Промежуточные значения вышеприведенных коэффициентов определяют интерполяцией.

При оценке практической пропускной способности по формуле (53) допускается использовать не более шести частных коэффициентов, выделяя в каждом конкретном случае основной частный коэффициент и второстепенные.

Для прямолинейных горизонтальных участков основным частным коэффициентом может быть коэффициент, учитывающий ширину проезжей части, а второстепенные коэффициенты учитывают ширину обочин, расстояние видимости, состав транспортного потока, наличие разметки, тип пересечения.

Для участков кривых в плане основным частным коэффициентом может быть коэффициент, учитывающий величину радиуса кривой в плане, а второстепенные коэффициенты учитывают ширину проезжей части и обочин, расстояние видимости, тип покрытия, наличие разметки.

Для участков подъемов основным частным коэффициентом является коэффициент, зависящий от величины продольного уклона, а второстепенные коэффициенты учитывают ширину проезжей части, количество автопоездов в составе транспортного потока, наличие дополнительной полосы, тип покрытия, наличие разметки.

На характерных участках автомобильных дорог с другими дорожными условиями используют коэффициенты, имеющие наибольшие значения.

При оценке практической пропускной способности в реальных дорожных условиях для целей организации движения следует пользоваться уравнением

$$P = wV_0q_{\max}, \quad (53)$$

где w – коэффициент, зависящий от загрузки встречной полосы движения ($w = 1,3$ при малой загрузке встречной полосы $z < 0,4$; $w = 1$ при равном распределении интенсивности по встречным полосам; $w = 0,99$ при высокой загрузке встречной полосы $z > 0,4$); V_0 – скорость движения в свободных условиях на рассматриваемом участке, км/ч; $q_{\max} = L / l$ – максимальная плотность движения на рассматриваемом участке, авт./км; L – протяженность участка, км; l – интервал между автомобилями, м (табл. 39).

Таблица 39. Рекомендуемые интервалы между автомобилями

Тип задних автомобилей	Интервалы между автомобилями l , м		
	легковыми	грузовыми	автопоездами
Легковые	7,3	9,3	13,2
Грузовые	9,0	9,7	14,1
Автопоезда	13,0	14,2	17,3

Максимальную плотность смешанного транспортного потока устанавливают с учетом интервалов между автомобилями и их габаритных размеров. Для удобства определения q_{\max} следует ввести средний расчетный интервал $l_{\text{расч}}$, представляющий собой сумму дистанций между автомобилями и длину участка, занимаемого передним автомобилем.

При разнородном составе потока средний интервал следует определять с учетом возможного сочетания стоящих друг за другом автомобилей:

$$l_{\text{расч}} = p_l^2 l_{ll} + p_l p_g l_{lg} + p_l p_a l_{la} + p_g p_l l_{gl} + p_g^2 l_{gg} + p_g p_a l_{ga} + p_a p_l l_{al} + p_a p_g l_{ag} + p_a^2 l_{aa},$$

где p_l, p_g, p_a – фактическая вероятность появления соответственно легкового, грузового автомобилей и автомобильного поезда (определяют по данным учета движения или задают составом движения);

$l_{лл}, l_{лг}, l_{ла}, l_{гл}, l_{гг}, l_{га}, l_{ал}, l_{аг}, l_{аа}$ – интервалы соответственно между легковыми, легковым и грузовым, легковым и автопоездом, грузовым и легковым, грузовыми, грузовым и автопоездом, автопоездом и легковым, автопоездом и грузовым автомобилями, автопоездами с учетом их длины.

При расчетах пропускной способности следует исходить из величины максимальной практической пропускной способности, приведенной ниже.

<i>Автомобильные дороги</i>	P_{\max} , легковых авт./ч
Двухполосные	3600 в оба направления
Трехполосные	4000 в оба направления
Четырехполосные:	
без разделительной полосы	2100 по одной полосе
с разделительной полосой	2200 по одной полосе
Шестиполосные:	
без разделительной полосы	2200 по одной полосе
с разделительной полосой	2300 по одной полосе
Автомобильные магистрали, имеющие восемь полос	2300 по одной полосе

Приведение различных транспортных средств к легковым автомобилям на внегородских автомобильных дорогах производят с помощью коэффициента приведения, указанного в гл. 2.

Указанные выше значения коэффициентов приведения следует увеличить в 1,2 раза в пересеченной и горной местностях.

Для оперативной (ориентировочной) оценки практической пропускной способности участков двухполосной автомобильной дороги, имеющей сочетание геометрических элементов, рекомендуется использовать уравнение

$$P = 413 + 27B - 4,07i + 0,065R + 434,6p_{л}, \quad (54)$$

где B – ширина проезжей части, м ($7 < B < 9$); i – продольный уклон, ‰ ($0 < i < 60$); R – радиус кривой в плане, м ($400 < R < 1000$); $p_{\text{л}}$ – количество легковых автомобилей в составе движения, в долях единицы ($0,2 < p_{\text{л}} < 0,8$).

При проектировании пропускную способность участка подъема двухполосных дорог с дополнительной полосой определяют как сумму пропускных способностей двух полос с учетом распределения потока по полосам на подъеме:

$$P = P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}}. \quad (55)$$

Пропускная способность дополнительной (правой) полосы на подъеме составляет

$$P_{\text{доп}} = 647 - 3,64i + 0,05R + 454,6p_{\text{л}}. \quad (56)$$

Пропускная способность основной (левой) полосы при наличии дополнительной полосы на подъеме определяется как

$$P_{\text{осн}} = 648,8 - 3,57i + 0,037R + 468p_{\text{л}}. \quad (57)$$

7.3. Пропускная способность трехполосных дорог [7]

Проектируя реконструкцию двухполосных дорог в трехполосные и разрабатывая мероприятия по улучшению транспортно-эксплуатационных качеств существующих трехполосных дорог, следует исходить из максимальной практической пропускной способности трехполосных дорог и перспективного роста интенсивности движения потока автомобилей. При этом к основным требованиям, предъявляемым к проектам реконструкции, следует относить обеспечение соответствия ширины проезжей части после реконструкции реальной интенсивности движения в настоящее время и на расчетную перспективу с учетом характера ожидаемого транспортного потока при минимальных капитальных затратах.

Пропускная способность трехполосных дорог зависит от интенсивности и структуры транспортного потока, неравномерности их распределения по направлениям, а также от методов организации движения.

Максимальная практическая пропускная способность трехполосной дороги обеспечивается при следующих дорожных условиях:

прямолинейный горизонтальный участок; расстояние видимости с учетом обгона не менее 700 м; проезжая часть размечена на три полосы движения (ширина каждой – 3,75 м); укрепленные обочины шириной 3 м; покрытие сухое, ровное и шероховатое; транспортный поток состоит только из легковых автомобилей; интенсивность движения в преобладающем направлении превышает интенсивность встречного потока не менее чем в 2 раза; боковые препятствия отсутствуют; погодные условия благоприятные. В этих условиях наиболее полно используются все полосы проезжей части трехполосной дороги.

При расчетах в зависимости от методов организации движения нужно исходить из следующей максимальной практической пропускной способности трехполосных дорог в оба направления: трехполосное движение – 4000 авт./ч, реверсивное движение по средней полосе – 4200 авт./ч.

Для определения практической пропускной способности трехполосных дорог в конкретных дорожных условиях рекомендуется использовать формулу (53).

Для расчета максимальной пропускной способности отдельных участков трехполосных автомобильных дорог и получения дополнительных коэффициентов снижения пропускной способности, необходимых при оценке эффективности мероприятий по повышению их транспортно-эксплуатационных качеств в реальных дорожных условиях, следует пользоваться формулой

$$P = 2,4\alpha\alpha_v\alpha_N V_0 q_{\max}, \quad (58)$$

при организации реверсивного движения по средней полосе можно воспользоваться формулой

$$P = 1,5\alpha\alpha_v\alpha_p V_0 q_{\max}, \quad (59)$$

где α – коэффициент, учитывающий влияние дорожных условий на пропускную способность; α_v – коэффициент, учитывающий влияние длины перегона между пересечениями и примыканиями на скорость автомобилей; α_N – коэффициент, учитывающий влияние неравномерности распределения интенсивности движения по направлениям на степень загруженности средней полосы трехполосной дороги; α_p –

коэффициент, учитывающий распределение автомобилей по ширине проезжей части при организации реверсивного движения; V_0 – скорость свободного движения, км/ч; q_{\max} – максимальная плотность потока на одной полосе, авт./км.

Расчетные значения коэффициента α в зависимости от его предельных значений приведены ниже.

<i>Разметка</i>	<i>Пределы α</i>	<i>Расчетное значение α</i>
Трехполосная	0,19 – 0,23	0,20
Трехполосная с реверсивной полосой	0,20 – 0,25	0,22

Расчетные значения α_p при разной длине перегона между пересечениями и примыканиями составляют соответственно 1 при $L \geq 3$ км, 0,98 при $L = 2,1 – 3$ км, 0,96 при $L = 1,5 – 2$ км, 0,92 при $L = 1 – 1,4$ км, 0,88 при $L = 0,5 – 0,9$ км, 0,80 при $L < 0,5$ км.

Степень загрузки движением средней полосы при трехполосной разметке проезжей части зависит от неравномерности распределения интенсивности и состава движения по направлениям и характеризуется коэффициентом k_N . Определяется как отношение интенсивности движения автомобилей преобладающего направления к интенсивности встречного движения.

Для практических расчетов $\alpha_N = 1$ при $k_N = 1$ и $\alpha_N = 1,18$ при $k_N \geq 2$.

При промежуточных значениях коэффициента k_N величину коэффициента α_N следует определять интерполяцией.

Коэффициент α_p зависит от состава преобладающего транспортного потока: $\alpha_p = 1,64$ при доле легковых автомобилей менее 25 %; $\alpha_p = 1,75$ при 25 – 30 %; $\alpha_p = 1,69$ при 50 – 75 %; $\alpha_p = 1,92$ более 75 %.

7.4. Пропускная способность автомобильных дорог в городских условиях [7]

На пропускную способность участков дорог в пределах городских территорий (на входах в города) влияет большое количество различных параметров. Их можно разделить на две группы: геометрические и транспортные.

К геометрическим параметрам относятся:

- число полос n ;
- средняя ширина полосы b , м;
- продольный уклон i , ‰;
- наличие парковки;
- наличие автобусных остановок;
- радиус кривой в плане R , м.

К транспортным параметрам относятся:

- интенсивность движения N , прив. ед./ч;
- величина максимальной практической пропускной способности P_{\max} , приведенных авт./ч;
- доля грузовых транспортных средств в потоке, %;
- число маневров паркующихся автомобилей n_m , маневр/ч;
- скорость V , км/ч.

Расчетное значение пропускной способности P группы полос в конкретных дорожных условиях определяется по формуле

$$P = P_{\max} n f_b f_{гр} f_i f_p f_{авт} f_{тер} f_R f_V, \quad (60)$$

где n – количество полос движения в одном направлении;

f_b – коэффициент, учитывающий ширину полосы движения;

$f_{гр}$ – коэффициент, учитывающий долю грузовых автомобилей в потоке;

f_i – коэффициент, учитывающий продольные уклоны;

f_p – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые паркующимися транспортными средствами;

$f_{авт}$ – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые автобусами;

$f_{тер}$ – коэффициент, учитывающий тип территории;

f_R – коэффициент, учитывающий радиусы кривой в плане;

f_V – коэффициент, учитывающий ограничение скорости.

В табл. 40 приведены формулы расчета коэффициентов, входящих в состав уравнения (60), позволяющих скорректировать значение идеального потока насыщения, учитывая реальные условия движения на конкретном рассматриваемом участке дорожной сети.

Таблица 40. Рекомендуемые значения коэффициентов, учитывающих параметры дорожной сети

Коэффициент, учитывающий	Коэффициент, определяемый по формуле	Переменная, используемая в расчете	Примечание
ширину полос	$f_b = 1 + \frac{(b-3,6)}{9}$	b – ширина полосы, м	$b \geq 2,4$ м; если $b > 4,8$ м, полосе можно рассматривать как две
продольный уклон	$f_i = 1 - \frac{i}{200}$	i – величина продольного уклона на подходе к перекрестку, %	$-6 \leq i \leq 10$, "-" означает движение транспортного средства на спуск, "+" – на подъем
паркирование	$f_p = \frac{n - 0,1 - \frac{18n_m}{3600}}{N}$	n – число полос в группе движения; n_m – число маневров, связанных с паркированием, парковок/ч; N – интенсивность движения, авт./ч	При $0 \leq n_m \leq 180$ $f_p \geq 0,05$, $f_p = 1,0$ в случае отсутствия паркирования
тип территории	в центральном районе $f_{тер} = 0,9$, в других районах $f_{тер} = 1,0$	–	–
долю грузовых автомобилей в потоке	$f_{гр} = \frac{100}{100 + n_{гр}(K_{пр}^{гр} - 1)}$	$n_{гр}$ – количество грузовых автомобилей, %; $K_{пр}^{гр}$ – коэффициент приведения грузового автомобиля к легковому, $K_{пр}^{гр} = 2$	–

Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые автобусами, зависит от схемы размещения остановочного пункта относительно проезжей части. Различают два типа его размещения относительно проезжей части:

- в специальном кармане;
- на крайней правой полосе.

В табл. 41 приведены формулы расчета коэффициента, учитывающего помехи, создаваемые автобусами на автобусных остановках.

Таблица 41. Формулы для расчета коэффициента, учитывающего помехи

Тип размещения автобусной остановки	Формула для расчета коэффициента	Переменная, используемая в расчете	Примечание
В специальном кармане	$f_{\text{авт}}^{\text{к}} = \frac{n - \frac{14,14n_{\text{ост}}}{3600}}{n}$	n – число полос в группе движения; $n_{\text{ост}}$ – число остановок автобуса, авт./ч	При $0 \leq n_{\text{ост}} \leq 250$ $f_{\text{авт}}^{\text{к}} \geq 0,05$, $f_{\text{авт}}^{\text{к}} = 1,0$ в случае отсутствия автобусных остановок
На крайней правой полосе	$f_{\text{авт}}^{\text{п}} = \frac{n - \frac{t_{\text{зан}}}{3600}}{n}$	$t_{\text{зан}}$ – время использования автобусной остановки, ч (с)	При $0 \leq t_{\text{зан}} \leq 3600$ $f_{\text{авт}}^{\text{п}} \geq 0,05$, $f_{\text{авт}}^{\text{п}} = 1,0$ в случае отсутствия автобусных остановок

Рекомендуемые значения коэффициента f_V в зависимости от ограничения скорости движения приведены ниже.

Ограничение скорости движения, км/ч	10*	20*	30	40	50	60
Значение коэффициента f_V	0,44	0,76	0,88	0,96	0,98	1,0

* Значение скорости 10 и 20 км/ч принимается в сложных дорожных условиях, значительно снижающих скорость движения автомобилей.

Рекомендуемые значения коэффициента f_R в зависимости от радиуса кривой в плане приведены ниже.

Радиус кривой в плане, м	Менее 100	100 – 250	250 – 450	450 – 600	Более 600
Значение коэффициента f_R	0,85	0,90	0,96	0,99	1,0

7.5. Пример определения фактического значения итогового коэффициента снижения пропускной способности в сечениях улицы Горького

Из формулы (52) выразим коэффициент

$$\beta = P/P_{\max}, \quad (61)$$

где β – итоговый коэффициент снижения пропускной способности; P – фактическая пропускная способность, приведенных авт./ч; P_{\max} – максимальная практическая пропускная способность, легковых авт./ч.

Принимаем допущение: фактическая пропускная способность P равна измеренной (фактической) интенсивности движения N .

По улице Горького в г. Владимире было выбрано шесть сечений (в районе остановочных пунктов (ОП)) для замеров интенсивности и состава транспортного потока. В каждом сечении улицы расположено два остановочных пункта.

Результаты расчета коэффициента β по полосам приведены в табл. 42.

Таблица 42. Расчет коэффициента β по полосам

ОП	Сторона улицы	Номер полосы	P_{\max} , легк. авт./ч	P , прив. авт./ч	β
1-й р. Содышка	Чётная	1	2300	204	0,089
		2	2300	734	0,319
		3	2300	512	0,223
	Нечётная	1	2300	142	0,062
		2	2300	607	0,264
		3	2300	581	0,253
2-й ул. Гастелло	Чётная	1	2200	307	0,140
		2	2200	639	0,290
	Нечётная	1	2200	596	0,271
		2	2200	385	0,175
3-й ВлГУ	Чётная	1	2200	578	0,263
		2	2200	597	0,271
	Нечётная	1	2200	827	0,376
		2	2200	508	0,231

ОП	Сторона улицы	Номер полосы	P_{\max} , легк. авт./ч	P , прив. авт./ч	β
4-й Площадь им. В. И. Ленина	Чётная	1	2200	533	0,242
		2	2200	551	0,250
	Нечётная	1	2200	569	0,259
		2	2200	565	0,257
5-й Всполье	Чётная	1	2200	607	0,276
		2	2200	506	0,230
	Нечётная	1	2200	664	0,302
		2	2200	669	0,304
6-й Юрьевская застава	Чётная	1	2200	346	0,157
		2	2200	441	0,200
	Нечётная	1	2200	587	0,267
		2	2200	1027	0,467

Средние значения коэффициента β приведены в табл. 43.

Таблица 43. Средние значения коэффициента β по ОП

ОП	Сторона улицы	β	$\beta_{\text{оп}}$
1-й р. Содышка	Чётная	0,210	0,201
	Нечётная	0,193	
2-й ул. Гастелло	Чётная	0,215	0,219
	Нечётная	0,223	
3-й ВлГУ	Чётная	0,267	0,285
	Нечётная	0,303	
4-й Площадь им. В. И. Ленина	Чётная	0,246	0,252
	Нечётная	0,258	
5-й Всполье	Чётная	0,253	0,278
	Нечётная	0,303	
6-й Юрьевская застава	Чётная	0,179	0,273
	Нечётная	0,367	
Среднее значение			0,251

График распределения коэффициента β по первым полосам улицы Горького приведен на рис. 71.

По сечению «река Содышка» принято допущение, что первая и вторая полосы считаются как первая, а третья – как вторая, так как практически по всей длине улицы ширина первой полосы соответствует ширине двух полос.

График распределения коэффициента β по вторым полосам улицы Горького приведен на рис. 72.

График распределения коэффициента β по четной и нечетной сторонам улицы Горького приведен на рис. 73.

График распределения коэффициента β по улице Горького приведен на рис. 74.

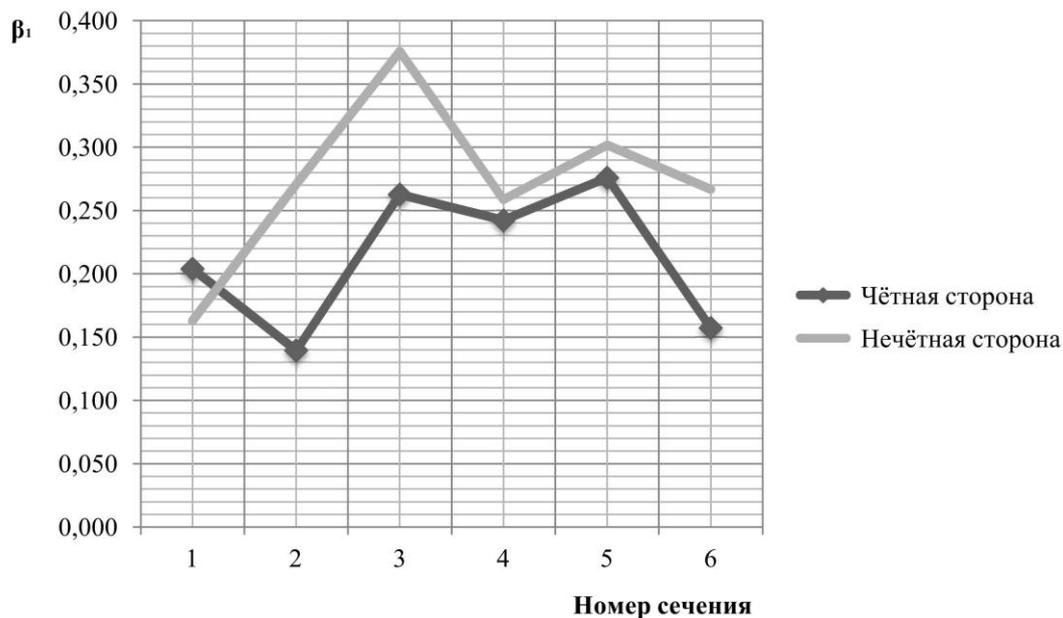


Рис. 71. График распределения коэффициента β_1 по первым полосам улицы Горького

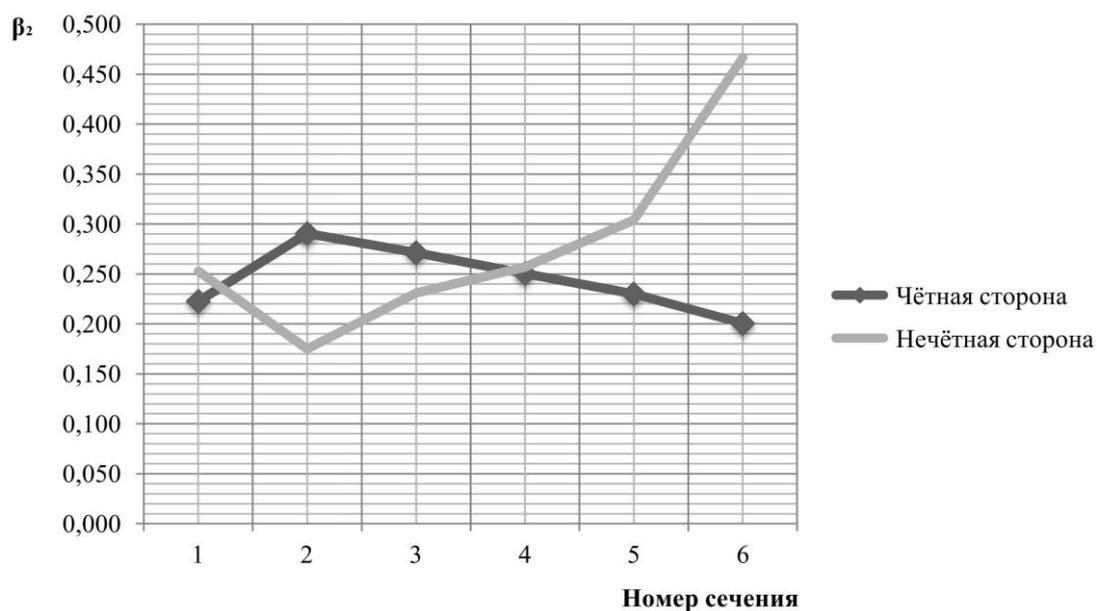


Рис. 72. График распределения коэффициента β_2 по вторым полосам улицы Горького

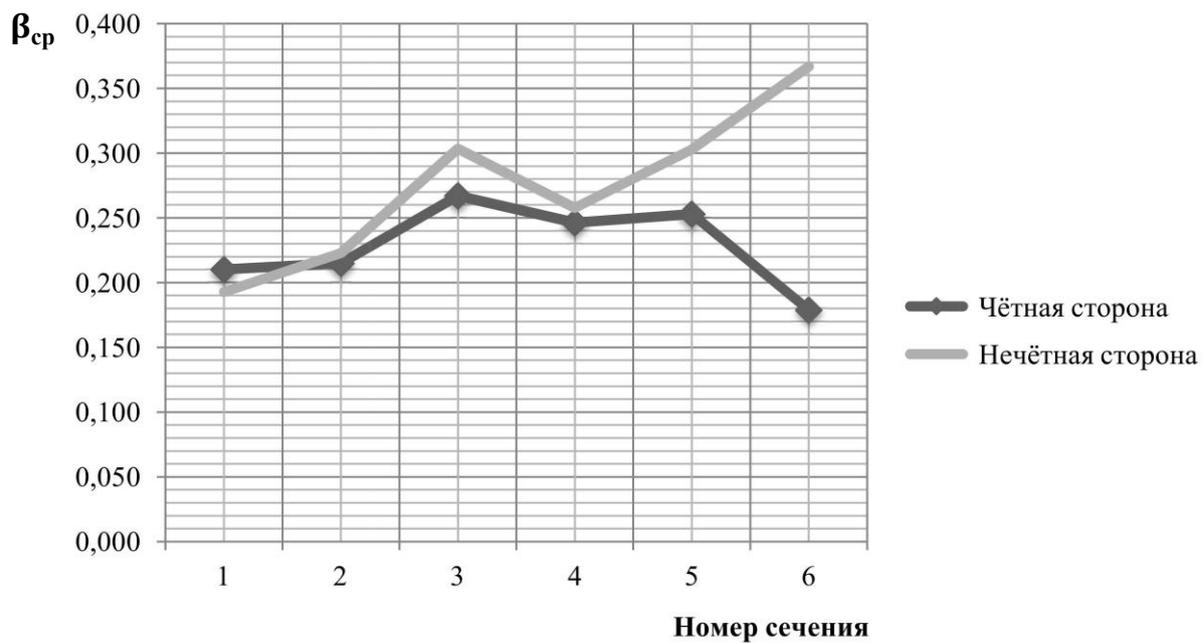


Рис. 73. График распределения коэффициента β_{cp} по четной и нечетной сторонам улицы Горького

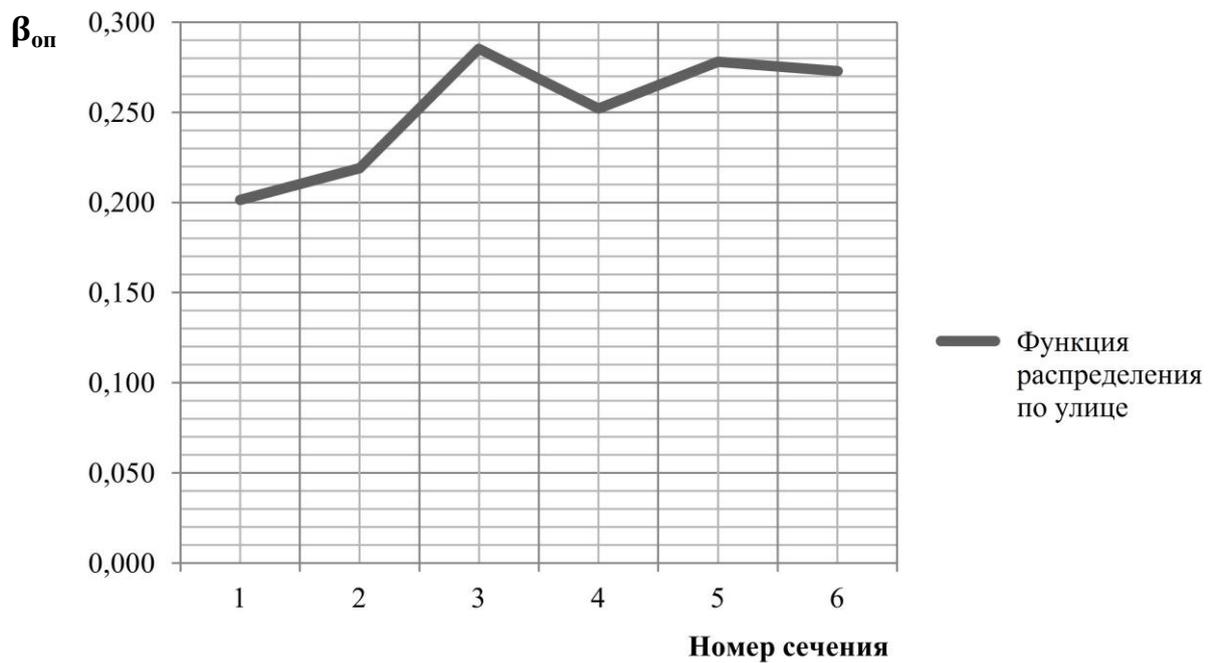


Рис. 74. График распределения коэффициента $\beta_{оп}$ по улице Горького

7.6. Пример математического описания функции распределения итогового коэффициента снижения пропускной способности по длине улицы Горького

При небольшом количестве точек кривой используется геометрическая интерполяция многочленом Лагранжа.

Суть интерполяции состоит в следующем:

некая функция $L(x)$ описывается уравнением

$$L(x) = \sum_{i=0}^n y_i l_i(x), \quad (62)$$

где n – число значений функции; y_i – значения функции по оси y ; $l_i(x)$ – базисные полиномы, которые определяются по общей формуле

$$l_i(x) = \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j}, \quad (63)$$

или в развернутом виде

$$l_i(x) = \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \dots \frac{x - x_{i-1}}{x_i - x_{i-1}} \frac{x - x_{i+1}}{x_i - x_{i+1}} \dots \frac{x - x_n}{x_i - x_n}. \quad (64)$$

Для улицы Горького введем следующие обозначения:

x_0 – координата середины сечения – река Содышка;

x_1 – координата середины сечения – улица Гастелло;

x_2 – координата середины сечения – ВлГУ;

x_3 – координата середины сечения – площадь им. В. И. Ленина;

x_4 – координата середины сечения – Всполие;

x_5 – координата середины сечения – Юрьевская застава.

Тогда формула 64 примет вид

$$l_0(x) = \frac{x - x_1}{x_0 - x_1} \frac{x - x_2}{x_0 - x_2} \frac{x - x_3}{x_0 - x_3} \frac{x - x_4}{x_0 - x_4} \frac{x - x_5}{x_0 - x_5}, \quad (65)$$

$$l_1(x) = \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} \frac{x - x_2}{x_1 - x_2} \frac{x - x_3}{x_1 - x_3} \frac{x - x_4}{x_1 - x_4} \frac{x - x_5}{x_1 - x_5}, \quad (66)$$

$$l_2(x) = \frac{x - x_0}{x_2 - x_0} \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \frac{x - x_3}{x_2 - x_3} \frac{x - x_4}{x_2 - x_4} \frac{x - x_5}{x_2 - x_5}, \quad (67)$$

$$l_3(x) = \frac{x - x_0}{x_3 - x_0} \frac{x - x_1}{x_3 - x_1} \frac{x - x_2}{x_3 - x_2} \frac{x - x_4}{x_3 - x_4} \frac{x - x_5}{x_3 - x_5}, \quad (68)$$

$$l_4(x) = \frac{x - x_0}{x_4 - x_0} \frac{x - x_1}{x_4 - x_1} \frac{x - x_2}{x_4 - x_2} \frac{x - x_3}{x_4 - x_3} \frac{x - x_5}{x_4 - x_5}, \quad (69)$$

$$l_5(x) = \frac{x - x_0}{x_5 - x_0} \frac{x - x_1}{x_5 - x_1} \frac{x - x_2}{x_5 - x_2} \frac{x - x_3}{x_5 - x_3} \frac{x - x_4}{x_5 - x_4}. \quad (70)$$

Значения y_i , соответствующие x_i есть значения коэффициента β_i , то есть при $x_0 / y_0 = \beta_1$; при $x_1 / y_1 = \beta_2$; при $x_2 / y_2 = \beta_3$; при $x_3 / y_3 = \beta_4$; при $x_4 / y_4 = \beta_5$; при $x_5 / y_5 = \beta_6$.

Тогда, функция распределения коэффициента $\beta(x)$ будет иметь вид

$$\beta(x) = \beta_1 l_0(x) + \beta_2 l_1(x) + \beta_3 l_2(x) + \beta_4 l_3(x) + \beta_5 l_4(x) + \beta_6 l_5(x). \quad (71)$$

Пропускная способность по полосе улицы будет равна

$$P_{\Pi}(x) = P_{\max} \beta(x) = 2200 \beta(x), \quad (72)$$

где $0 \leq x \leq L$, L – расстояние между начальным и конечным ОП, и по всей дороге

$$P(x) = P_{\max} n \beta(x), \quad (73)$$

n – число полос движения в конкретном направлении или по всей дороге.

Таким образом, уравнения 65 – 71 представляют собой систему уравнений, позволяющую описать изменение коэффициента β по длине улицы. Добавив в эту систему уравнения 72 – 73, получим новую систему уравнений, описывающую изменение (распределение) пропускной способности на улице (дороге).

7.7. Сравнение экспериментальных и теоретических кривых распределения коэффициента снижения пропускной способности улицы Горького

Исходные данные приведены в табл. 44.

Таблица 44. Исходные данные

Четная сторона					
x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
0,00 км	0,51 км	1,00 км	1,50 км	2,10 км	2,60 км
β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
0,210	0,215	0,267	0,246	0,253	0,179
Нечетная сторона					
x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
0,00 км	0,55 км	0,90 км	1,70 км	2,20 км	2,70 км
β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
0,193	0,223	0,303	0,258	0,303	0,367
По всей улице					
x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
0,00 км	0,53 км	0,95 км	1,60 км	2,15 км	2,65 км
β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
0,201	0,219	0,285	0,252	0,278	0,273

Далее составляем компьютерные программы в системе MATLAB для расчета коэффициента β для четной и нечетной сторон улицы Горького, а также по длине всей улицы.

Пример программы расчета коэффициента β для четной стороны улицы:

```
clear all
x0=0;
x1=0.51;
x2=1.0;
x3=1.5;
x4=2.1;
x5=2.6;
```

```

b1=0.21;
b2=0.215;
b3=0.267;
b4=0.246;
b5=0.253;
b6=0.179;
x=[0:0.05:x5]
l0=((x-x1)/(x0-x1)).*((x-x2)/(x0-x2)).*((x-x3)/(x0-x3)).*((x-x4)/(x0-
x4)).*((x-x5)/(x0-x5));
l1=((x-x0)/(x1-x0)).*((x-x2)/(x1-x2)).*((x-x3)/(x1-x3)).*((x-x4)/(x1-
x4)).*((x-x5)/(x1-x5));
l2=((x-x0)/(x2-x0)).*((x-x1)/(x2-x1)).*((x-x3)/(x2-x3)).*((x-x4)/(x2-
x4)).*((x-x5)/(x2-x5));
l3=((x-x0)/(x3-x0)).*((x-x1)/(x3-x1)).*((x-x2)/(x3-x2)).*((x-x4)/(x3-
x4)).*((x-x5)/(x3-x5));
l4=((x-x0)/(x4-x0)).*((x-x1)/(x4-x1)).*((x-x2)/(x4-x2)).*((x-x3)/(x4-
x3)).*((x-x5)/(x4-x5));
l5=((x-x0)/(x5-x0)).*((x-x1)/(x5-x1)).*((x-x2)/(x5-x2)).*((x-x3)/(x5-
x3)).*((x-x4)/(x5-x4));

bx=b1*l0+b2*l1+b3*l2+b4*l3+b5*l4+b6*l5;
bx=[bx]'

```

Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых распределения коэффициента β , полученного по четной стороне улицы, приведено на рис. 75.

Максимальная погрешность интерполирования составляет $\Delta x_{\max} = |x_{\text{инт}} - x_{\text{эксп}}| = 0,043$ (21,3 %).

Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых β нечетной стороны улицы приведено на рис. 76.

Максимальная погрешность интерполирования составляет $\Delta x_{\max} = |x_{\text{инт}} - x_{\text{эксп}}| = 0,0617$ (30,0 %).

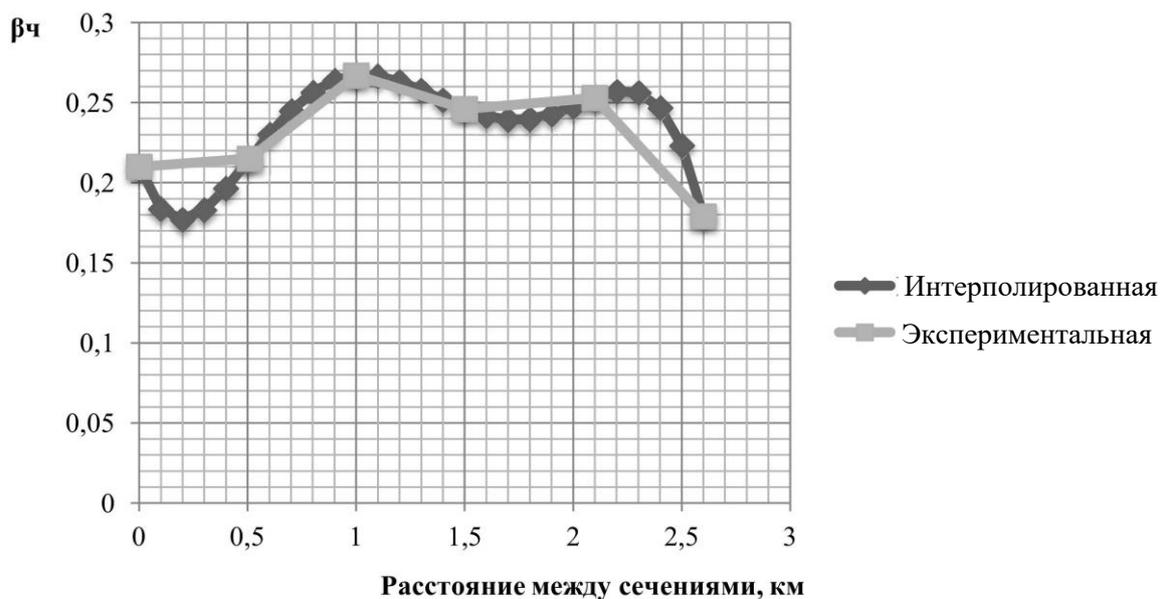


Рис. 75. Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых $\beta_{ч}$ четной стороны улицы

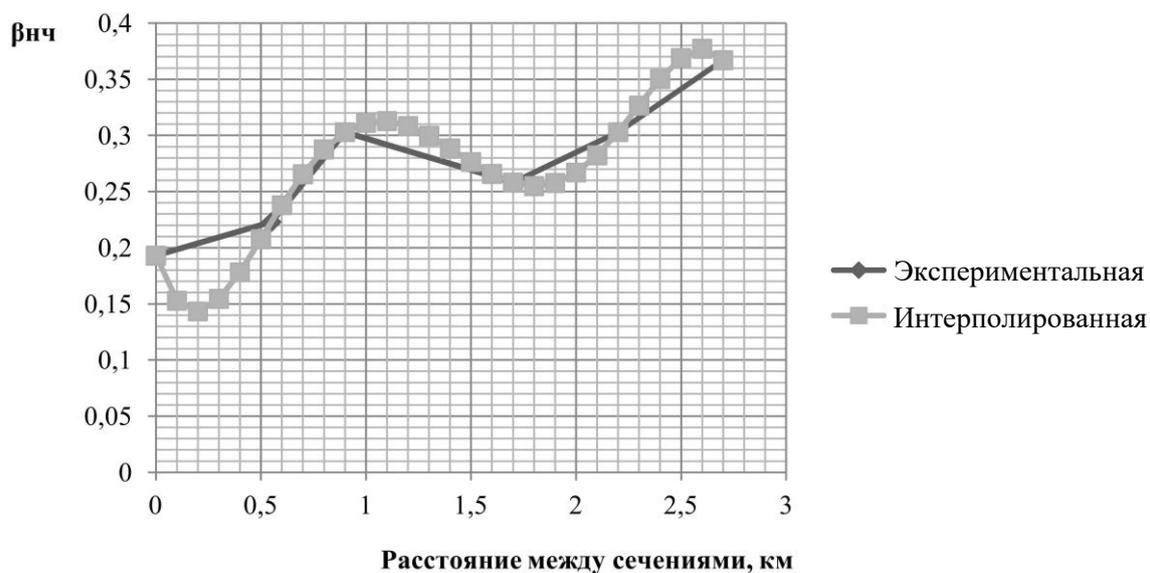


Рис. 76. Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых $\beta_{нч}$ нечетной стороны улицы

Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых β , полученных по улице Горького, приведено на рис. 77.

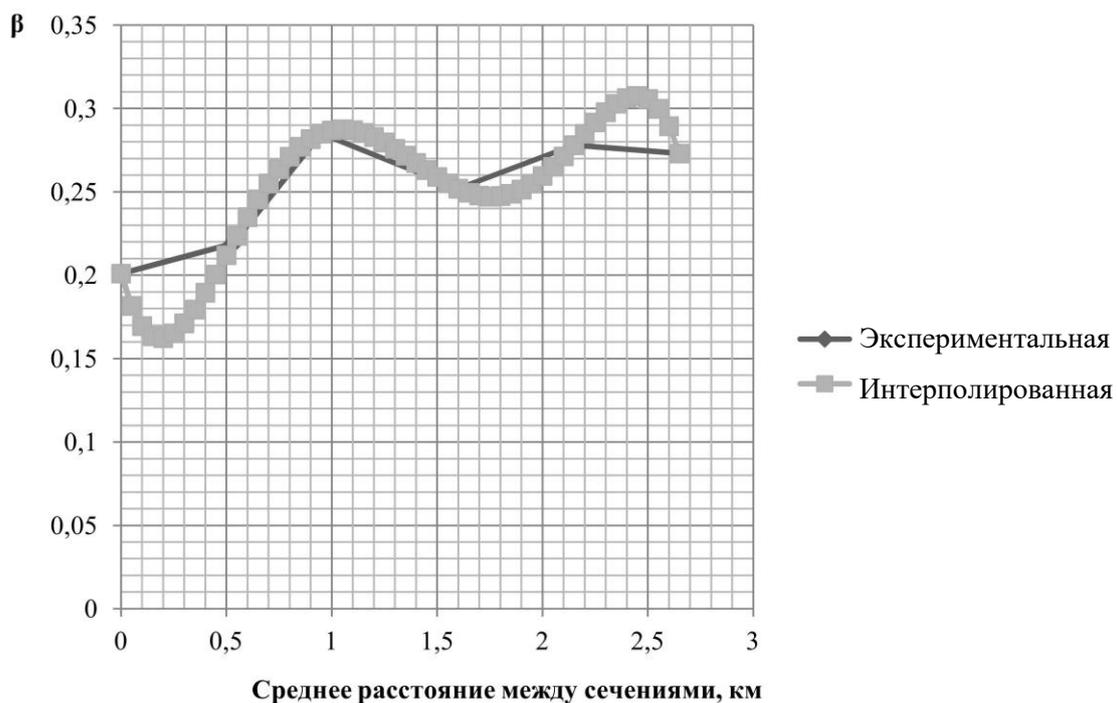


Рис. 77. Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых β , полученных по улице Горького

Максимальная погрешность интерполирования составляет $\Delta x_{\max} = |x_{\text{инт}} - x_{\text{эксп}}| = 0,0477$ (22,7 %).

7.8. Методика экспериментального определения пропускной способности дороги

1. Собрать исходные данные:
 - 1.1. Количество сечений по четной ($K_{\text{ч}}$) и нечетной сторонам ($K_{\text{нч}}$) улицы (количество пунктов наблюдения).
 - 1.2. Количество полос движения каждого сечения (n).
 - 1.3. Максимальная практическая пропускная способность (P_{\max}).
 - 1.4. Время часа пик ($t_{\text{чп}}$) в конкретном населенном пункте (для г. Владимира это примерно 8.00 – 9.00 и 17.00 – 18.00 ч).
 - 1.5. Определить интервал времени наблюдения (Δt) (15 мин, а лучше 6 мин).
 - 1.6. Определить расстояния между сечениями по четной и нечетной сторонам улицы ($x_0, x_1, \dots, x_{K_{\text{ч}}(K_{\text{нч}})-1}$).

2. В каждом сечении выполнить подсчет:
 - 2.1. Интенсивность движения ТС (N) и ее приведение.
 - 2.2. Состав транспортного потока (%).
3. Принять допущение, что фактическая пропускная способность равна измеренной интенсивности движения ($P = N$).
4. По формуле (61) выполнить расчет итогового коэффициента снижения пропускной способности:
 - для каждой полосы движения в зоне сечения ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$);
 - чётной ($\beta_{1ч}, \beta_{2ч}, \dots, \beta_{кч}$) и нечётной ($\beta_{1нч}, \beta_{2нч}, \dots, \beta_{кнч}$) сторон улицы по каждому сечению путем усреднения β по полосам движения в зоне каждого сечения;
 - всей улицы ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{кул}$) путем усреднения значений по четной и нечетной сторонам улицы по каждому сечению.
5. Выбрать способ интерполирования функций коэффициента β ($\beta = f(x)$).
6. Составить систему уравнений (СУ) выбранного способа интерполяции и выбрать шаг интерполирования Δx .
7. Написать компьютерную программу решения составленной системы уравнений.
8. Построить графики зависимостей экспериментальных ($\beta_{\text{э}} = f(x)$) и интерполированных ($\beta_{\text{инт}} = f(x)$) кривых β . Определить максимальную погрешность интерполирования $\Delta\beta(x)$.
9. Для получения пропускной способности в конкретной точке улицы $P(x)$ необходимо умножить соответствующее значение β на максимальную практическую пропускную способность P_{max} .
10. Предусмотреть меры снижения максимальной погрешности интерполирования и уточнения экспериментальных кривых $\beta_{\text{э}}$:
 - увеличить количество пунктов наблюдения (точек контроля) (*п. 1.1*);
 - увеличить время наблюдения (*п. 1.4*);
 - уменьшить интервал времени наблюдения (*п. 1.5*);
 - повысить точность измерения расстояний между сечениями (*п. 1.6*);
 - выбрать более точный метод интерполирования экспериментальных кривых $\beta_{\text{э}} = f(x)$ (*п. 6*).

Блок-схема методики экспериментального определения пропускной способности дороги приведена на рис. 78.

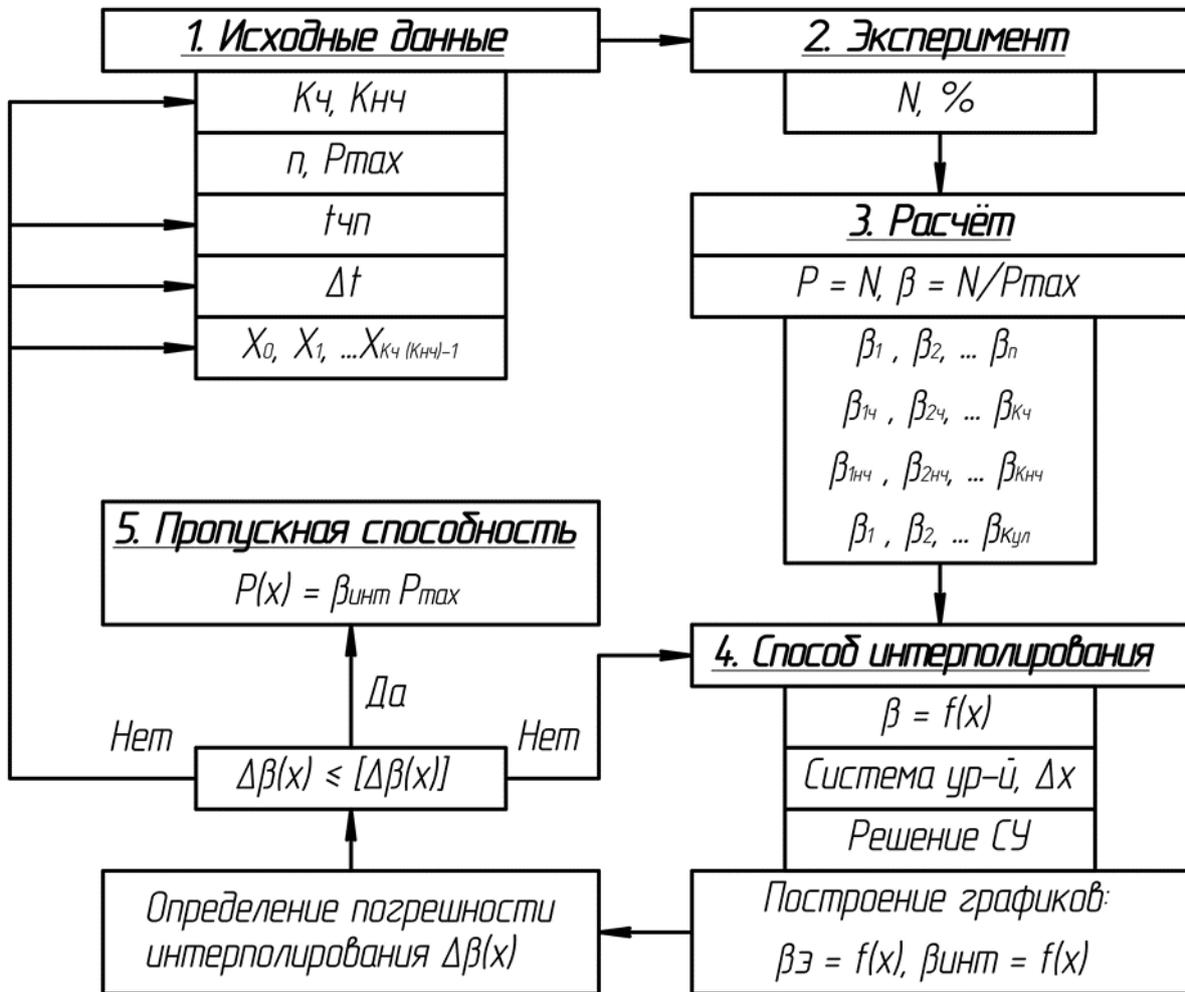


Рис. 78. Блок-схема методики

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные характеристики уровней обслуживания дороги в расчетах пропускной способности дороги.
2. От каких параметров зависит коэффициент загрузки дороги движением?
3. От каких величин зависит коэффициент скорости движения?
4. Как определяется коэффициент насыщения движением?
5. По какой формуле определяют пропускную способность двухполосных автомобильных дорог?

6. Перечислите коэффициенты из которых состоит итоговый коэффициент снижения пропускной способности.

7. Сколько коэффициентов допускается использовать при оценке практической пропускной способности?

8. Следует ли выделять в каждом конкретном случае основной и второстепенные коэффициенты при оценке практической пропускной способности?

9. Какой коэффициент может быть основным для прямолинейных горизонтальных участков дороги при оценке практической пропускной способности?

10. Какой коэффициент может быть основным для участков кривых в плане при оценке практической пропускной способности дороги?

11. Какой коэффициент может быть основным для участков подъемов при оценке практической пропускной способности дороги?

12. Каким уравнением пользуются при оценке практической пропускной способности дороги в реальных условиях для целей организации движения?

13. Какое уравнение рекомендуется для оперативной (ориентировочной) оценки практической пропускной способности участков двухполосной автомобильной дороги?

14. Из чего следует исходить при разработке мероприятия по улучшению транспортно-эксплуатационных качеств существующих трехполосных дорог?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии рассмотрена возможная тематика ВКР. Приведен анализ параметров дорожного движения, дорожных условий и состояния организации дорожного движения. Представлены перечень видов ДТП, классификация состояний проезжей части, классификация освещения, состояний погоды, дорожных условий и причин ДТП. Рассмотрены подсчет выбросов вредных веществ автомобильным транспортом, расчет уличного освещения, оценка шумового фона транспортных потоков и составление инструкции по охране труда водителя. Приведен расчет экономических потерь от задержек и затрат на мероприятия по повышению безопасности движения. Представлен обзор методов определения пропускной способности дорог.

Учебное пособие носит рекомендательный характер и включает в себя все необходимые сведения для выполнения ВКР по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов». В настоящем издании даны примеры расчетов по каждому разделу ВКР.

Учебное пособие может быть полезно студентам при выполнении курсового проекта по дисциплине «Организация движения на автомагистралях и в городах» и для выполнения отчета по преддипломной практике.

Для самостоятельного и дополнительного изучения автор рекомендует студентам программный продукт имитационного моделирования PTV VISSIM.

Кафедра автотранспортной и техносферной безопасности ВлГУ будет содействовать внедрению лучших ВКР 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. Методические указания по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог / сост.: В. В. Сильянов, Б. К. Каюмов ; утв. М-вом автомобил. дорог РСФСР 04.10.79. – М. : Транспорт, 1980. – 131 с.

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

5. 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.

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

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

8. 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 ; Б. А. Сидоров, О. С. Гасилова. – Екатеринбург, 2013. – 28 с.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

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

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

16. 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.

17. 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.

18. Приказ МВД РФ от 18.06.1996 № 328 (ред. от 16.02.2009) «О мерах по реализации Постановления Правительства Российской Федерации от 29 июня 1995 г. № 647». – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=267554#09231310455196962> (дата обращения: 10.10.2017).

19. Экологические основы автомобильного транспорта : метод. указания по выполнению практических и самостоятельных работ / Иркут. гос. техн. ун-т ; сост.: Р. Ю. Лагерев, А. В. Зедгенизов. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2011. – 32 с.

20. Инструкция по охране труда для водителя грузового автомобиля / База инструкций по охране труда 2018. – URL: <https://инструкция-по-охране-труда.рф/для-водителя-грузового-автомобиля.html> (дата обращения: 09.11.2017).

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

22. 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.

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

24. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий / Рос. дорож. агентство. – М. : РОСАВТОДОР, 2000. – 42 с.

25. СТО 26233397 МОСАВТОДОР.1.2.2.05-2014. Методические указания по расчету стоимости содержания автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения Московской области / Гос. казенное учреждение Моск. обл. «Управление автомобильных дорог Московской области "Мосавтодор"». – М. : Лабораторно-исследовательский центр, 2014. – 236 с.

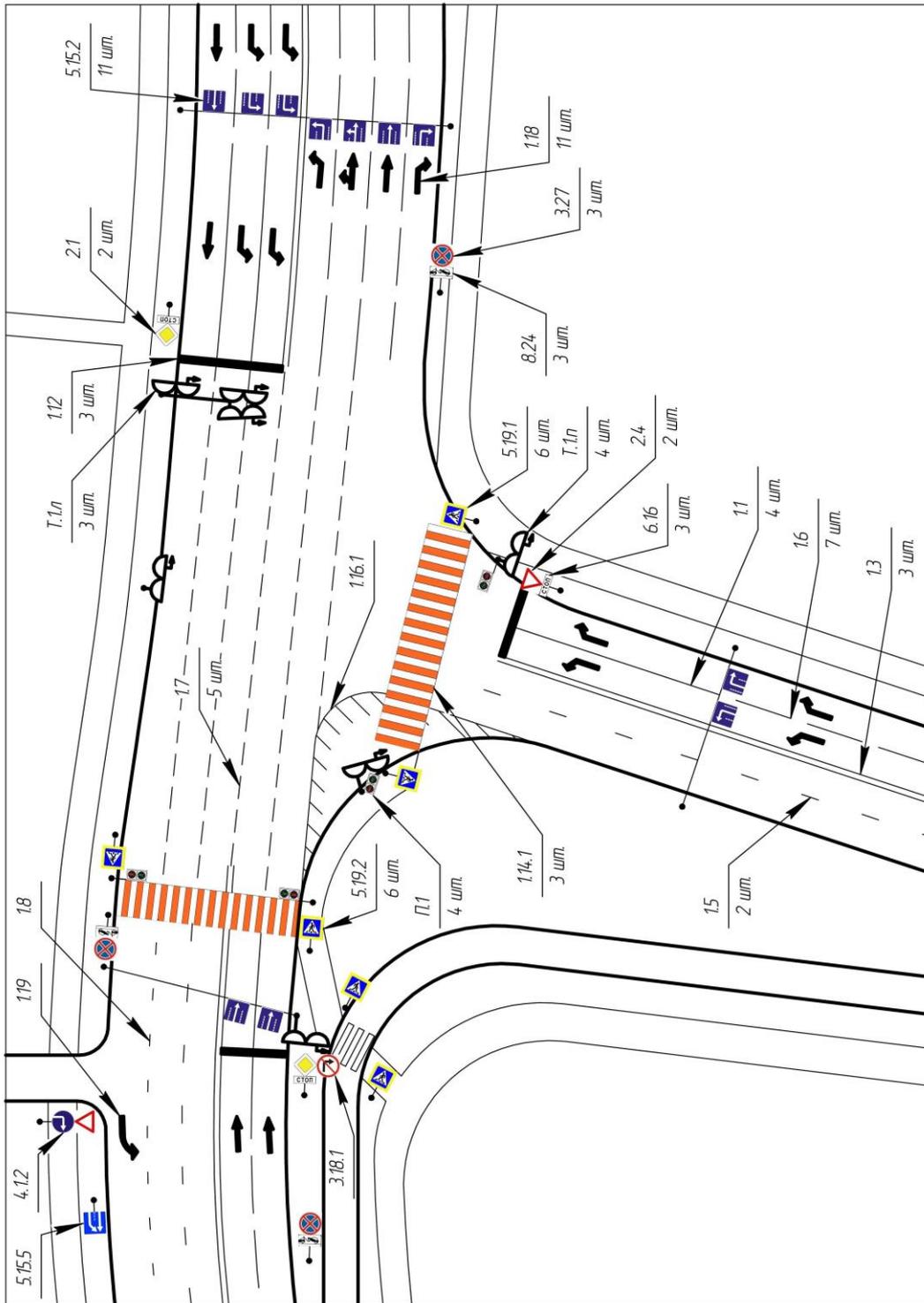


Рис. П2. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

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

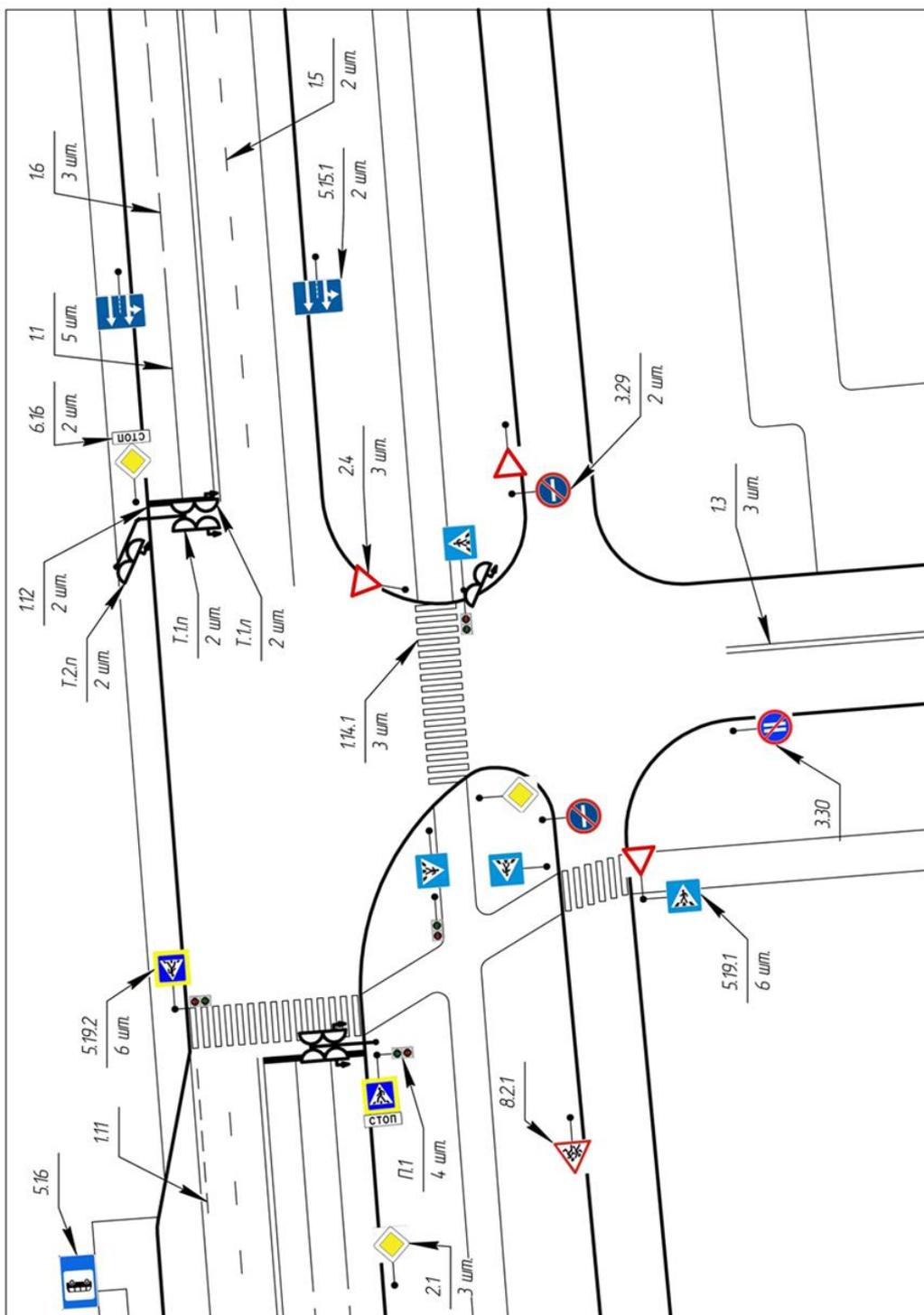


Рис. П7. Существующая схема организации дорожного движения

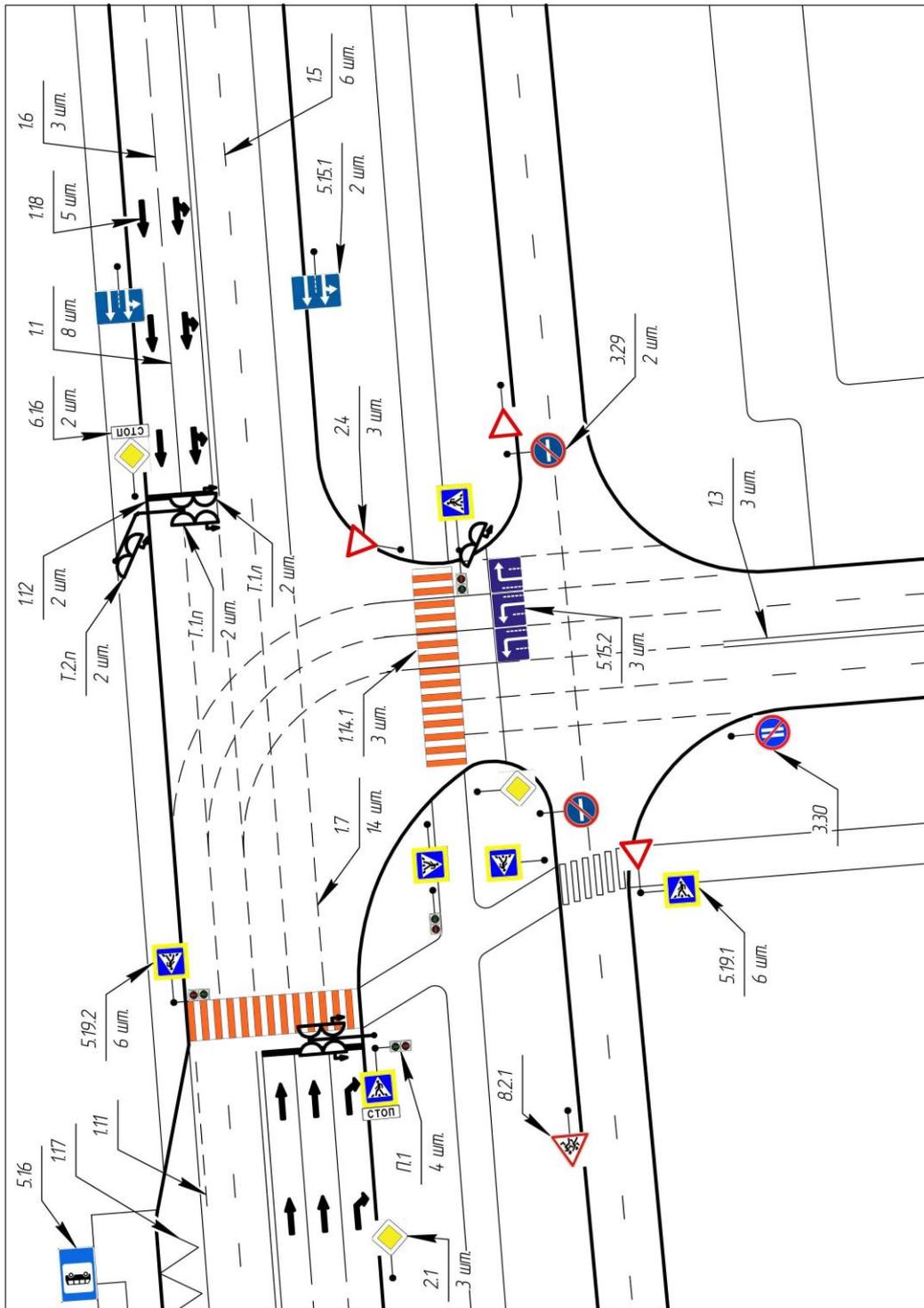


Рис. П8. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

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

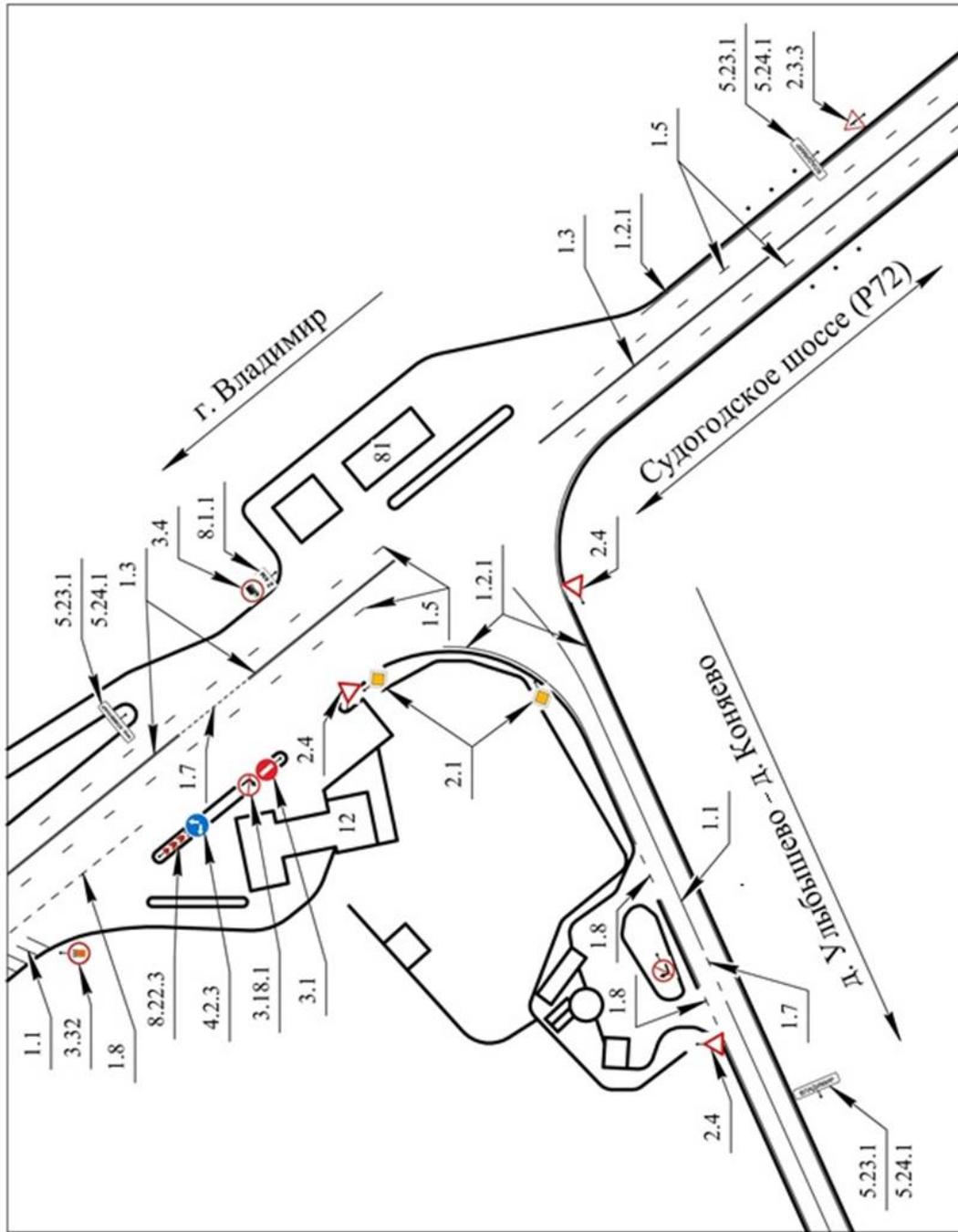


Рис. П9. Существующая схема организации дорожного движения

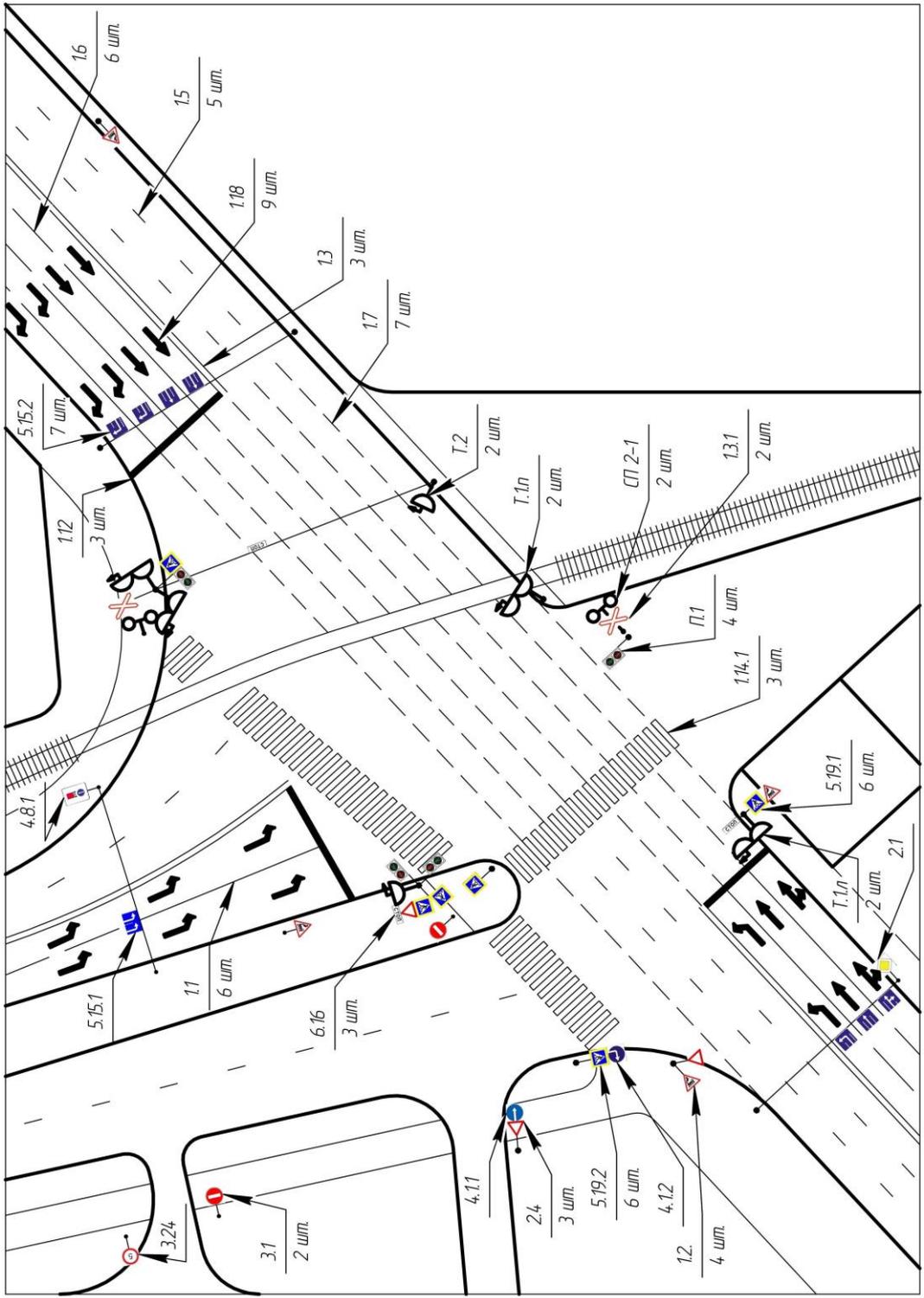


Рис. П12. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

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

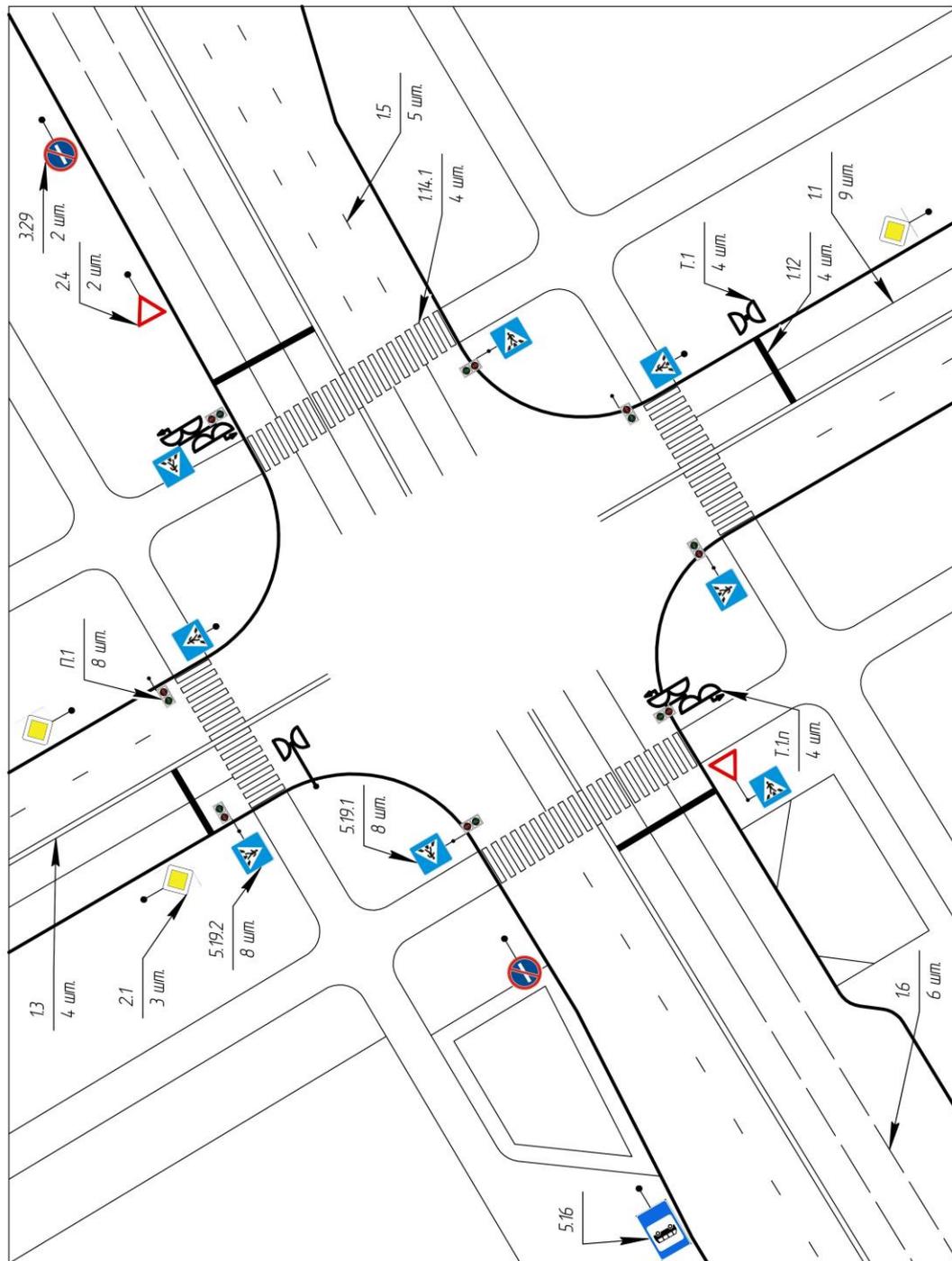


Рис. П17. Существующая схема организации дорожного движения

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

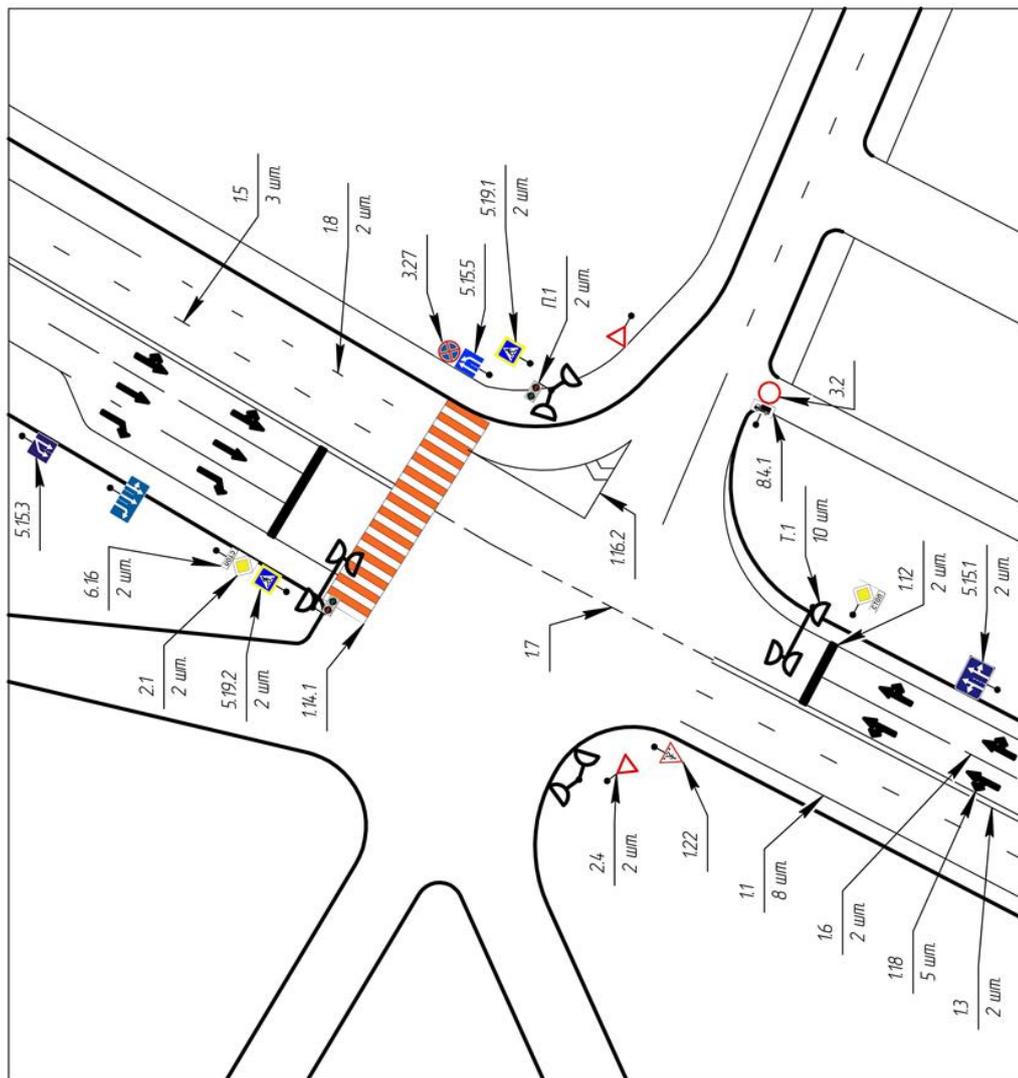


Рис. П19. Существующая схема организации дорожного движения

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

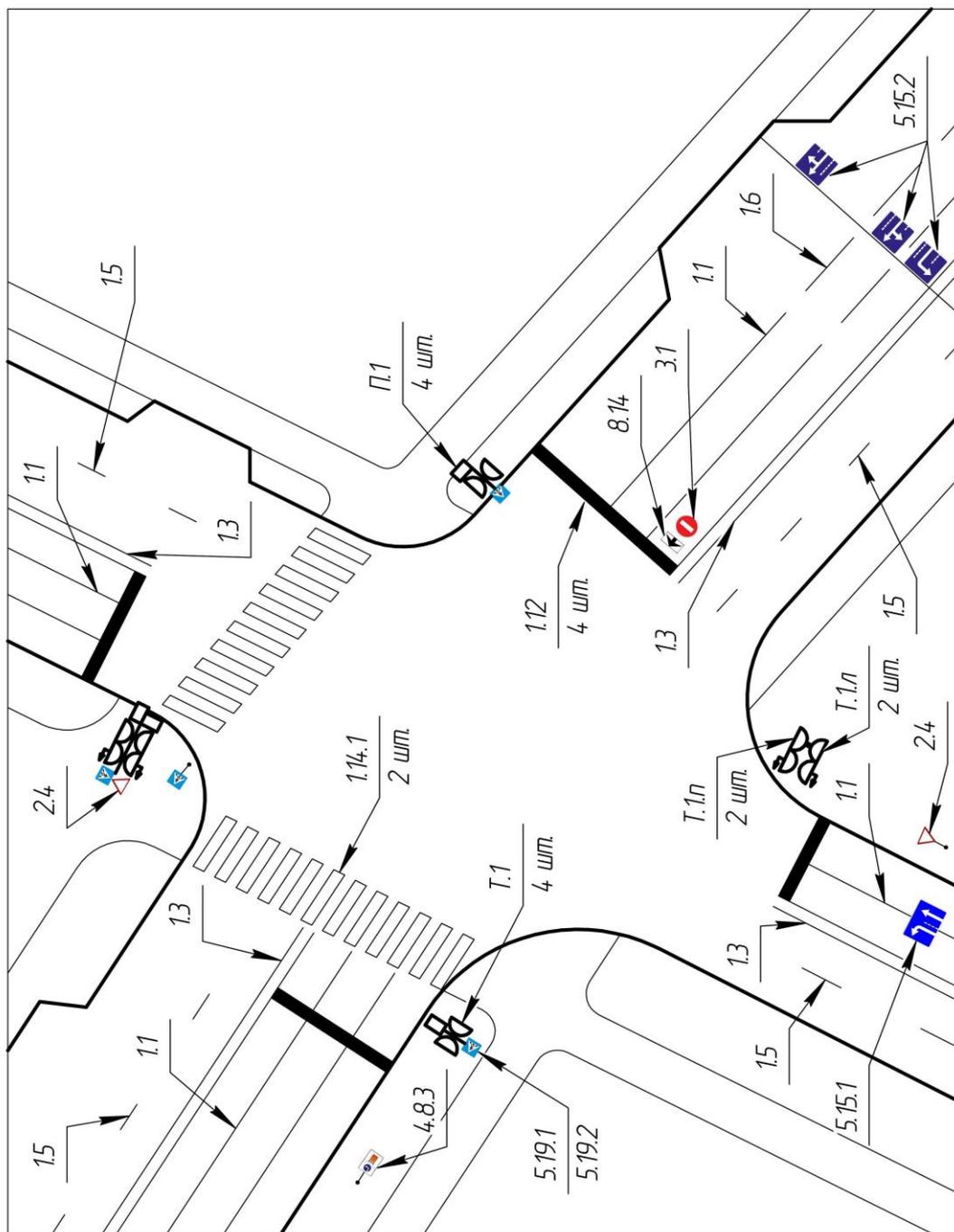


Рис. П21. Существующая схема организации дорожного движения

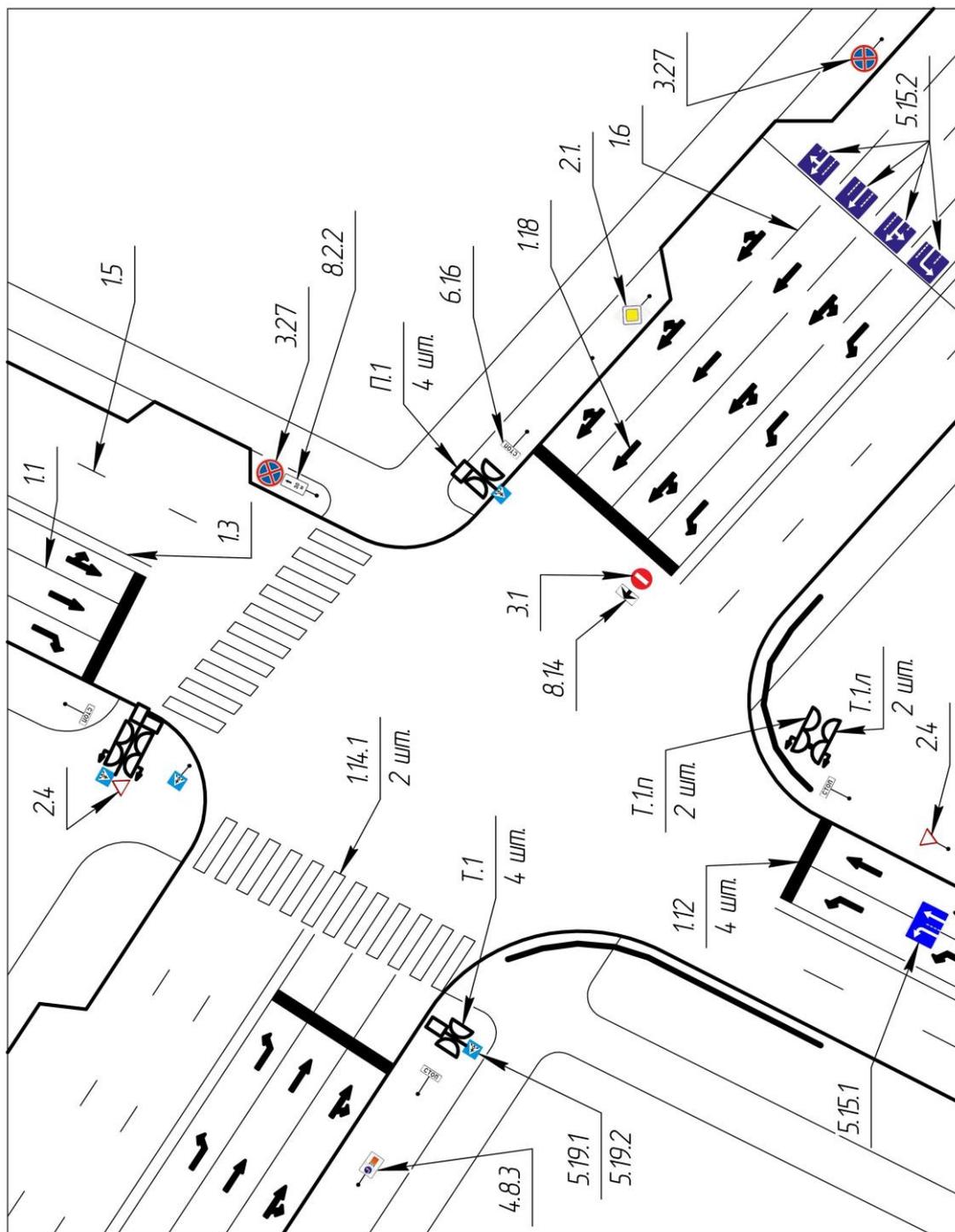


Рис. П22. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

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

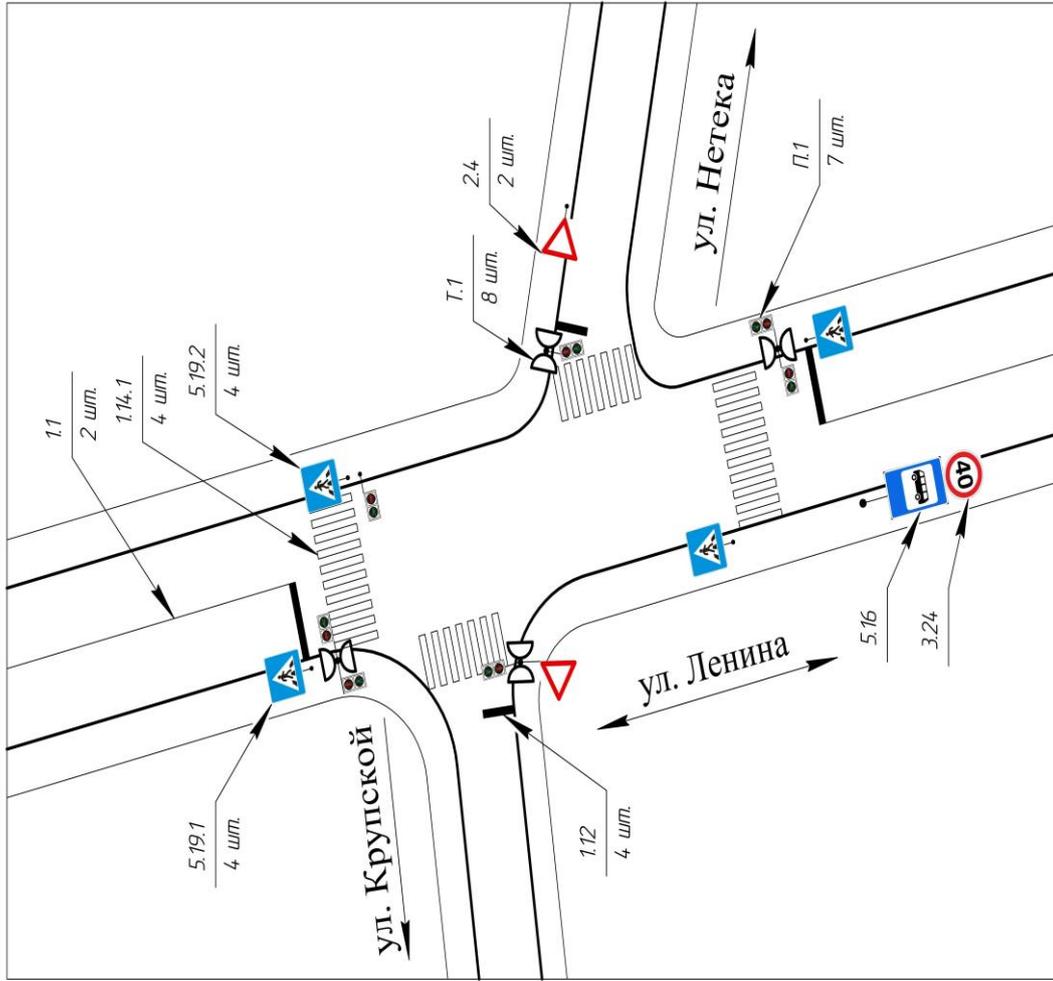


Рис. П23. Существующая схема организации дорожного движения

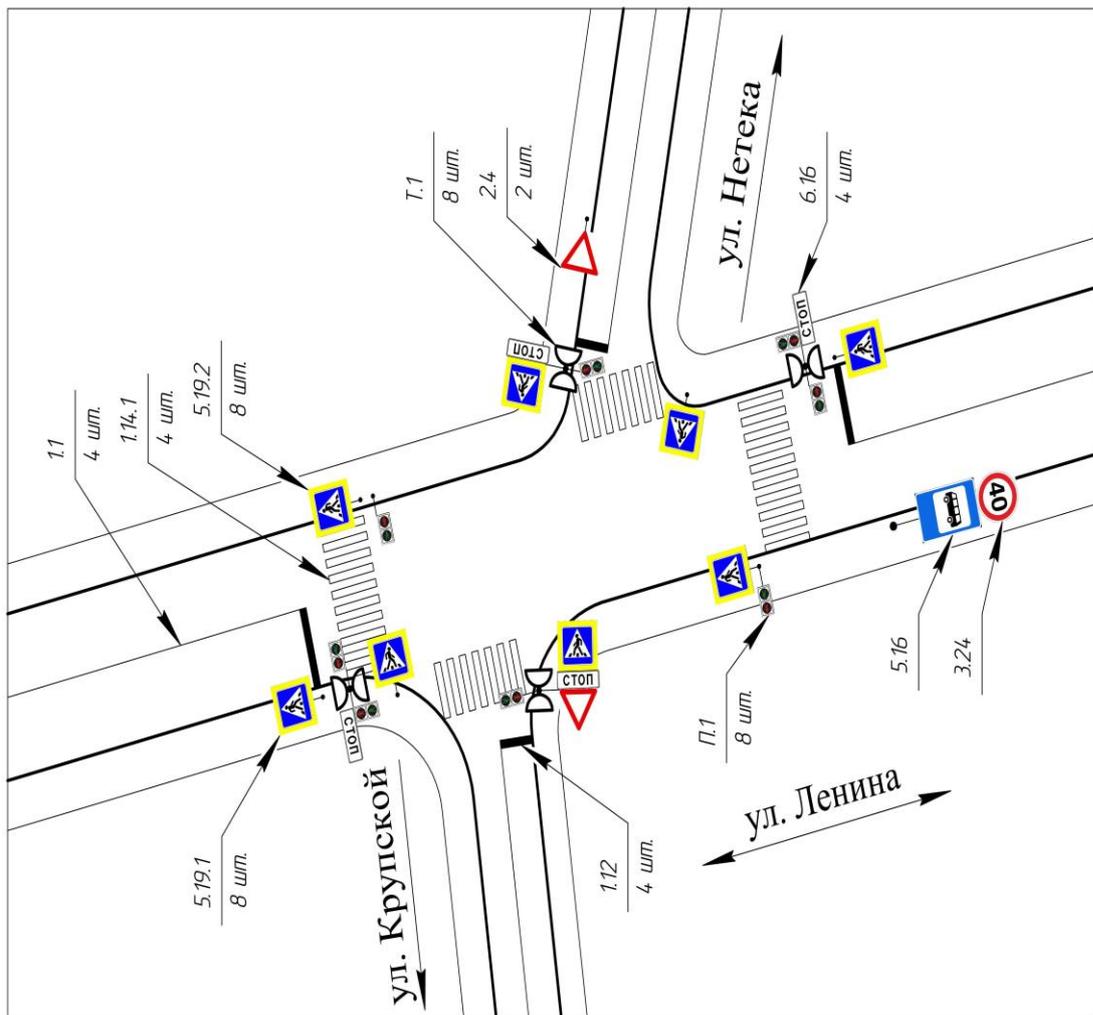


Рис. П24. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

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

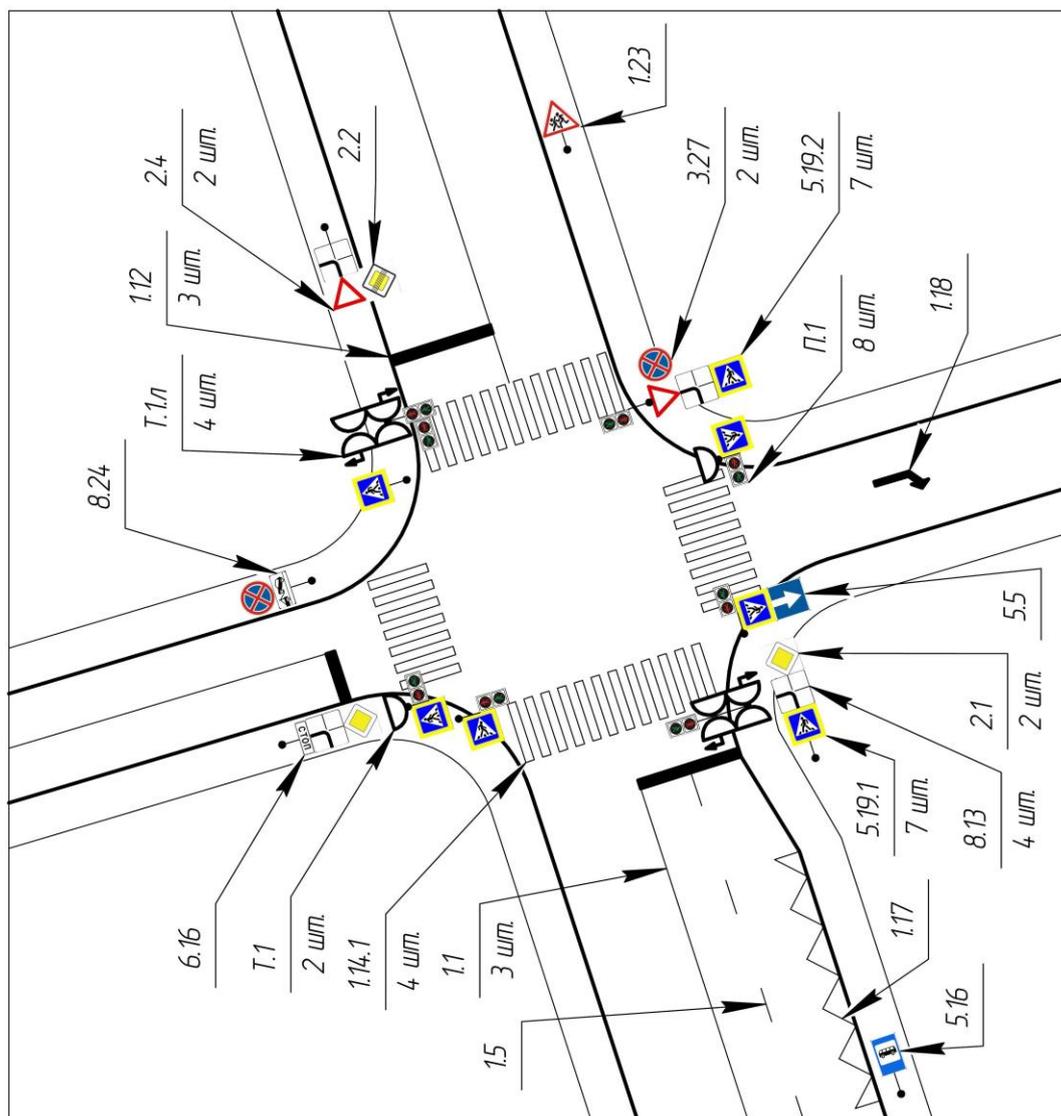


Рис. П25. Существующая схема организации дорожного движения

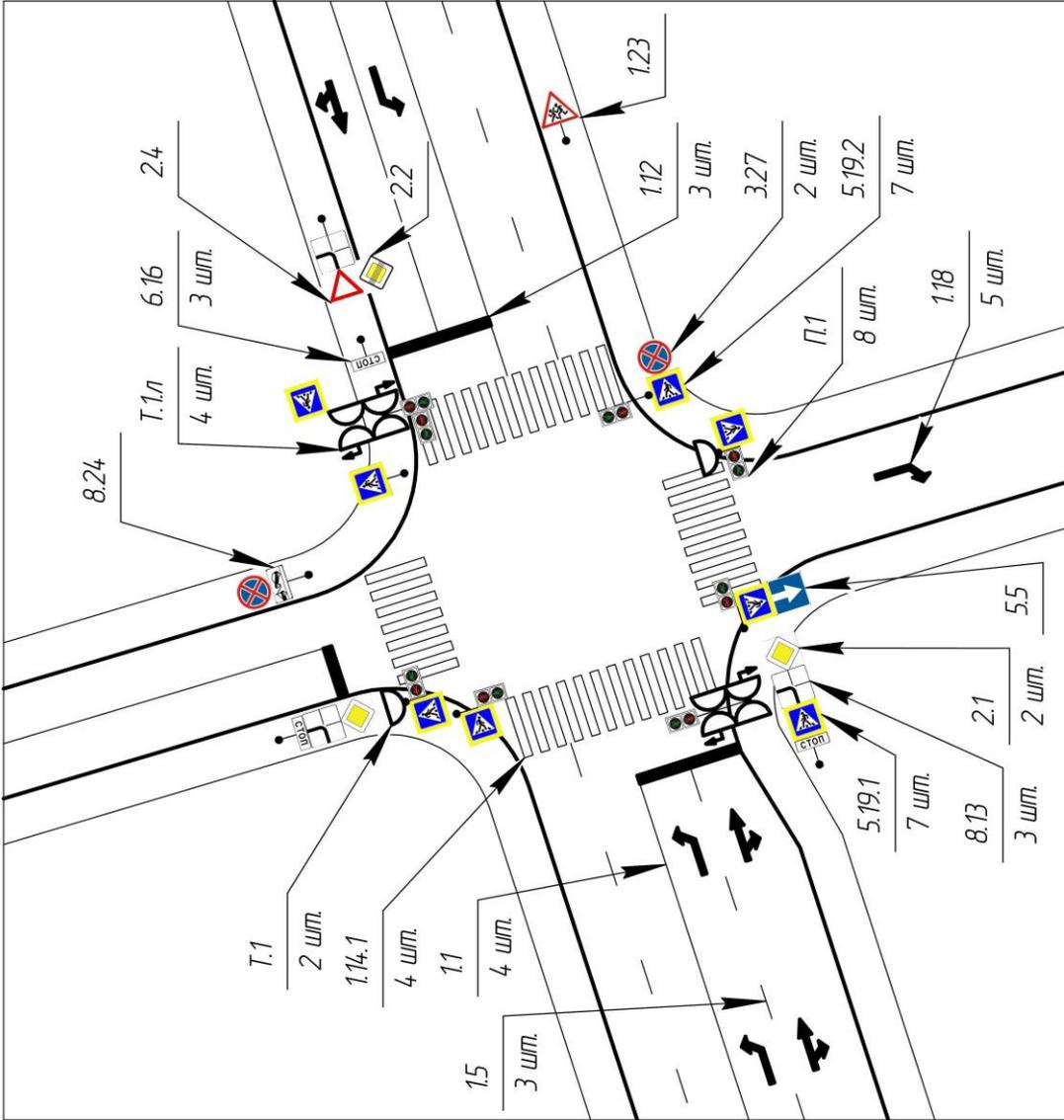


Рис. П26. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ	4
Глава 2. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	8
2.1. Пересечения в одном уровне	8
2.1.1. Общие требования	8
2.1.2. Типы пересечений в одном уровне	11
2.1.3. Планировочные решения пересечений в одном уровне ...	13
2.2. Определение интенсивности и состава транспортного потока	18
2.3. Построение картограмм интенсивности транспортных потоков	23
2.4. Расчет теоретической пропускной способности полосы ...	24
2.5. Расчет фактической пропускной способности полосы	29
2.6. Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости	30
2.6.1. Определение скоростей движения	30
2.6.2. Выбор предела допустимой скорости	32
2.7. Исследование параметров пешеходного движения	34
<i>Контрольные вопросы</i>	37
Глава 3. АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ И СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	39
3.1. Оценка сложности пересечения	39
3.2. Анализ дорожных условий	41
3.3. Дорожные знаки и разметка	41
3.4. Анализ существующего светофорного регулирования	42
3.5. Анализ режимов светофорного регулирования	45
3.6. Организация пофазного разъезда на трехсторонних перекрестках	50
3.7. Организация пофазного разъезда на четырехсторонних перекрестках	60
<i>Контрольные вопросы</i>	75

Глава 4. АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ	77
4.1. Основные положения	77
4.2. Данные по ДТП на перекрестке	81
<i>Контрольные вопросы</i>	83
Глава 5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ	84
5.1. Определение выбросов вредных веществ автомобильным транспортом в зоне перекрестка при светофорном регулировании	84
5.2. Определение выбросов вредных веществ автомобильным транспортом в зоне нерегулируемого перекрестка	86
5.3. Расчет уличного освещения перекрестка	87
5.4. Оценка шумового фона транспортных потоков в жилой застройке городов.....	88
5.5. Составление инструкции по охране труда водителя конкретного типа ТС.....	101
<i>Контрольные вопросы</i>	111
Глава 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	113
6.1. Расчет экономических потерь от задержек	113
6.2. Затраты на мероприятия по повышению безопасности движения	114
6.3. Основные технико-экономические показатели	115
<i>Контрольные вопросы</i>	116
Глава 7. ОБЗОР МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ	117
7.1. Основные характеристики	117
7.2. Пропускная способность двухполосных автомобильных дорог	117
7.3. Пропускная способность трехполосных дорог	128
7.4. Пропускная способность автомобильных дорог в городских условиях.....	130

7.5. Пример определения фактического значения итогового коэффициента снижения пропускной способности в сечениях улицы Горького.....	134
7.6. Пример математического описания функции распределения итогового коэффициента снижения пропускной способности по длине улицы Горького	138
7.7. Сравнение экспериментальных и теоретических кривых распределения коэффициента снижения пропускной способности улицы Горького.....	140
7.8. Методика экспериментального определения пропускной способности дороги.....	143
<i>Контрольные вопросы</i>	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	147
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	148
ПРИЛОЖЕНИЕ	151

Учебное издание

ТОЛКОВ Алексей Владимирович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ

Учебное пособие по выполнению выпускной квалификационной работы

Редактор А. А. Амирсейидова

Технический редактор А. В. Родина

Компьютерный набор А. В. Толкова

Компьютерная верстка Л. В. Макаровой

Выпускающий редактор Е. В. Невская

Подписано в печать 03.09.18.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 10,46. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.