

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

А. В. ТОЛКОВ

ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

Учебное пособие для бакалавров направления подготовки
23.03.01 – Технология транспортных процессов



Владимир 2022

УДК 656.13.05

ББК 39.808

T52

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
(территориальный отдел по Владимирской области)
В. Н. Шулаев

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Толков, А. В.

T52 Преддипломная практика : учеб. пособие для бакалавров
направления подгот. 23.03.01 – Технология транспортных про-
цессов / А. В. Толков ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столе-
товых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – 190 с.
ISBN 978-5-9984-1510-4

Содержатся необходимые рекомендации по прохождению производствен-
ной (преддипломной) практики студентами направления подготовки 23.03.01 –
Технология транспортных процессов, профиль «Организация и безопасность
движения».

Предназначено для студентов высших учебных заведений очной формы
обучения.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в со-
ответствии с ФГОС ВО.

Табл. 66. Ил. 93. Библиогр.: 22 назв.

УДК 656.13.05

ББК 39.808

ISBN 978-5-9984-1510-4

© ВлГУ, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначено для помощи студентам бакалавриата при выполнении работ и составлении отчета по преддипломной практике.

Пособие включает в себя выдержки из программы практики, все необходимые методики расчетов с большим количеством примеров, в том числе по работе над проектно-ориентированными темами, контрольные вопросы и приложения. Структура и изложение учебного пособия полностью соответствуют последовательности работ, выполняемых при прохождении преддипломной практики.

Изучение материала пособия представляет собой звено последовательной цепочки подготовки студентов к написанию выпускной квалификационной работы (ВКР). Сначала обучающиеся выполняют курсовой проект по дисциплине «Организация движения на автомагистралях и в городах» (в 2019 г. автором было издано учебное пособие по выполнению курсового проекта «Организация движения на автомагистралях и в городах» (см. рекомендательный библиографический список)). Курсовой проект становится основой выпускной квалификационной работы. При его выполнении студенты полностью обследуют существующий транспортный узел и дают рекомендации по улучшению организации дорожного движения на нем.

При прохождении преддипломной практики студентам необходимо рассчитать и реализовать рекомендации, обозначенные в курсовом проекте.

При работе над ВКР студентам необходимо выполнить разделы по анализу дорожно-транспортных происшествий, безопасности и экологичности и экономике. Освещение этих разделов приведено в учебном пособии по выполнению ВКР «Совершенствование дорожного движения на перекрестках», опубликованном в 2018 г. (см. рекомендательный библиографический список).

Глава 1. ВЫДЕРЖКИ ИЗ ПРОГРАММЫ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Цели практики

Сбор и обработка материалов для написания выпускной квалификационной работы на основании изучения и анализа организации дорожного движения на перекрестках и участках улично-дорожной сети.

Задачи практики

Задачами преддипломной практики являются:

формулировка задач, подлежащих решению в выпускной квалификационной работе, определение путей и методов решения поставленных задач.

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики представлен в табл. 1.

Таблица 1. Перечень планируемых результатов обучения

Код и наименование компетенции	Перечень планируемых результатов
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы

Код и наименование компетенции	Перечень планируемых результатов
	УК-2.2. Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности
	УК-2.3. Владеет навыками применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности
ПК-1. Способен к планированию и организации работы информационных систем, входящих в структуру транспортных комплексов городов и регионов, организации рационального взаимодействия видов транспорта, составляющих единую транспортную систему	ПК-1.1. Знает инструменты и методы управления требованиями; возможности информационных систем; источники информации, необходимой для профессиональной деятельности
	ПК-1.2. Умеет анализировать входные данные и планировать работы
	ПК-1.3. Владеет навыками выбора технологии управления требованиями; представления исходных данных для разработки плана управления требованиями; согласования в части инженерно-технологического

Продолжение табл. 1

Код и наименование компетенции	Перечень планируемых результатов
	обеспечения плана управления требованиями с заинтересованными сторонами
ПК-2. Способен использовать организационные и методические основы метрологического обеспечения для выработки требований по обеспечению функционирования информационных систем в структуре транспортного комплекса городов и регионов	ПК-2.1. Знает основы информационной безопасности организации; источники информации, необходимой для профессиональной деятельности
	ПК-2.2. Умеет выполнять параметрическую настройку ИС
	ПК-2.3. Владеет навыками настройки ИС для оптимального решения задач заказчика
ПК-3. Способен использовать информационные системы как инструмент оптимизации процессов управления в транспортном комплексе	ПК-3.1. Знает инструменты и методы оценки качества и эффективности ИС; инструменты и методы оптимизации ИС; возможности ИС
	ПК-3.2. Умеет разрабатывать метрики (количественные показатели) работы ИС
	ПК-3.3. Владеет навыками определения количественных параметров работы ИС; параметров, которые должны быть улучшены

Код и наименование компетенции	Перечень планируемых результатов
<p>ПК-4. Способен к расчету и анализу показателей работы информационных систем, руководствуясь организацией дорожного движения, требованиями обеспечения безопасности дорожного движения</p>	<p>ПК-4.1. Знает источники информации, необходимые для профессиональной деятельности; современный отечественный опыт в профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-4.2. Умеет анализировать исходные данные для работы ИС</p>
	<p>ПК-4.3. Владеет навыками определения новых целевых показателей работы ИС; осуществления оптимизации ИС для достижения новых целевых показателей</p>
<p>ПК-5. Способен осуществлять экспертизу технической документации, регламентирующей взаимодействие участников логистического процесса перевозки груза, а также надзор и контроль состояния и эксплуатации подвижного состава, объектов транспортной инфраструктуры, выявлять резервы, устанавливать причины неисправностей и недостатков в работе, принимать меры по их устранению и повышению эффективности использования</p>	<p>ПК-5.1. Знает основы логистики и управления цепями поставок; методологию организации перевозок грузов в цепи поставок; нормативные правовые акты, регламентирующие перевозки; особенности перевозки специальных, опасных, негабаритных грузов различными видами транспорта; правила и порядок оформления транспортно-сопроводительных, транспортно-экспедиционных документов</p>

Продолжение табл. 1

Код и наименование компетенции	Перечень планируемых результатов
	<p>ПК-5.2. Умеет анализировать информацию и оперативно формировать отчеты о результатах перевозки; анализировать и проверять документы на соответствие правилам и порядку оформления транспортно-сопроводительных, транспортно-экспедиционных, страховых и претензионных документов, договоров, соглашений, контрактов</p> <p>ПК-5.3. Владеет навыками постановки целей, задач работникам подразделений, участвующим в процессе перевозки груза в цепи поставок; контроля выполнения операционных заданий, своевременного выполнения поручений работниками, вовлеченными в оказание логистической услуги; разработки эффективных схем взаимоотношений в процессе оказания логистической услуги перевозки груза в цепи поставок; систематизации документов, регламентирующих взаимодействие участников логистического процесса перевозки</p>

Код и наименование компетенции	Перечень планируемых результатов
	<p>груза; получения и анализа информации о планируемых мероприятиях по приемке и отправке грузов, их периодичности, количественных характеристиках; составления графиков грузопотоков, определения способов доставки, организации планирования услуг, этапов, сроков доставки; организации формирования пакета документов для отправки груза; контроля поступления информации о прибытии груза</p>
<p>ПК-6. Способен к организации рационального взаимодействия логистических посредников при перевозках пассажиров и грузов</p>	<p>ПК-6.1. Знает основы гражданского законодательства в области автомобильных перевозок</p>
	<p>ПК-6.2. Умеет устанавливать требования клиентов к результату перевозки и ранжировать их по степени значимости для клиентов</p>
	<p>ПК-6.3. Владеет навыками ведения переговоров с клиентами по претензионным случаям; определения причастных и виновных лиц</p>

Продолжение табл. 1

Код и наименование компетенции	Перечень планируемых результатов
<p>ПК-7. Способен к предоставлению грузоотправителям и грузополучателям услуг: по оформлению перевозочных документов, сдаче и получению, заводу и вывозу грузов; выполнению погрузочно-разгрузочных и складских операций; подготовке подвижного состава; страхованию грузов, таможенному оформлению грузов и транспортных средств; предоставлению информационных и финансовых услуг</p>	ПК-7.1. Знает правовые основы транспортно-логистической деятельности
	ПК-7.2. Умеет профессионально работать с претензионной документацией
	ПК-7.3. Владеет навыками определения причин, повлекших предъявление претензии; разработки инструкций по предотвращению претензий
<p>ПК-8. Способен определять параметры оптимизации логистических транспортных цепей и звеньев с учетом критериев оптимальности</p>	ПК-8.1. Знает общие основы построения коммерческой политики компании
	ПК-8.2. Умеет анализировать информацию и формировать отчеты
	ПК-8.3. Владеет навыками рассмотрения отдельных прецедентов с сотрудниками компании (при необходимости); взаимодействия с клиентами по качеству сервиса
<p>ПК-9. Способен использовать современные информационные технологии (информационные системы) как инструмент оптимизации процессов управления в транспортном комплексе</p>	ПК-9.1. Знает принципы разработки политики компании в области клиентского сервиса; корпоративной структуры компании
	ПК-9.2. Умеет оформлять документы на несоответствующую услугу

Окончание табл. 1

Код и наименование компетенции	Перечень планируемых результатов
	ПК-9.3. Владеет навыками составления реестра наиболее часто задаваемых клиентами вопросов
ПК-10. Способен к проектированию логистических систем доставки грузов и пассажиров, выбору логистического посредника, перевозчика и экспедитора на основе многокритериального подхода	ПК-10.1. Знает основы корпоративного документооборота; профессиональную терминологию на иностранном языке (INCOTERMS, EDI)
	ПК-10.2. Умеет проводить переговоры с клиентами из различных отраслей экономики
	ПК-10.3. Владеет навыками организации мониторинга эффективности подрядчиков, переадресации им претензий клиента в случае некачественного сервиса со стороны подрядчика

Формы отчетности по практике

Форма отчетности по итогам практики – дневник и письменный отчет. Отчет представляет собой работу студента, выполненную в печатном виде, структура которой соответствует заданию на практику.

Итоговая аттестация по практике – зачет с оценкой. Оценка за практику проставляется руководителем практики в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента.

Глава 2. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

2.1. Определение интенсивности и состава транспортного потока

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

Единственный способ 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 [3 – 4]:

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

Можно сказать, что это универсальные коэффициенты приведения и их можно использовать в расчетах.

Для более точных расчетов на перекрестках в населенных пунктах рекомендуется использовать коэффициенты приведения из литературы [5]:

1. Легковые автомобили	1,0
2. Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2	1,2
2 – 6	1,5
более 6.....	1,6
3. Микроавтобусы	1,1
4. Автобусы:	
малой вместимости	1,4
большой вместимости	1,8
5. Сочлененные автобусы (троллейбусы)	2,4
6. Автопоезда.....	2,2

Для внегородских автомобильных дорог используют следующие коэффициенты приведения [5]:

1. Легковые автомобили	1,0
2. Мотоциклы и мопеды	0,5
3. Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2	1,1
до 6	1,8
до 8	2,1
до 14	2,4
свыше 14	2,5
4. Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12	2,2
до 20	2,4
свыше 30	3,3
5. Автобусы.....	2,6

Указанные коэффициенты приведения для внегородских автомобильных дорог следует увеличить в 1,2 раза в пересеченной и горной местностях.

Для кольцевых пересечений используют следующие коэффициенты приведения [5]:

1. Легковые автомобили	1,0
2. Грузовые автомобили:	

- малой грузоподъемности 1,4
- средней грузоподъемности 1,7
- большой грузоподъемности..... 2,3
- 4. Автобусы..... 2,9
- 5. Автопоезда..... 3,5

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. 1.

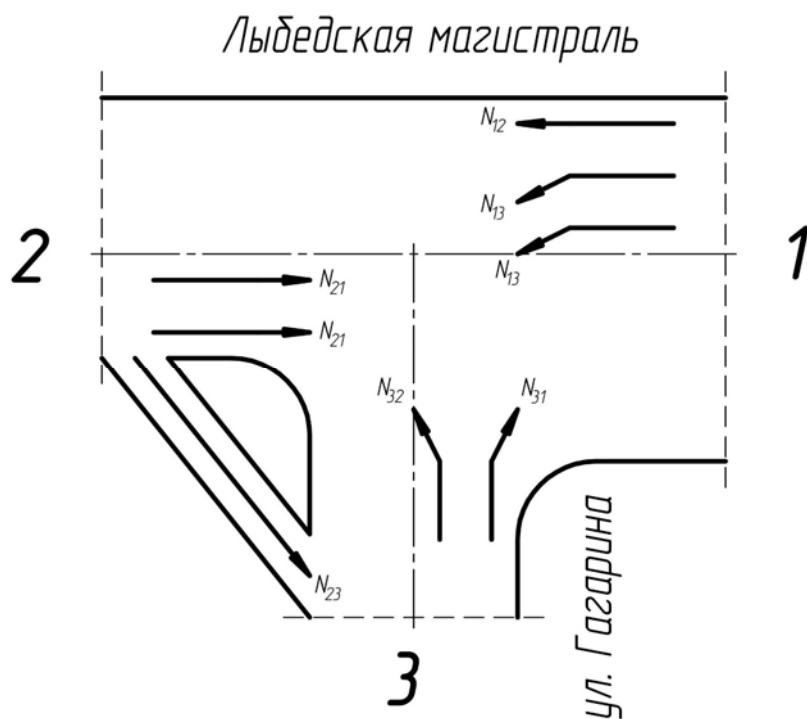


Рис. 1. Пример схемы перекрестка с указанием направлений движения

Количество наблюдателей определяется следующим образом: по одному человеку на каждую сторону перекрестка, если перекресток трехсторонний – 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, что 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. В городе Владимире часы пик приходятся на время с 7.00 до 8.30 ч., а также с 16.30 до 18.30 ч. Для выполнения расчетов 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 условие – 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. 2.

Таблица 2. Бланк учета количества ТС

Напр-е движе- ния	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. 3 и 4, а также определить долю каждого типа ТС в общем потоке (табл. 5).

Таблица 3. 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 4. Интенсивность движения на перекрестке за 1 ч
в приведенных единицах*

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

Таблица 5. Доля каждого типа ТС в общем потоке

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

2.2. Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

Выделяют два типа картограмм интенсивности транспортных потоков – условную и масштабную.

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

Условную картограмму строят на основании данных табл. 3 в натуральных (измеренных) единицах ТС. Пример построения условной картограммы приведен на рис. 2.

Масштабная картограмма строится на основании данных табл. 4 в приведенных единицах ТС. Пример построения условной картограммы приведен на рис. 3.

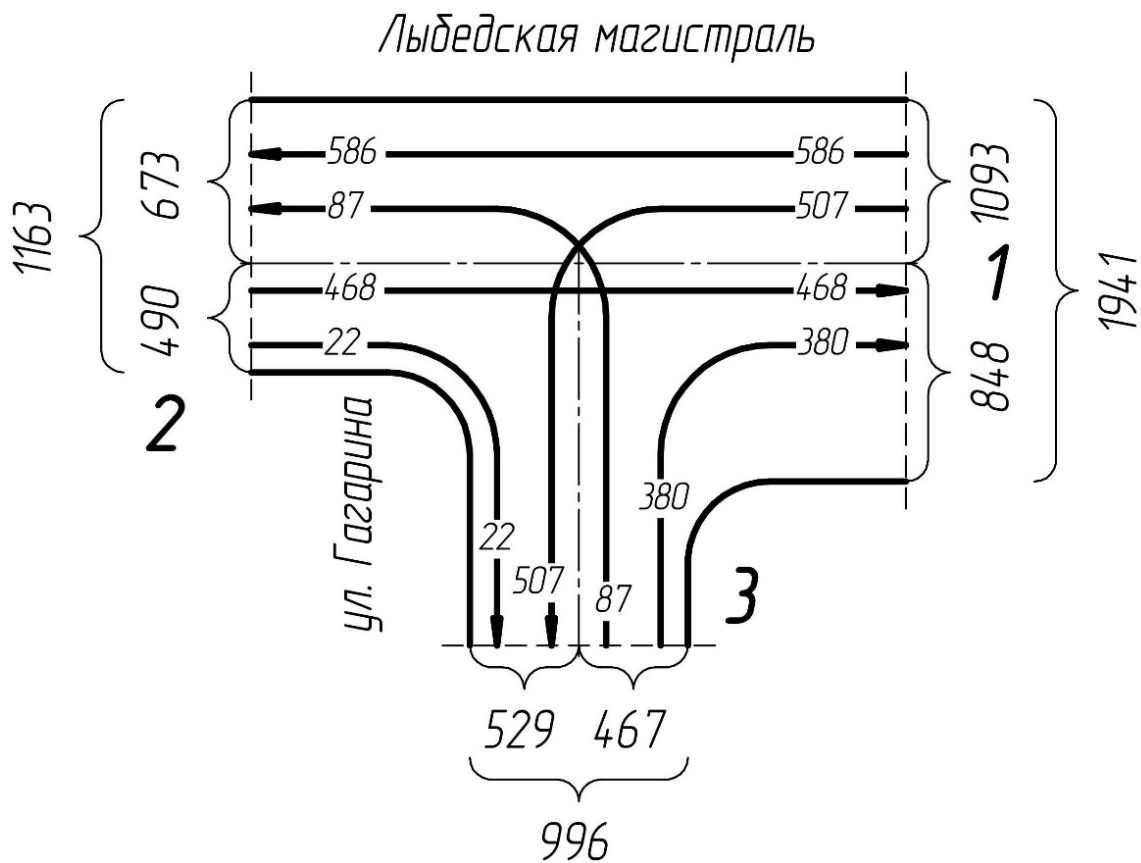


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

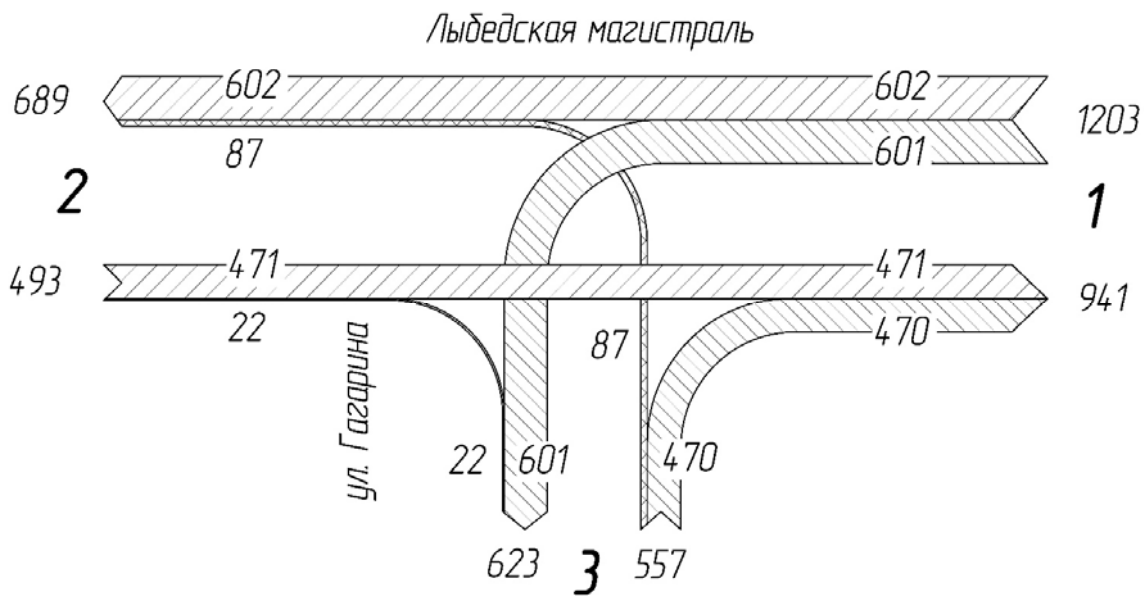


Рис. 3. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

2.3. 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. 6. Пример диаграммы на рис. 4 иллюстрирует полученные данные по одной полосе регулируемого потока.

Таблица 6. Протокол обследования пропускной способности полосы

Интервал времени, мин	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 интенсивностей за десять отрезков времени. Далее делают вывод о загруженности полосы движения.

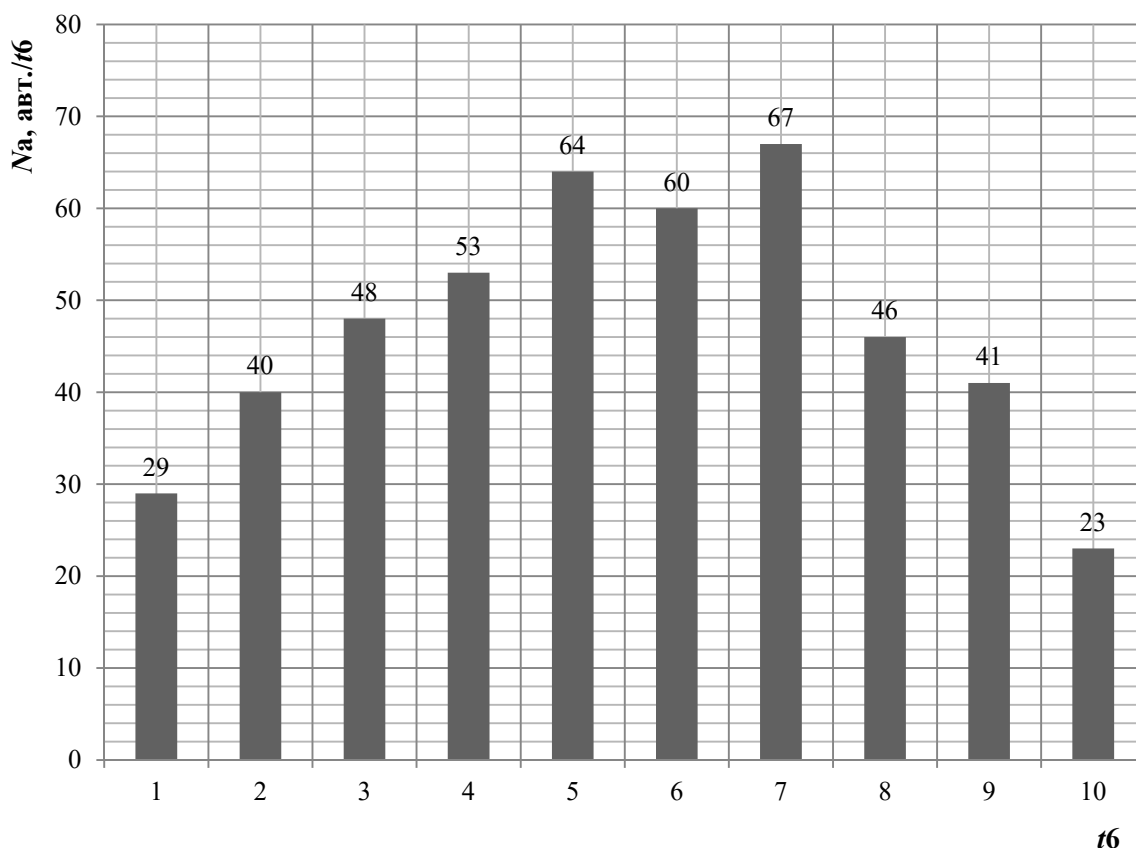


Рис. 4. Диаграмма интенсивности однорядного потока в приведенных единицах

При назначении числа полос n пользуются формулой

$$n = \frac{N_{\phi} s}{Z P_{\phi}}, \quad (1)$$

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

2.4. Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости

2.4.1. 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. 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. 7, пример протокола средней скорости сообщения по типам автомобилей – в табл. 8. Желательно измерить скорости минимум сорока легковых автомобилей и сорока остальных типов ТС.

Таблица 7. 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 8. Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

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

Коэффициент использования скоростного режима находят по формуле

$$K_V = \frac{V_c}{V_p}, \quad (2)$$

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.

2.4.2. Выбор предела допустимой скорости

Верхний предел допустимой скорости выбирают посредством обработки результатов, зафиксированных в табл. 7. 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. 9 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. 5 представлен пример кривой распределения скоростей, на рис. 6 – кривой накопления скоростей.

Таблица 9. 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.

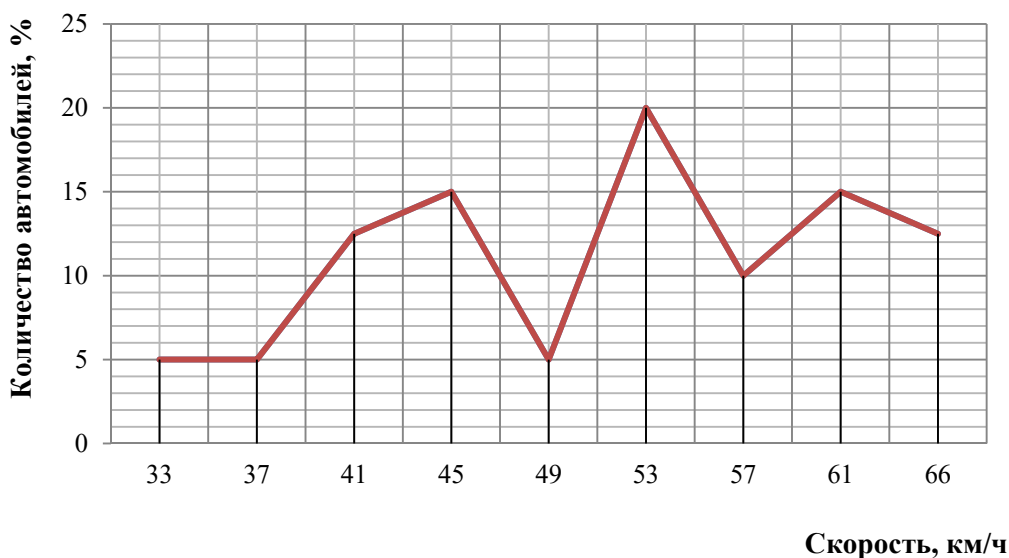


Рис. 5. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

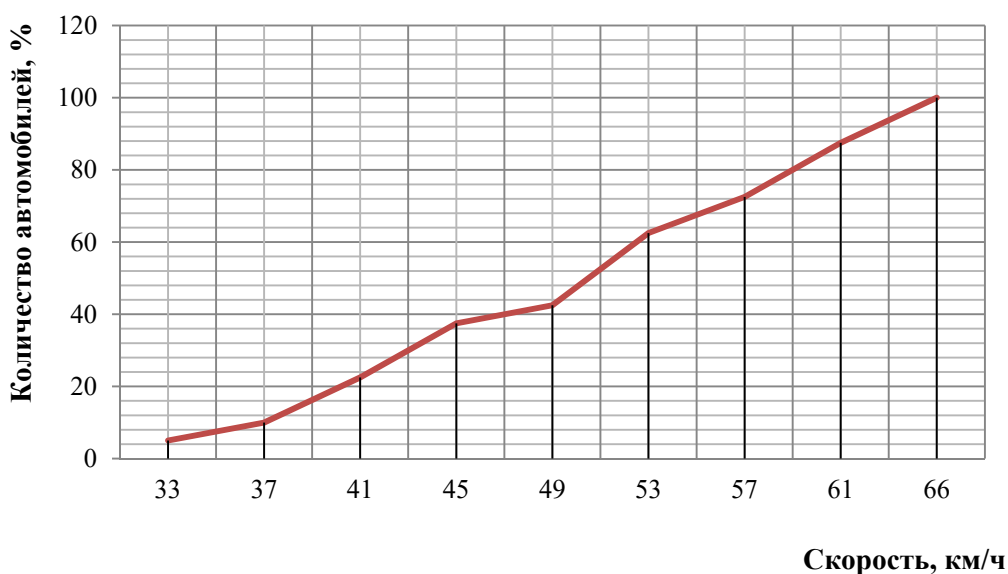


Рис. 6. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Кривая распределения (см. рис. 5) показывает, сколько автомобилей движется в указанных интервалах скорости. Кривая накопления (см. рис. 6) 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.

2.5. 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 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. 10, скорость движения пешеходов – в табл. 11.

Таблица 10. 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

$$Q_{\text{пеш}} = Q / S, \text{ чел./м}^2, \quad (3)$$

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 ($q_{\text{пеш}} < 0,5$ чел./м²) каждый человек в любой момент может изменить скорость и направление своего движения. В стесненных условиях ($q_{\text{пеш}} > 0,5$ чел./м²) 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...0,8 чел./м², а при 4...5 чел./м² движение полностью стесненное – это предельное значение плотности, при которой поток еще может медленно продолжать движение.

Таблица 11. Скорость движения пешеходов

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

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

Ширину тротуара определяем по формуле

$$b_p = N_{\text{пеш}} b_{\text{п}} / P + b_{\text{б}} + b_{\text{д}}, \quad (4)$$

где P – расчетная пропускная способность полосы пешеходного движения, пеш./ч; $b_{\text{п}}$ – ширина полосы пешеходного движения (для пешеходных переходов и лестниц – 1 м, для прочих пешеходных путей – 0,75 м); $b_{\text{б}}$ – полоса безопасности, составляющая 0,6 м в сторону проезжей части или велодорожки и 0,3 м в сторону застройки (наличие зеленых защитных насаждений не учитывается); $b_{\text{д}}$ – дополнительная полоса тротуара от 0,5 до 1,2 м при наличии в его пределах мачт освещения, опор контактной сети и т. п.

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

Расчетная пропускная способность полосы пешеходного движения принимается в соответствии с назначением пешеходных путей согласно данным табл. 12.

Таблица 12. 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 фактическая пропускная способность полосы?
11. Что понимают под уровнем загрузки полосы?
12. Как экспериментально определить пропускную способность полосы?
13. Каким методом определяют среднюю скорость сообщения на участке УДС?
14. Какими способами можно определить скорость сообщения на участке УДС?
15. Как вычислить коэффициент использования скоростного режима?
16. Каким образом определяют предел допустимой скорости?
17. Что показывает кривая распределения скоростей?
18. Что показывает кривая накопления скоростей?
19. Что характеризуют значения скоростей 15 % ТС по кривой накопления скоростей?
20. Что характеризуют значения скоростей 50 % ТС по кривой накопления скоростей?
21. Что характеризуют значения скоростей 85 % ТС по кривой накопления скоростей?
22. Что характеризуют значения скоростей 95 % ТС по кривой накопления скоростей?
23. В каких случаях имеет смысл проводить исследование параметров пешеходного движения?
24. Что такое интенсивность пешеходного потока?
25. Чем обусловлена скорость пешеходного потока?
26. Что понимают под плотностью пешеходного потока?
27. 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, 3, 7, 8], т. е. в местах, где имеет место взаимодействие между собой участников дорожного движения. Таким образом, выявление потенциальных конфликтных точек и последующая их ликвидация или снижение степени опасности позволяют, не дожидаясь возникновения ДТП, повысить безопасность условий движения.

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

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

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

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

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 и неработающей светофорной сигнализации в каждой фазе. Пример движения ТС в одной фазе светофорного регулирования с конфликтными точками приведен на рис. 7, пример определения конфликтных точек при неработающей светофорной сигнализации – на рис. 8.

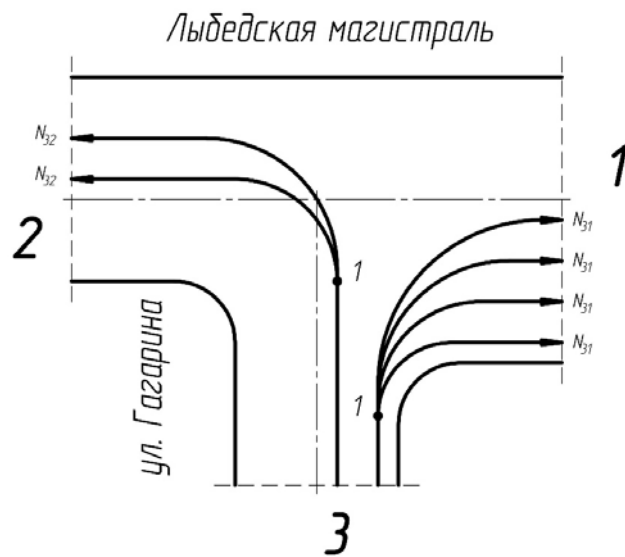


Рис. 7. Движение ТС в одной фазе светофорного регулирования

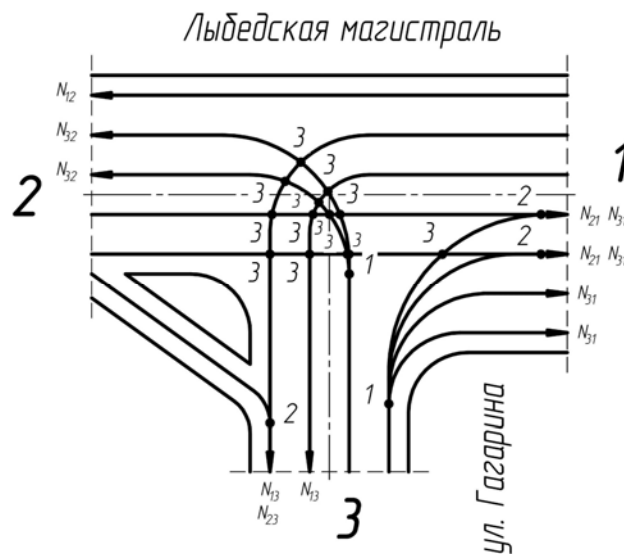


Рис. 8. Конфликтные точки при неработающей светофорной сигнализации на перекрестке

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. 13.

Таблица 13. Ведомость технических средств ОДД

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

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

3.4. Анализ существующего светофорного регулирования

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

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

В светофорном регулировании используются следующие основные понятия.

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

Такт регулирования – период действия определенной комбинации сигналов. Такты могут быть основными и промежуточными. Во время *основного такта* разрешено движение транспортных средств и (или) пешеходов с определенных направлений 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 структур светофорного цикла и схемы организации дорожного движения приведены на рис. 9 и 10 соответственно.

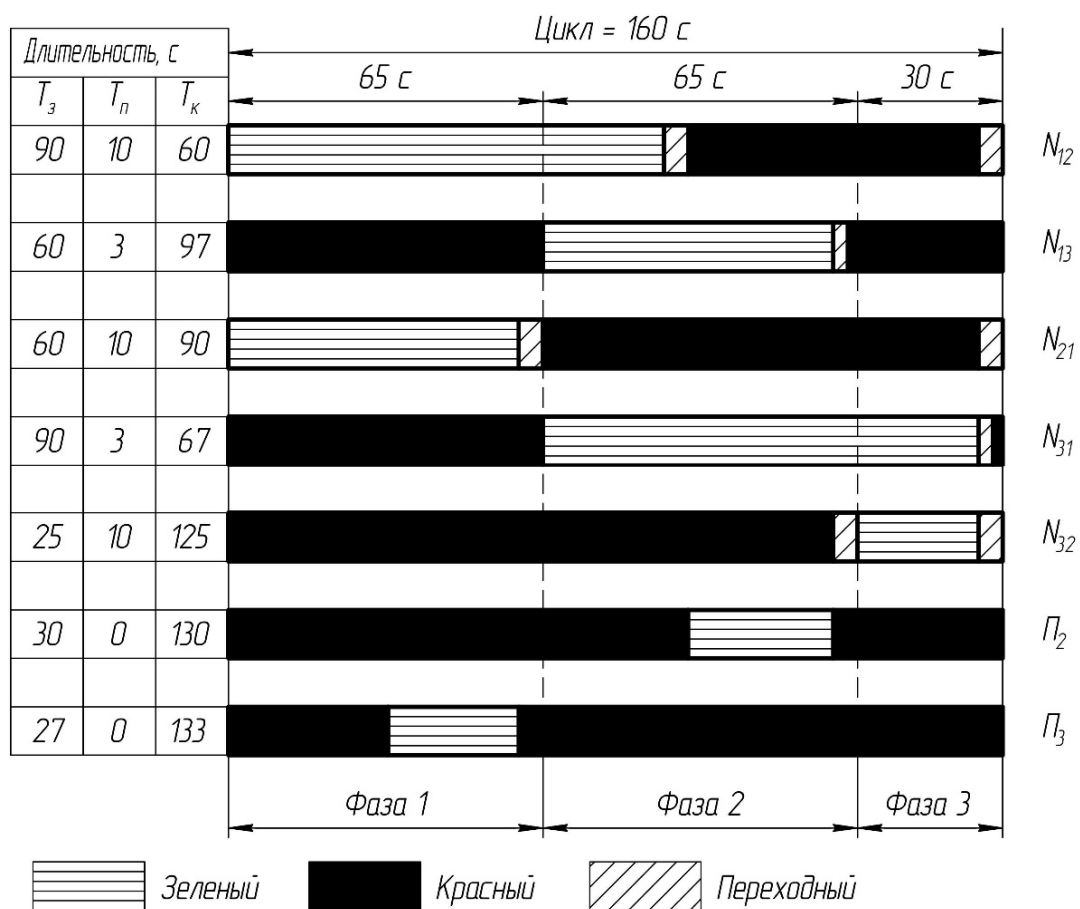


Рис. 9. Структура существующего светофорного цикла

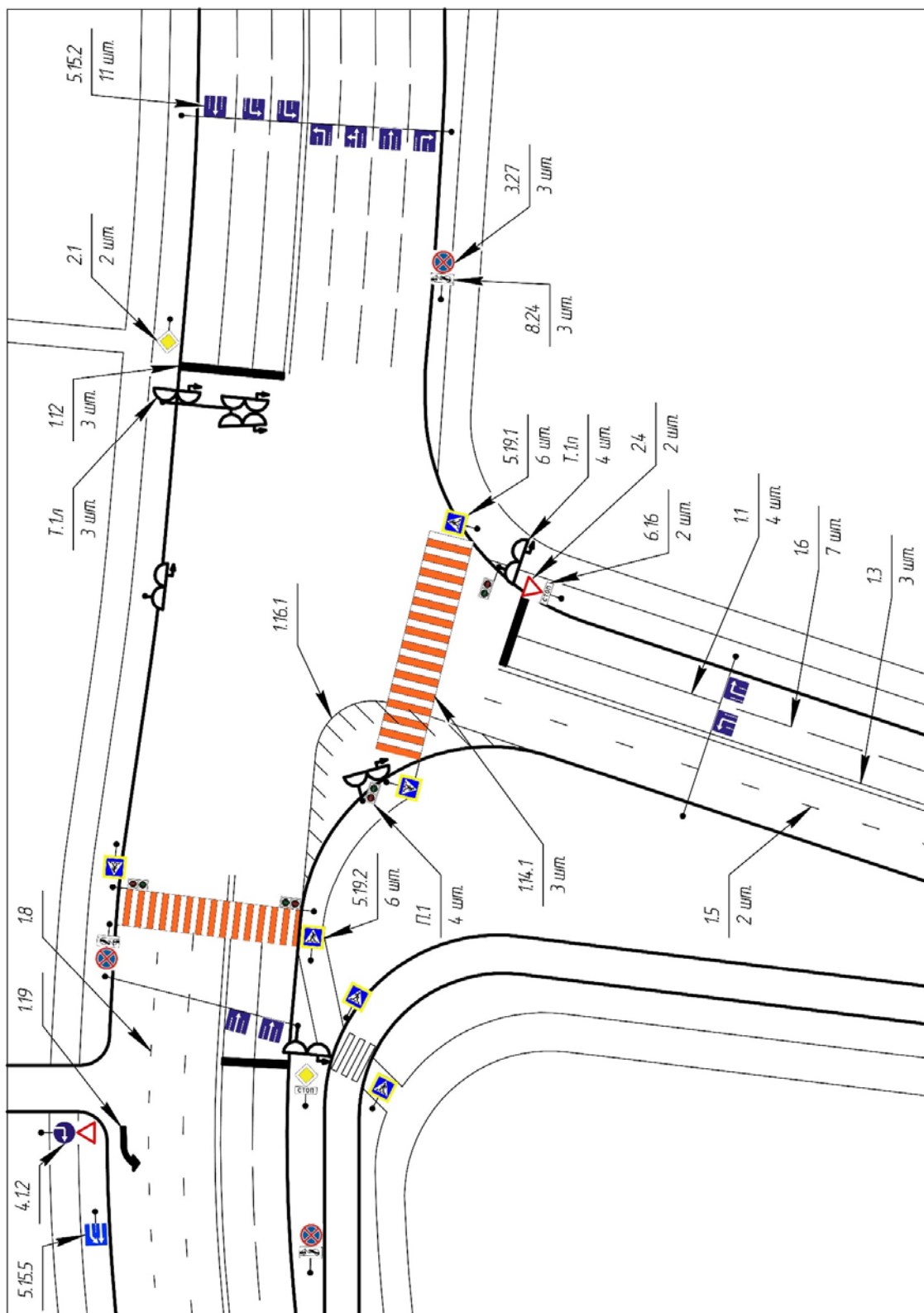


Рис. 10. Схема существующей организации дорожного движения

3.5. Анализ режимов светофорного регулирования

Основные положения [4, 14 – 16]

1. Длительность промежуточного такта для пешеходов, с,

$$t_{пiпш} = \frac{B_{пш}}{4v_{пш}}, \quad (6)$$

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

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

$$t_{oiпш} = \frac{B_{пш}}{v_{пш}} + 5. \quad (7)$$

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

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

$$M_n = 1250\gamma_n, \quad (8)$$

где γ_n – коэффициент многополосности.

Коэффициент многополосности принимается равным:

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

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

4. Расчет фазовых коэффициентов.

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

каждого из направлений движения на пересечении в данной фазе регулирования

$$y_i = \frac{N_i}{M_{Hi}}, \quad (9)$$

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

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

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

$$t_{\Pi i} = \frac{v_a}{7,2a_T} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{v_a}, \quad (10)$$

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 $a_T = 3 \dots 4$ м/с²); l_i – расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки (обычно это расстояние от стоп-линии до середины перекрестка), м; l_a – длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

6. Сумма всех промежуточных тактов, с,

$$T_{\Pi} = \sum t_{t_{\Pi i \text{пш}}} + \sum t_{\Pi i}. \quad (11)$$

7. Длительность цикла регулирования рассчитывают по формуле, с,

$$T = \frac{1,5T_{\Pi} + 5}{1 - (y_1 + y_2 + \dots + y_n)}, \quad (12)$$

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,

$$t_{oi} = \frac{(T - T_{\Pi})y_i}{\sum y_i}. \quad (13)$$

9. Уточненная длительность цикла, с,

$$T = t_{o.пш} + \sum t_{o_i} + T_{п}. \quad (14)$$

10. Задержка на регулируемых перекрестках, с,

$$t_{\Delta p_i} = 0,9 \left[\frac{T(1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i(1 - x_i)} \right], \quad (15)$$

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

$$\lambda_i = t_{o_i}/T, \quad (16)$$

$$x_i = \frac{N_i T}{t_{o_i} M_{н_i}}. \quad (17)$$

11. Средняя задержка на всем пересечении составляет, с,

$$t_{ср} = \frac{\sum(t_i N_i)}{\sum N_i}. \quad (18)$$

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 [11, 15]:

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

Снижения 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 ее принимают равной 7 с.

Основные принципы пофазного разъезда [11, 15]:

1. Необходимо стремиться к минимальному числу фаз в цикле регулирования.

2. Учитывать, что допускается совмещать в одной фазе левоповоротный поток, конфликтующий с определяющим длительность фазы встречным потоком прямого направления, если интенсивность левоповоротного потока не превышает 120 авт./ч.

3. Обеспечивать бесконфликтный пропуск пешеходов. В крайнем случае пешеходный и конфликтующие с ним поворачивающие транспортные потоки можно пропускать в одной фазе, если интенсивность пешеходного потока не превышает 900 чел./ч, а поворачивающих транспортных потоков не превышает 120 авт./ч.

4. Не выпускать из одной и той же полосы ТС, движение которых предусмотрено в разных фазах, то есть полосы движения закрепляют за определенными фазами.

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

6. При широкой проезжей части (три и более полос в одном направлении) и наличии островков безопасности следует рассматривать возможность поэтапного перехода пешеходами улицы в течение двух следующих друг за другом фаз регулирования.

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

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

Условие 1. Интенсивность движения транспортных средств пересекающихся направлений в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели должна быть не менее значений, указанных в табл. 14.

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 2021 году составила 352 347 человек.

Таблица 14. 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.

После выбора пофазного разъезда рассчитывают альтернативный светофорный цикл. Затем приводят его структуру, пример которой изображен на рис. 11, далее составляют таблицу сравнения параметров светофорных циклов (табл. 15).

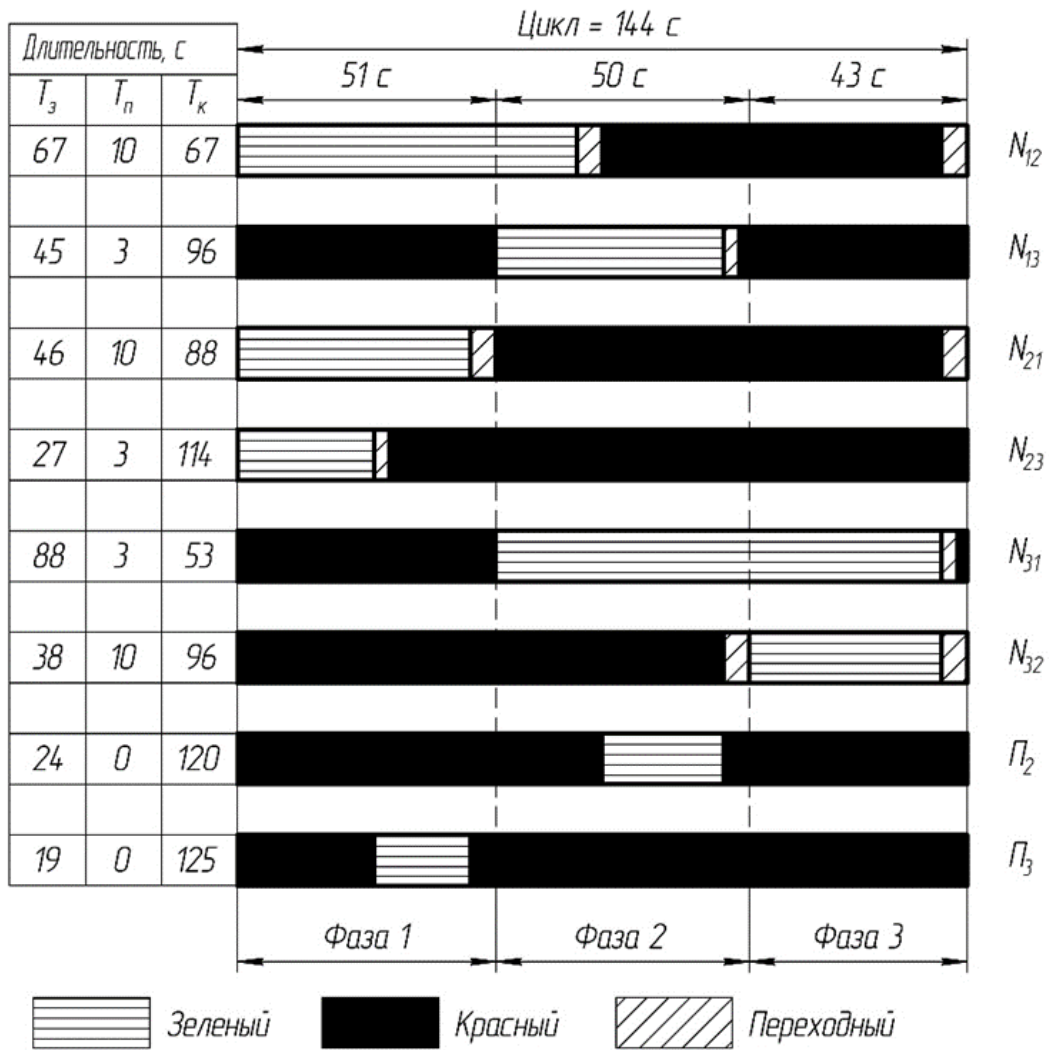


Рис. 11. Структура альтернативного светофорного цикла

Таблица 15. 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. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ

4.1. Пример выполнения проектно-ориентированной темы в транспортном узле

Перекресток ул. Горького – Промышленный проезд
Определение интенсивности и состава транспортного потока
Схема перекрестка представлена на рис. 12.

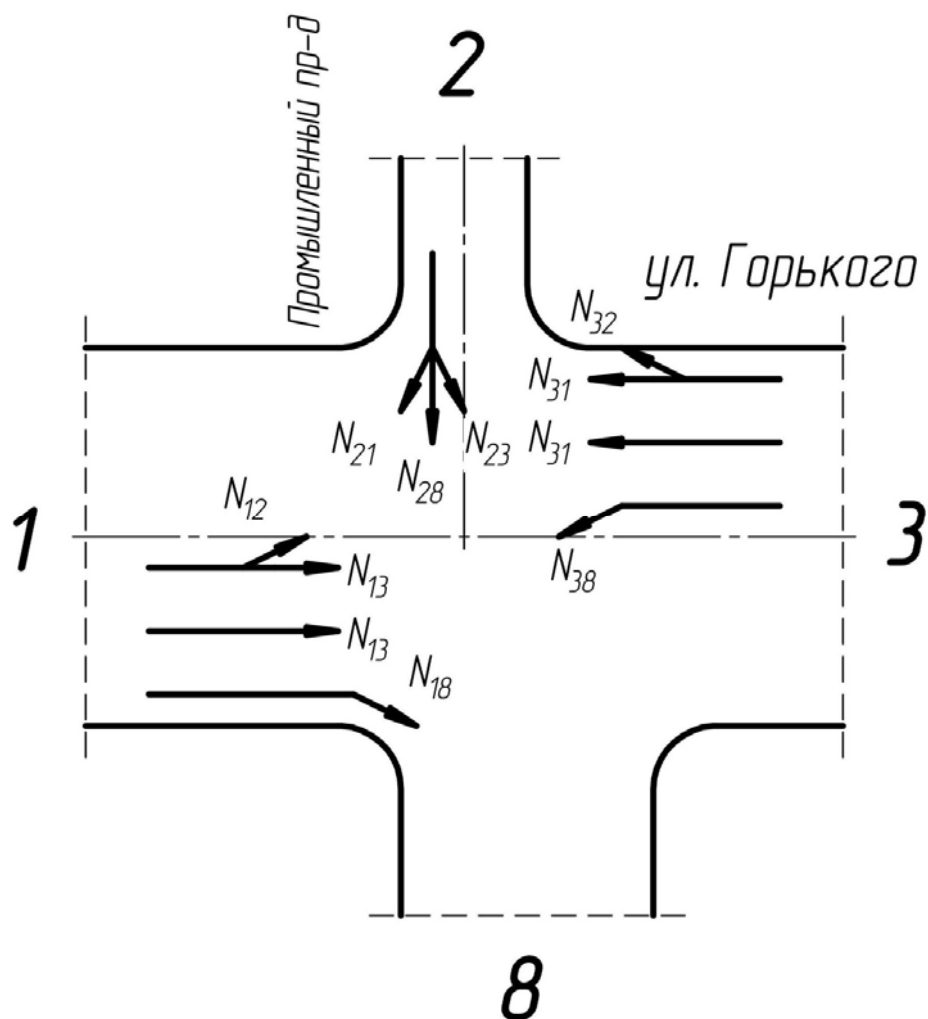


Рис. 12. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Результаты подсчета транспортных средств приведены в табл. 16. В табл. 17 – 19 приведена интенсивность движения на перекрестке за 1 ч.

Таблица 16. Бланк учета количества ТС

Напр-е. движения	Время, ч, мин	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Троллейбус		
		Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо
1	9.30-9.45	28	149	70	1	9	2	0	15	2	0	2	0
2		19	57	19	2	3	2	0	0	0	0	0	0
3		34	335	38	1	20	1	0	15	0	0	7	0
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	9.45-10.00	36	137	40	4	7	4	0	14	2	0	5	0
2		25	59	19	7	3	0	0	0	0	0	0	0
3		49	249	33	1	9	3	0	9	0	0	6	0
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10.00-10.15	42	111	57	7	14	4	0	13	1	0	4	0
2		28	52	16	0	3	3	0	0	0	0	0	0
3		57	176	64	1	21	3	0	20	0	0	3	0
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10.15-10.30	46	139	59	7	21	6	0	8	1	0	2	0
2		15	43	14	3	1	0	0	0	0	0	0	0
3		33	237	31	0	22	0	0	11	0	0	5	0
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 17. Интенсивность движения на перекрестке

Напр-е движения	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Троллейбус			Всего	Эквивалент
	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо		
1	152	536	226	19	51	16	0	50	6	0	13	0	1069	1265
2	87	211	68	12	10	5	0	0	0	0	0	0	393	420
3	173	997	166	3	72	7	0	55	0	0	21	0	1494	1700
Всего	412	1744	460	34	133	28	0	105	6	0	34	0	2956	3385

Таблица 18. Интенсивность движения в натуральных единицах

Направление движения	ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	171	650	248	1069
2	99	221	73	393
3	176	1145	173	1494
Итого	446	2016	494	2956

Таблица 19. Интенсивность движения в приведенных единицах

Направление движения	Легковое ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	190	802	273	1265
2	111	231	78	420
3	179	1341	180	1700
Итого	480	2374	531	3385

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

Таблица 20. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Троллейбус	Всего
Число ТС	2616	195	111	34	2956
Доля в потоке, %	88	7	4	1	100

Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

Условная картограмма приведена на рис. 13, а масштабная картограмма – на рис. 14.

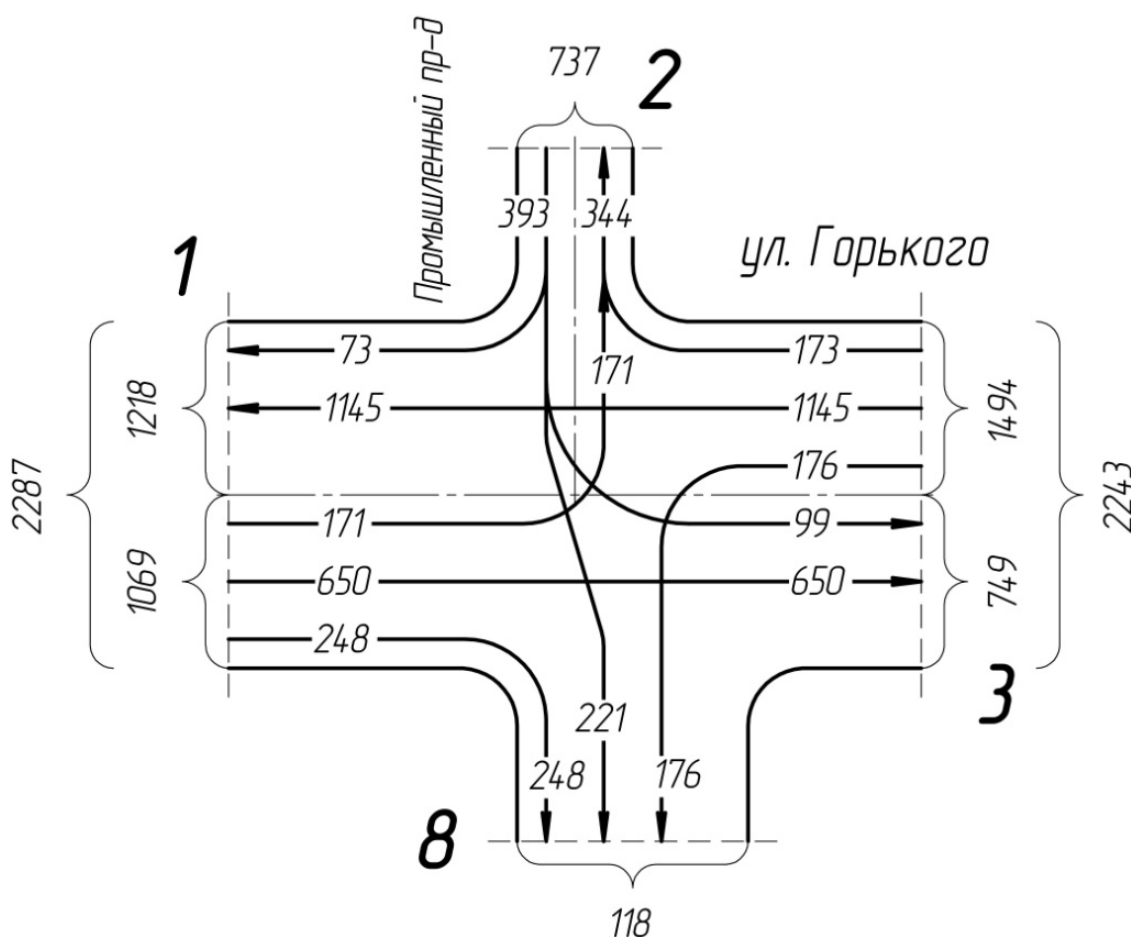


Рис. 13. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

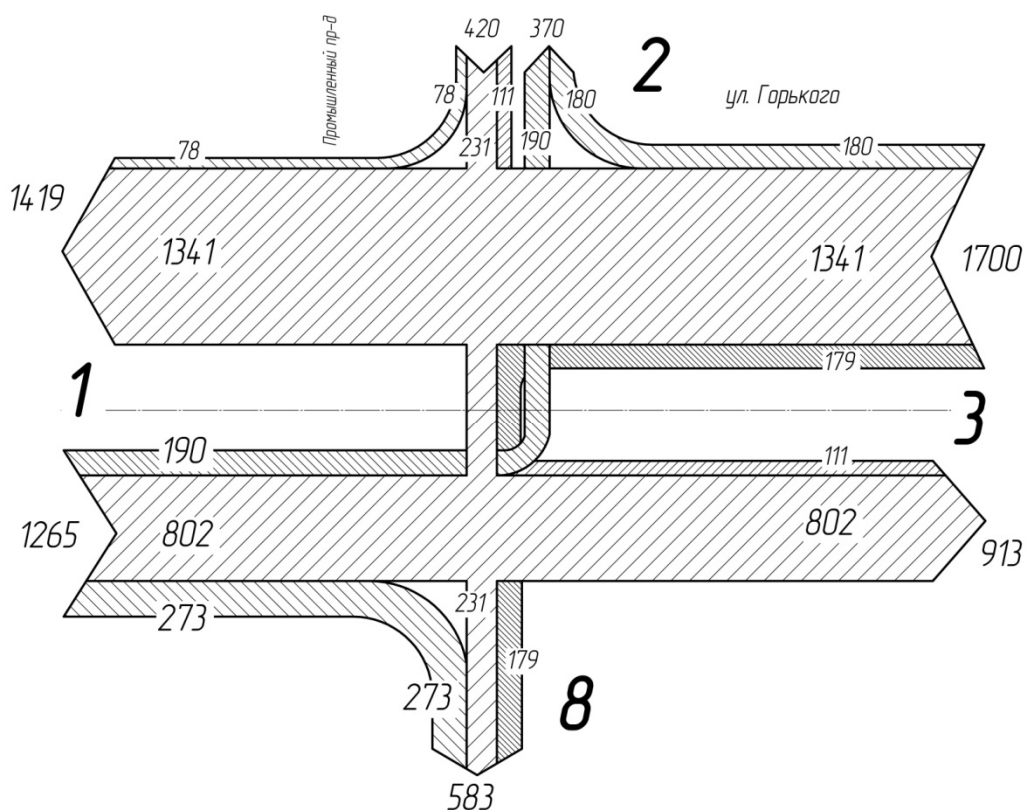


Рис. 14. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Определение скоростей движения

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 21, а средняя скорость сообщения по типам автомобилей – в табл. 22.

Таблица 21. 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	380	27	1	686	25
2	121	23	2	276	24
3	561	43	3	172	19
4	911	12	4	128	23
5	888	24	5	135	20
6	164	22	6	002	25

Окончание табл. 21

7	337	24	7	543	20
8	859	27	8	700	27
9	575	23	9	583	18
10	082	39	10	600	30
11	881	25	11	516	17
12	669	26	12	406	36
13	795	24	13	530	18
14	428	26	14	377	29
15	306	26	15	602	32
16	714	22	16	161	26
17	445	27	17	173	25
18	823	30	18	359	32
19	525	22	19	311	34
20	762	33	20	166	22
21	179	22	21	320	25
22	389	33	22	179	33
23	003	30	23	094	28
24	254	34	24	552	27
25	272	38	25	624	22
26	844	29	26	266	22
27	694	26	27	690	27
28	020	30	28	556	22
29	026	29	29	195	24
30	551	27	30	720	39
31	075	18	31	647	29
32	732	35	32	981	23
33	955	19	33	458	22
34	922	28	34	723	27
35	692	27	35	197	23
36	175	26	36	893	30
37	633	29	37	206	33
38	132	36	38	617	28
39	792	42	39	361	24
40	184	48	40	251	31

Таблица 22. 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	40	40	80
Скорость сообщения, км/ч	28	26	27

Коэффициент использования скоростного режима:

$K_{VЛ} = 28 / 60 = 0,47$ – для легковых автомобилей,

$K_{VГАТ} = 26 / 60 = 0,43$ – для грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов.

Выбор предела допустимой скорости

В табл. 23 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей, распределение грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей – в табл. 24.

Таблица 23. Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
12 – 16	14	1	2,5	2,5
16 – 20	18	2	5	7,5
20 – 24	22	6	15	22,5
24 – 28	26	14	35	57,5
28 – 32	30	7	17,5	75
32 – 36	34	4	10	85
36 – 40	38	3	7,5	92,5
40 – 44	42	2	5	97,5
44 – 48	46	1	2,5	100
Итого		40	100	

Кривая распределения скоростей легковых автомобилей представлена на рис. 15, а накопления скоростей – на рис. 16. На рис. 17 представлена кривая распределения грузовых автомобилей до 12 т, автобусов и троллейбусов, на рис. 18 – кривая накопления.

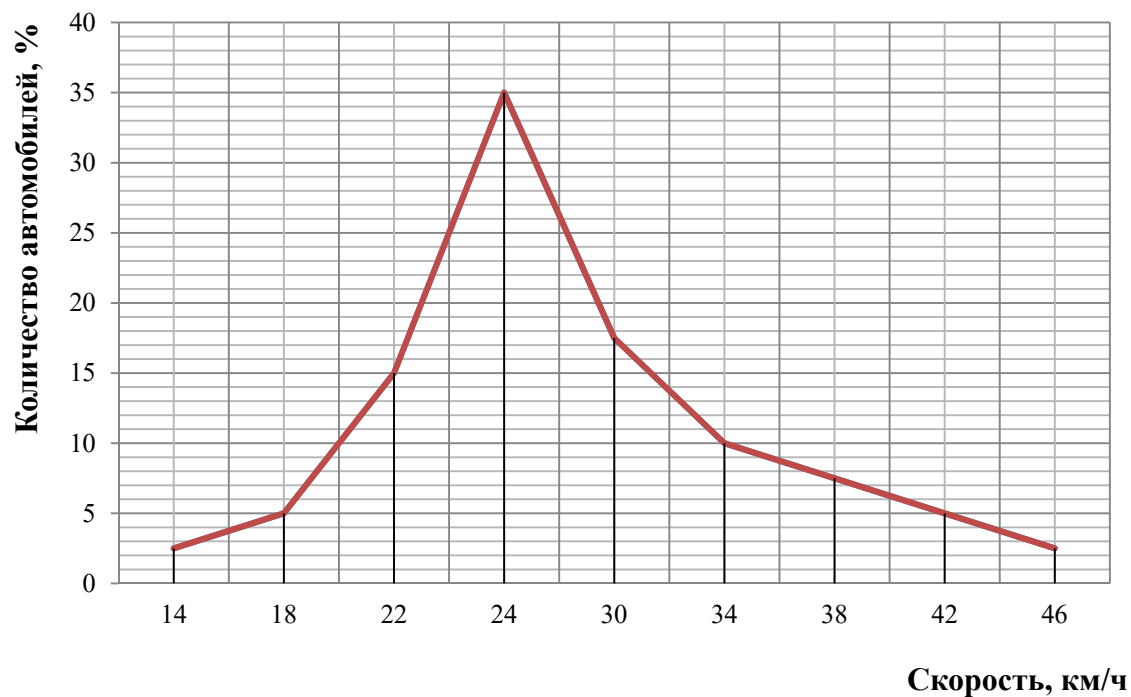


Рис. 15. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

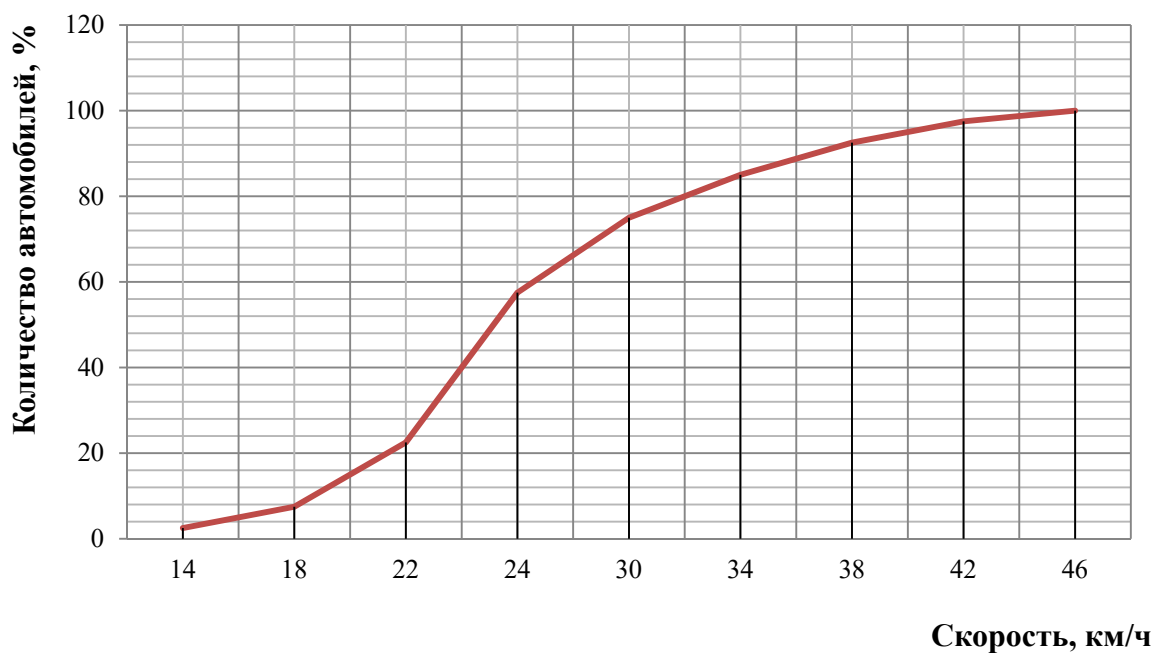


Рис. 16. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Таблица 24. Распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
17 – 20	18,5	4	10,0	10,0
20 – 23	21,5	7	17,5	27,5
23 – 26	24,5	10	25,0	52,5
26 – 29	27,5	7	17,5	70,0
29 – 32	30,5	5	12,5	82,5
32 – 35	33,5	5	12,5	95,0
35 – 39	37	2	5,0	100,0
Итого		40	100	

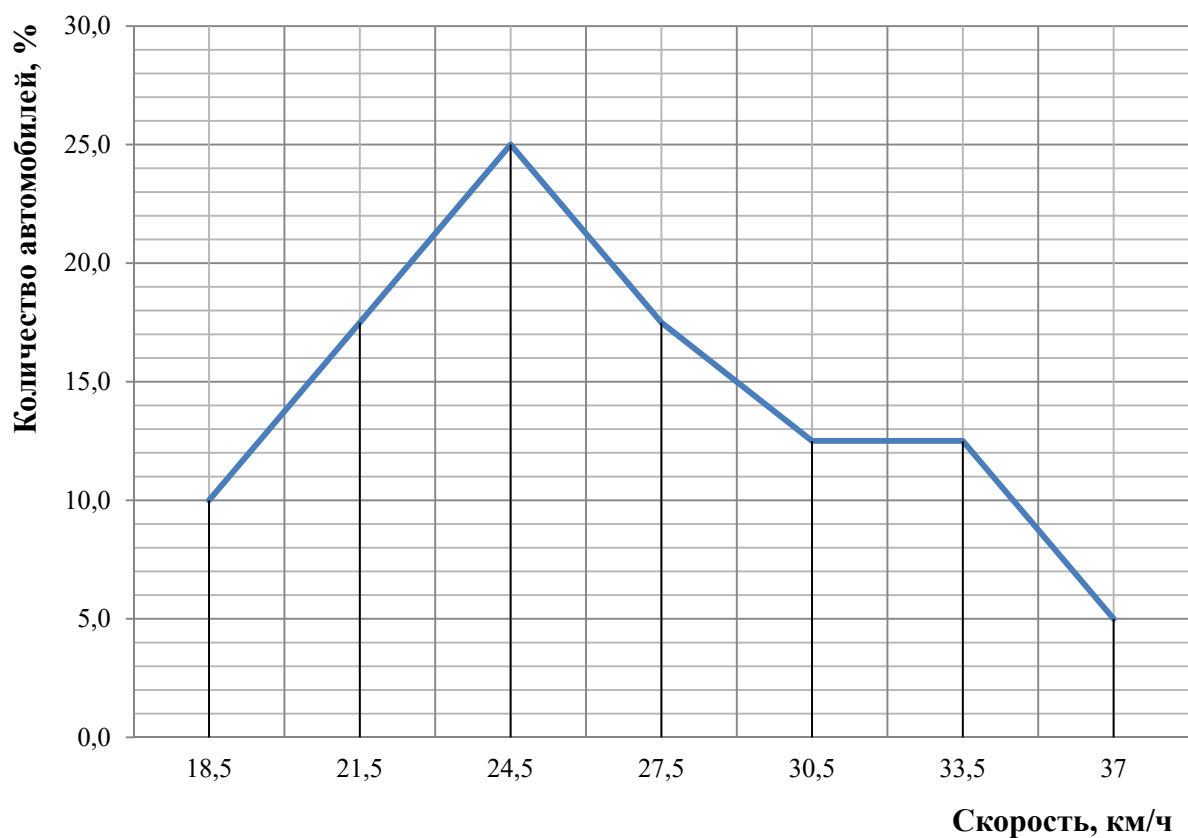


Рис. 17. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов

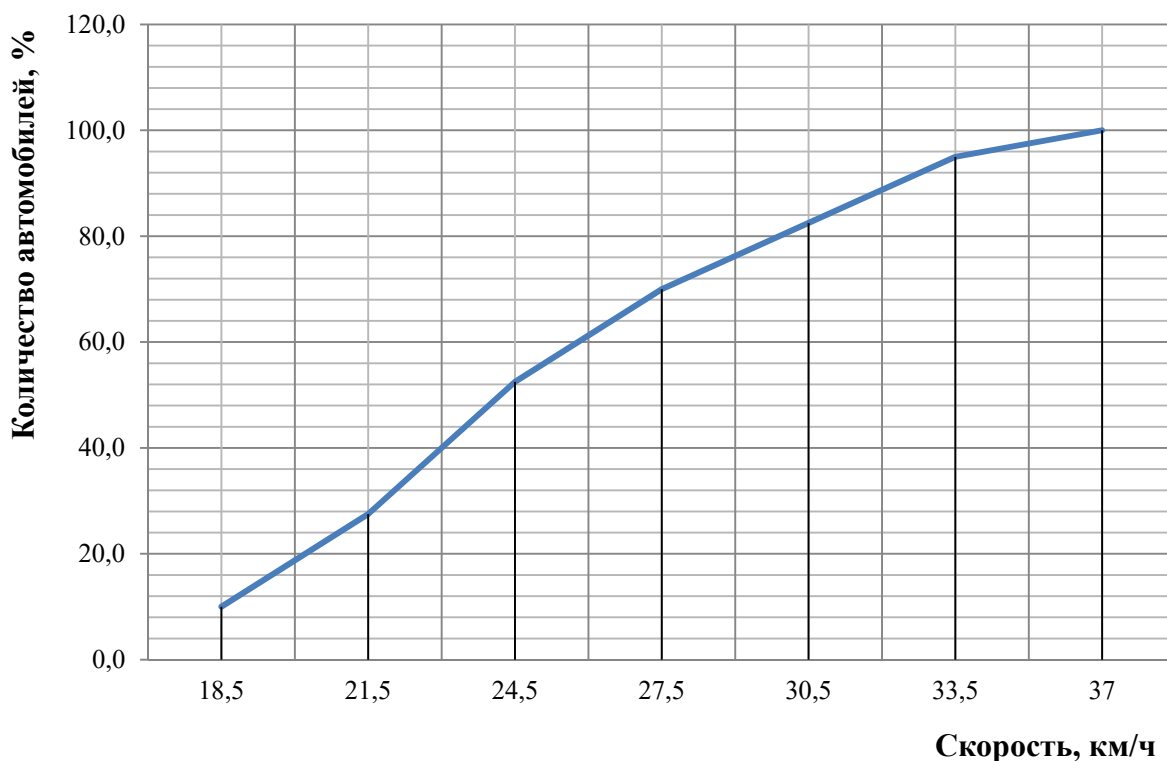


Рис. 18. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов

Выводы по первой главе

1. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении N_{18} (273 ТС), налево – в направлении N_{12} (190 ТС), прямо – в направлении N_{31} (1341 ТС).

2. Доля легковых автомобилей в потоке составляет 88 %, грузовых – 7 %, автобусов – 4 %, троллейбусов – 1 %.

3. Средняя скорость легковых автомобилей составила 28 км/ч, грузовых, автобусов и троллейбусов – 26 км/ч. Средняя скорость сообщения – 27 км/ч.

4. Коэффициент использования скоростного режима для легковых автомобилей – 0,47, а для грузовых, автобусов, троллейбусов – 0,43. Разрешенная максимальная скорость составляет 60 км/ч.

5. Максимальное количество легковых автомобилей движется со средней скоростью 24 км/ч, а грузовых, автобусов и троллейбусов – 24,5 км/ч.

6. Наиболее медленная часть потока легковых автомобилей движется со скоростью 19 км/ч. Средняя скорость потока равна 23,5 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 34 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 42 км/ч.

7. Наиболее медленная часть потока грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов движется со скоростью 20 км/ч. Средняя скорость потока – 24 км/ч. Основная часть потока (85 %) – 31 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 34 км/ч.

Оценка сложности пересечения

При работающей светофорной сигнализации на перекрестке присутствуют конфликтные точки, показанные на рис. 19 – 23.

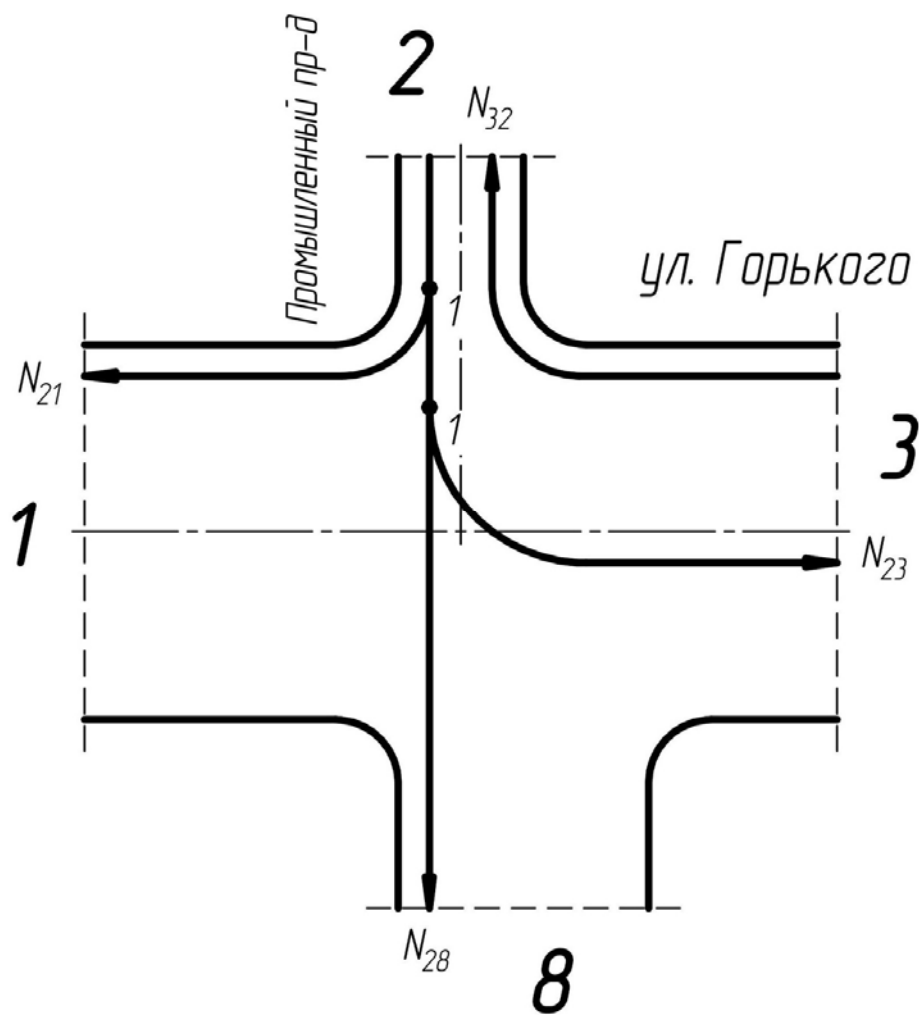


Рис. 19. Фаза № 1а

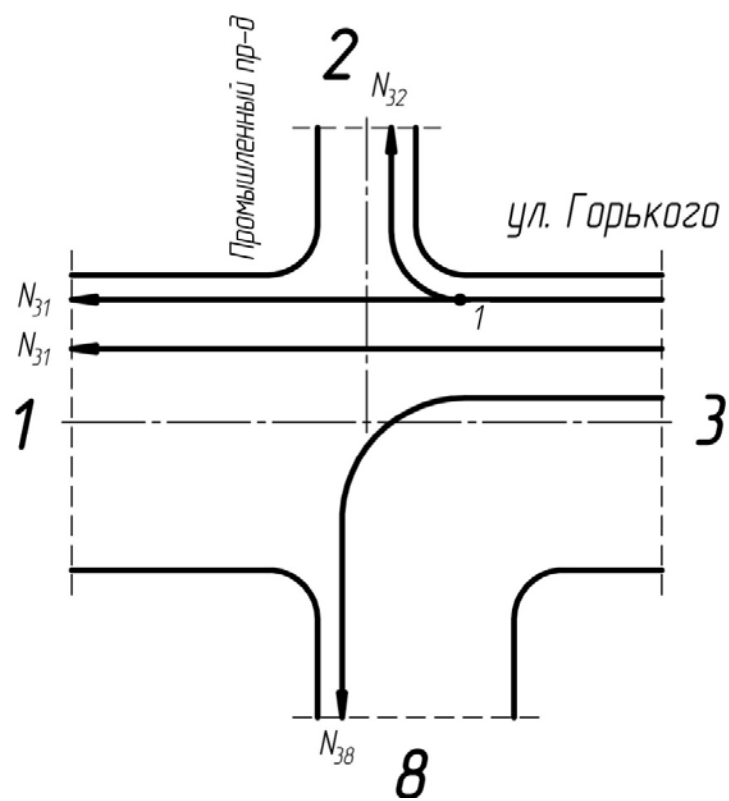


Рис. 20. Фаза № 16

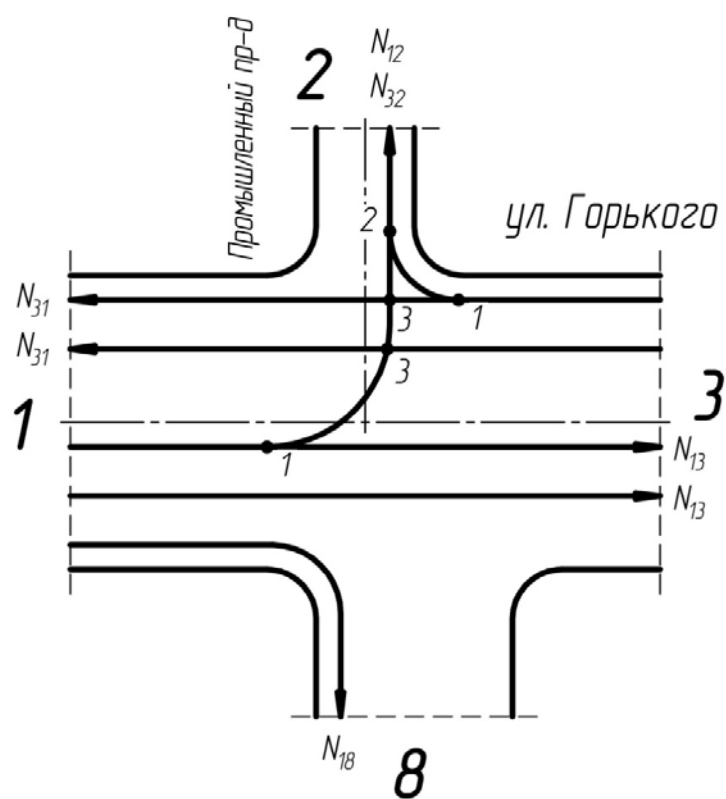


Рис. 21. Фаза № 2а

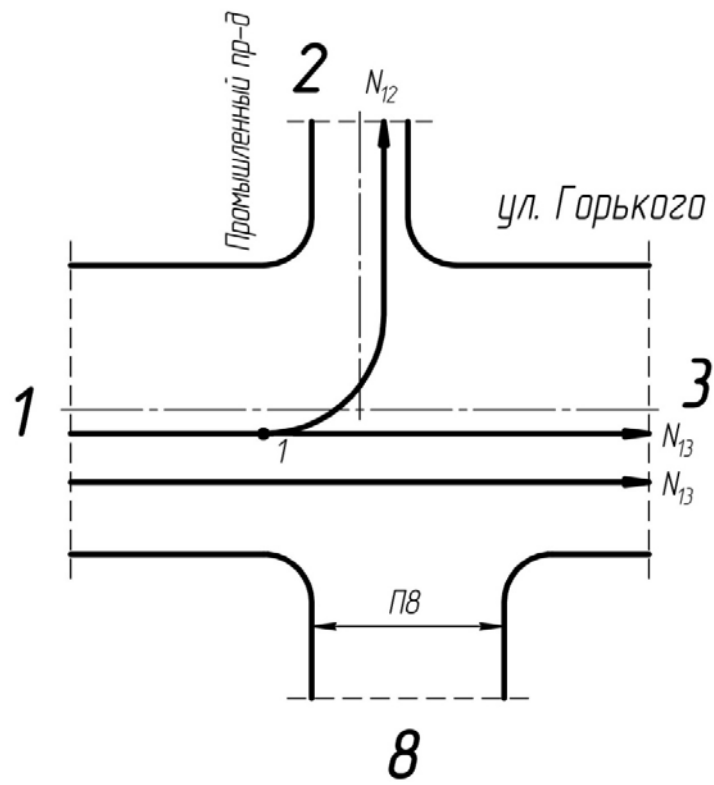


Рис. 22. Фаза № 26

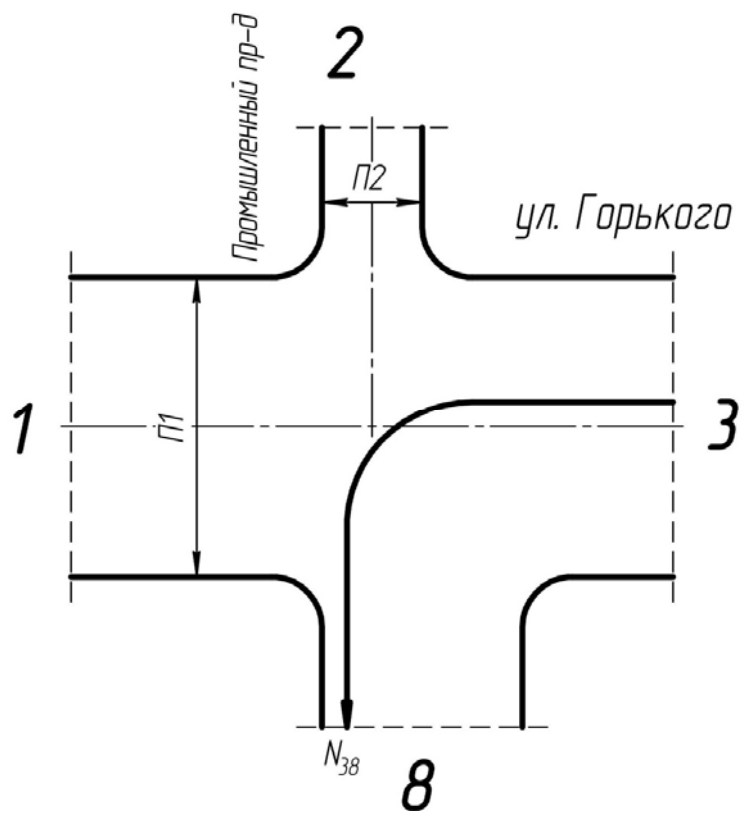


Рис. 23. Фаза № 3

Фаза № 1а: $m = 2 < 40$,
 фаза № 1б: $m = 1 < 40$,
 фаза № 2а: $m = 2 + 3 \cdot 1 + 5 \cdot 2 = 15 < 40$,
 фаза № 2б: $m = 1 < 40$,
 фаза № 3: $m = 0 < 40$.

Перекресток простой.

На рис. 24 представлены все возможные конфликтные точки.

Имеются 4 точки отклонения, 5 точек слияния и 12 точек пересечения.

Отсюда следует $m = 4 + 3 \cdot 5 + 5 \cdot 12 = 79$.

Перекресток средней сложности.

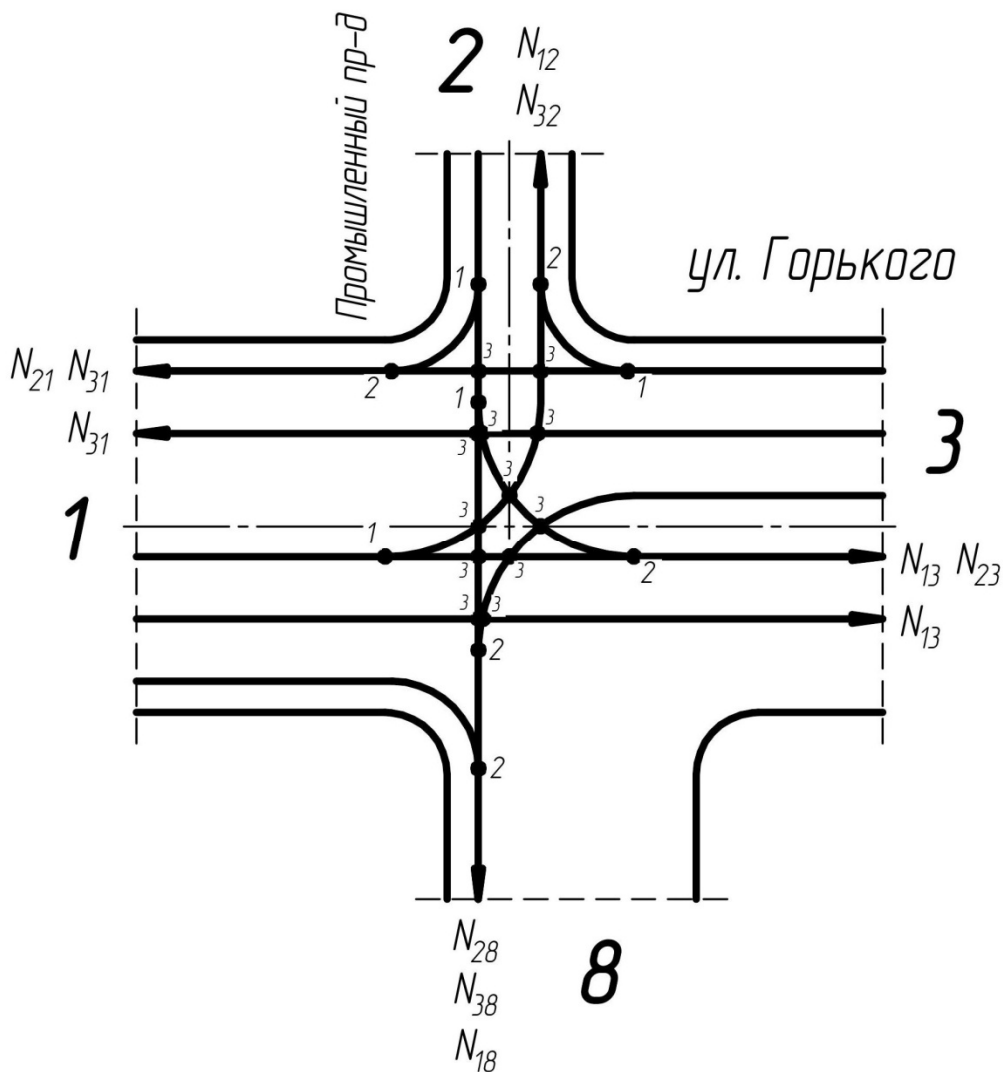


Рис. 24. Конфликтные точки на пересечении дорог

Анализ дорожных условий

Анализируя дорожные условия, следует отметить, что:

1. Дальность видимости дороги в направлении движения, боковая видимость на пересечениях, распознаваемость всех ТСОДД являются достаточными.
2. Состояние покрытия дороги: хорошее, ровное. Покрытие обеспечивает надежное сцепление колес с дорогой. Коэффициент сцепления с дорогой соответствует норме (около 0,7 летом).

Дорожные знаки и разметка

1. Разметка полос движения, стоп-линий и пешеходных переходов на перекрестке повреждена.
2. Полосы озеленения присутствуют.
3. Пешеходная зона присутствует. Тротуары расположены вдоль каждого направления движения, с обеих сторон. Тротуары обозначены четко и отделены от проезжей части.
4. Освещенность перекрестка и прилегающих улиц соответствует нормативным требованиям.
5. Состояние полотна дороги хорошее: разрушений покрытия нет, заниженных и выступающих люков колодцев нет.

Для исследуемого перекрестка составлена ведомость технических средств ОДД (табл. 25).

Рекомендации для улучшения организации дорожного движения на перекрестке

Установить знаки 5.15.2 (3 шт.). Нанести разметку 1.18 (3 шт.) и 1.5 (1 шт.) на направлении движения № 1. Нанести разметку 1.7 (4 шт.).

Таблица 25. Ведомость технических средств ОДД

Наименование	Тип или номер	Количество, шт.
Знаки дорожные [5, 7]	2.4	1
	2.1	2
	6.16	3
	5.19.2	6
	5.19.1	6
	5.15.2	2
	3.27	1
	8.24	1
	1.20.2	1
	5.16	2
	3.4	1
	8.3.2	1
Разметка дорожная [6, 7]	1.12	3
	1.3	2
	1.14.1	3
	1.1	3
	1.6	6
	1.5	1
	1.18	5
	1.17	2
Светофоры дорожные [10]	Т.1.л	1
	Т.1.п	2
	Т.1	3
	П.1	6

Анализ существующего светофорного регулирования

Структура существующего светофорного цикла приведена на рис. 25.

Существующая схема организации дорожного движения приведена на рис. 26.

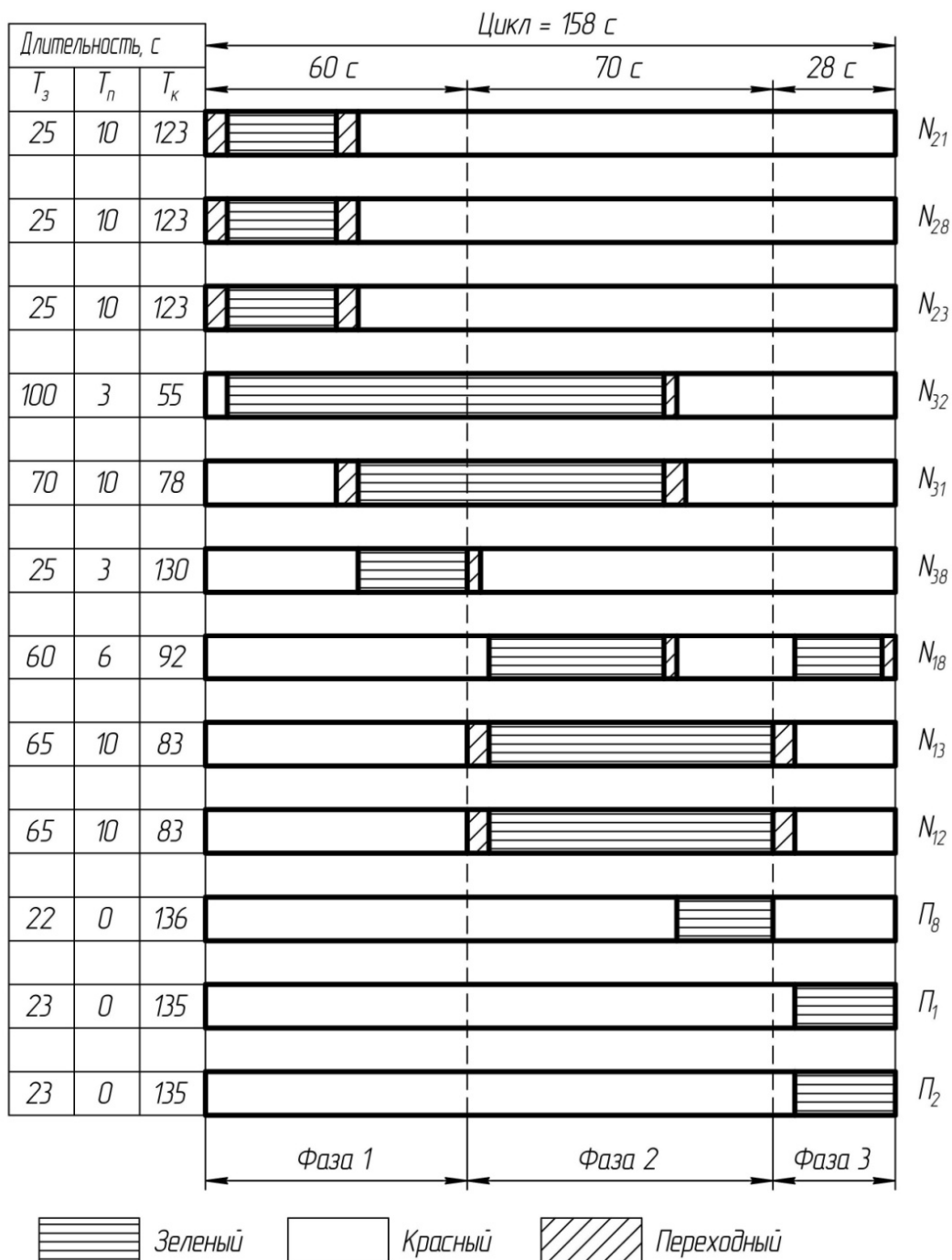


Рис. 25. Структура существующего светофорного цикла

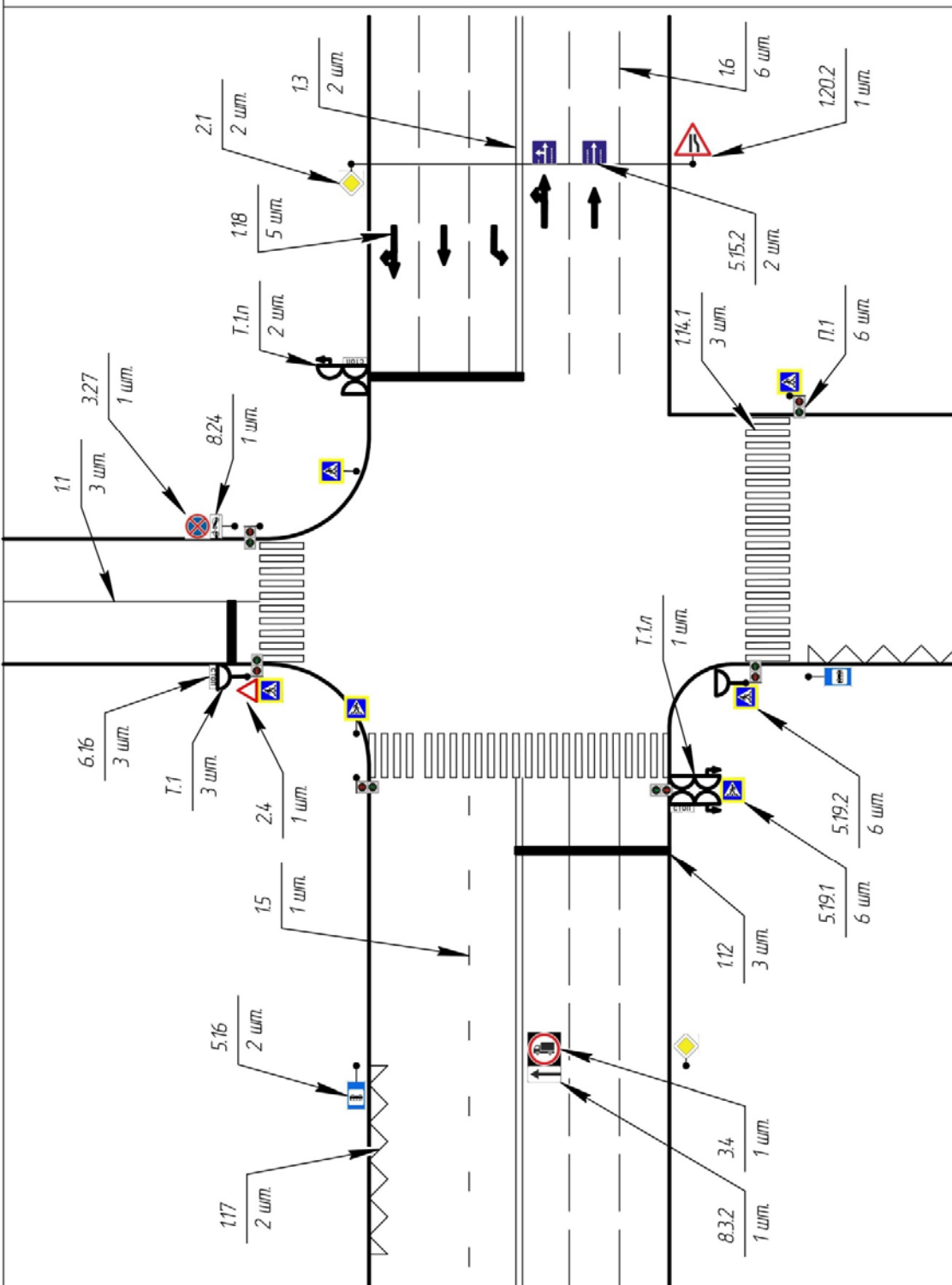


Рис. 26. Существующая схема организации дорожного движения

Анализ режимов светофорного регулирования
Расчет задержек для существующего светофорного цикла

Исходные данные:

$$T = 158 \text{ с};$$

$$t_{o1} = 25 \text{ с},$$

$$t_{o2} = 70 \text{ с},$$

$$t_{o3} = 65 \text{ с};$$

$$N_1 = 420 \text{ ед./ч},$$

$$N_2 = 1341 \text{ ед./ч},$$

$$N_3 = 802 \text{ ед./ч};$$

$$\gamma_1 = 1,85,$$

$$\gamma_2 = 2,55,$$

$$\gamma_3 = 3,05.$$

Расчет

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

$$M_{H2} = 1250\gamma_2 = 3187,5,$$

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

$$\lambda_1 = 25 / 158 = 0,16,$$

$$\lambda_2 = 70 / 158 = 0,44,$$

$$\lambda_3 = 65 / 158 = 0,41.$$

$$x_1 = (420 \cdot 158) / (25 \cdot 2312,5) = 1,15,$$

$$x_2 = (1341 \cdot 158) / (70 \cdot 3187,5) = 0,95,$$

$$x_3 = (802 \cdot 158) / (65 \cdot 3812,5) = 0,51.$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{158(1 - 0,16)^2}{2(1 - 0,16 \cdot 1,15)} + \frac{1,15^2}{2 \cdot 420(1 - 1,15)} \right] = 61,55 \text{ с},$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{158 \cdot (1 - 0,44)^2}{2(1 - 0,44 \cdot 0,95)} + \frac{0,95^2}{2 \cdot 1341(1 - 0,95)} \right] = 38,08 \text{ с},$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{158 \cdot (1 - 0,41)^2}{2(1 - 0,41 \cdot 0,51)} + \frac{0,51^2}{2 \cdot 802(1 - 0,51)} \right] = 31,20 \text{ с},$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{61,55 \cdot 420 + 38,08 \cdot 1341 + 31,20 \cdot 802}{420 + 1341 + 802} = 40 \text{ с.}$$

Вариант альтернативного режима светофорного регулирования

Пофазный разъезд транспортных потоков оставляем без изменения.

1. Длительность промежуточного такта для пешеходов.

На перекрестке пешеходы переходят проезжую часть шириной 20 м.

$$t_{\text{п.пш}} = \frac{20}{4 \cdot 1,3} = 4 \text{ с.}$$

Принимаем длительность промежуточного такта для пешеходов $t_{\text{п.пш}} = 5 \text{ с.}$

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

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

3. Расчет потоков насыщения.

Коэффициент многополосности равен:

$$\gamma_1 = 3,05,$$

$$\gamma_2 = 3,05,$$

$$\gamma_3 = 3,05,$$

$$\gamma_4 = 3,05.$$

$$M_{\text{н1}} = 1250\gamma_1 = 3812,5,$$

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

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

$$M_{\text{н4}} = 1250\gamma_3 = 3812,5.$$

4. Расчет фазовых коэффициентов.

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{\text{н1}}} = \frac{420}{3812,5} = 0,11,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{\text{н2}}} = \frac{477}{3812,5} = 0,13,$$

$$y_3 = \frac{N_3}{M_{H3}} = \frac{812}{3812,5} = 0,21,$$

$$y_4 = \frac{N_4}{M_{H4}} = \frac{802}{3812,5} = 0,21.$$

5. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

Для расчетов принята средняя скорость легковых автомобилей $v_a = 28$ км/ч, так как легковые автомобили составляют 88 % потока ТС.

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

Расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

$$l_1 = 25 \text{ м,}$$

$$l_2 = 20 \text{ м,}$$

$$l_3 = 20 \text{ м,}$$

$$l_4 = 16 \text{ м.}$$

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

$$t_{п1} = \frac{28}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(25 + 4,3)}{28} = 5 \text{ с,}$$

$$t_{п2} = \frac{28}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(20 + 4,3)}{28} = 5 \text{ с,}$$

$$t_{п3} = \frac{28}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(20 + 4,3)}{28} = 5 \text{ с,}$$

$$t_{п4} = \frac{28}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(16 + 4,3)}{28} = 5 \text{ с.}$$

6. Сумма всех промежуточных тактов.

Так как пешеходы пропускаются параллельно транспортным потокам, то промежуточный такт для пешеходов не включаем в сумму всех промежуточных тактов.

$$T_{п} = 5 + 5 + 5 + 5 + 5 = 25 \text{ с.}$$

7. Длительность цикла регулирования

$$T = \frac{1,5 \cdot 25 + 5}{1 - (0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21)} = 124 \text{ с.}$$

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

$$t_{o1} = \frac{(124 - 25)0,11}{0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21} = 20 \text{ с,}$$

$$t_{o2} = \frac{(124 - 25)0,13}{0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21} = 20 \text{ с,}$$

$$t_{o3} = \frac{(124 - 25)0,21}{0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21} = 32 \text{ с,}$$

$$t_{o4} = \frac{(124 - 25)0,21}{0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21} = 32 \text{ с.}$$

9. Уточненная длительность цикла

$$T_y = 20 + 20 + 20 + 32 + 32 + 25 = 149 \text{ с.}$$

10. Задержка на регулируемых перекрестках:

$$\lambda_1 = 20/149 = 0,13,$$

$$\lambda_2 = 20/149 = 0,13,$$

$$\lambda_3 = 32/149 = 0,21,$$

$$\lambda_4 = 32/149 = 0,21;$$

$$x_1 = \frac{420 \cdot 149}{20 \cdot 3812,5} = 0,82,$$

$$x_2 = \frac{477 \cdot 149}{20 \cdot 3812,5} = 0,93,$$

$$x_3 = \frac{812 \cdot 149}{32 \cdot 3187,5} = 0,99,$$

$$x_4 = \frac{802 \cdot 149}{32 \cdot 3812,5} = 0,98;$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{149(1 - 0,13)^2}{2(1 - 0,13 \cdot 0,82)} + \frac{0,82^2}{2 \cdot 420(1 - 0,82)} \right] = 56,48 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{149(1 - 0,13)^2}{2(1 - 0,13 \cdot 0,93)} + \frac{0,93^2}{2 \cdot 477(1 - 0,93)} \right] = 57,46 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{149(1 - 0,21)^2}{2(1 - 0,21 \cdot 0,99)} + \frac{0,99^2}{2 \cdot 812(1 - 0,99)} \right] = 52,60 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p4} = 0,9 \left[\frac{149(1 - 0,21)^2}{2(1 - 0,21 \cdot 0,98)} + \frac{0,98^2}{2 \cdot 802(1 - 0,98)} \right] = 52,38 \text{ с.}$$

11. Средняя задержка на всем пересечении составляет

$$t_{\text{ср}} = \frac{56,48 \cdot 420 + 57,46 \cdot 477 + 52,60 \cdot 812 + 52,38 \cdot 802}{420 + 477 + 812 + 802} = 54 \text{ с.}$$

Структура альтернативного светофорного цикла приведена на рис. 27.

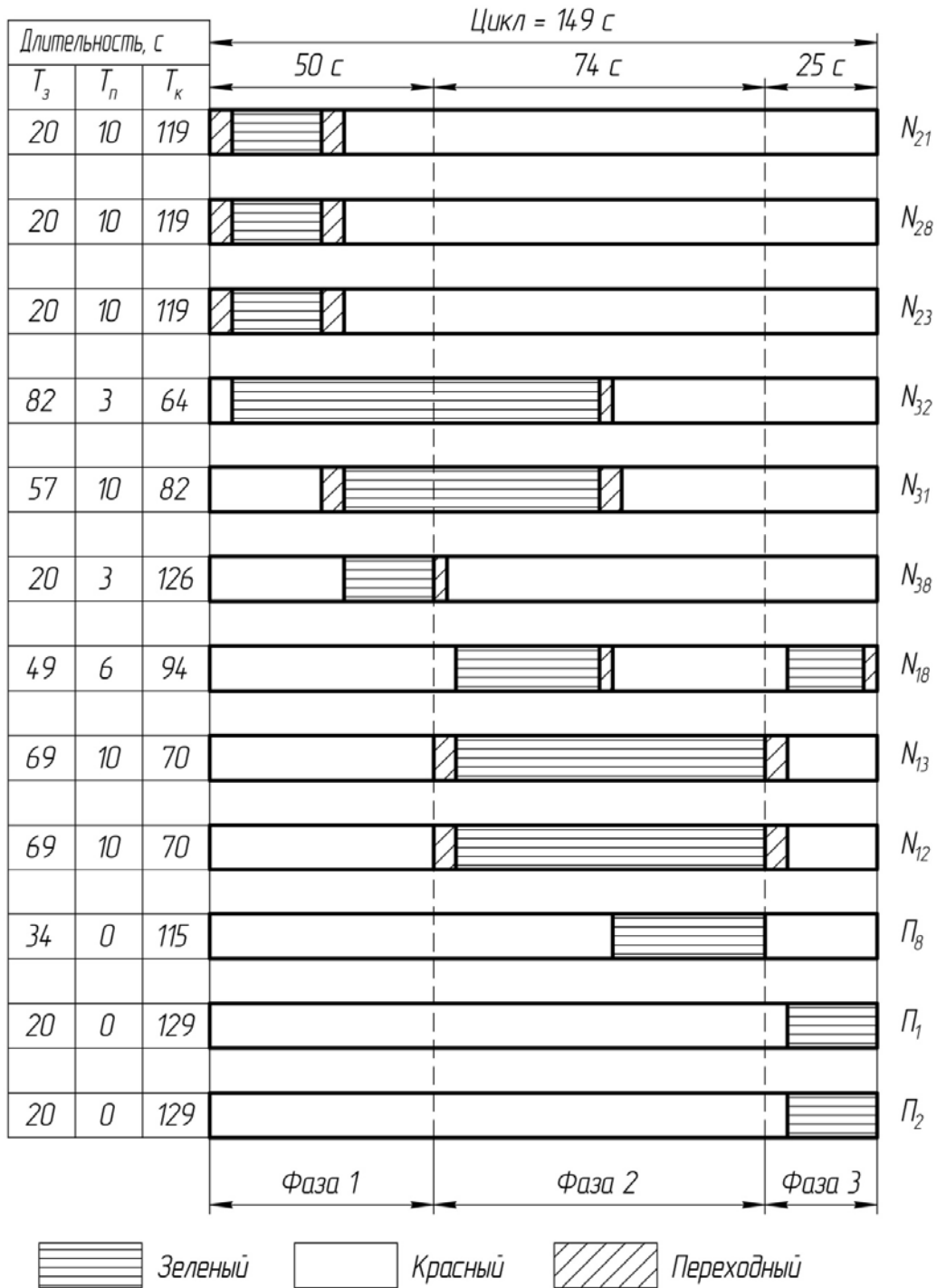


Рис. 27. Структура альтернативного светофорного цикла

Таблица 26. Сравнение параметров светофорного регулирования

Параметр	Существующее светофорное регулирование	Альтернативное светофорное регулирование
Сумма всех промежуточных тактов, с	25	25
Сумма зеленых сигналов основных фаз, с	133	124
Длительность цикла, с	158	149
Средняя задержка на всем пересечении, с	40	54

Таким образом, светофорный цикл сократился на 9 с. Средняя задержка на всем пересечении составит 54 с вместо 40 с.

Усовершенствованная схема организации дорожного движения с учетом анализа дорожных условий и выбранного варианта светофорного регулирования приведена на рис. 28.

Выводы по второй главе

1. Существующий перекресток при работающей светофорной сигнализации является простым, а при неработающей – средней сложности.

2. В результате анализа технических средств ОДД необходимо установить знаки 5.15.2, нанести разметку 1.18 и 1.5 на направлении движения № 1 (см. рис 19), нанести разметку 1.7.

3. Из анализа существующего светофорного цикла установлено, что цикл состоит из трех фаз. Общая продолжительность цикла равна 158 с. Средняя расчетная задержка на всем перекрестке составляет 40 с.

4. Альтернативный вариант светофорного регулирования также состоит из трех фаз и рассчитан по измеренной интенсивности транспортных потоков. По результатам расчета продолжительность светофорного цикла составила 149 с.

Перекресток ул. Горького – ул. Северная
Определение интенсивности и состава транспортного потока
 Схема перекрестка представлена на рис. 29.

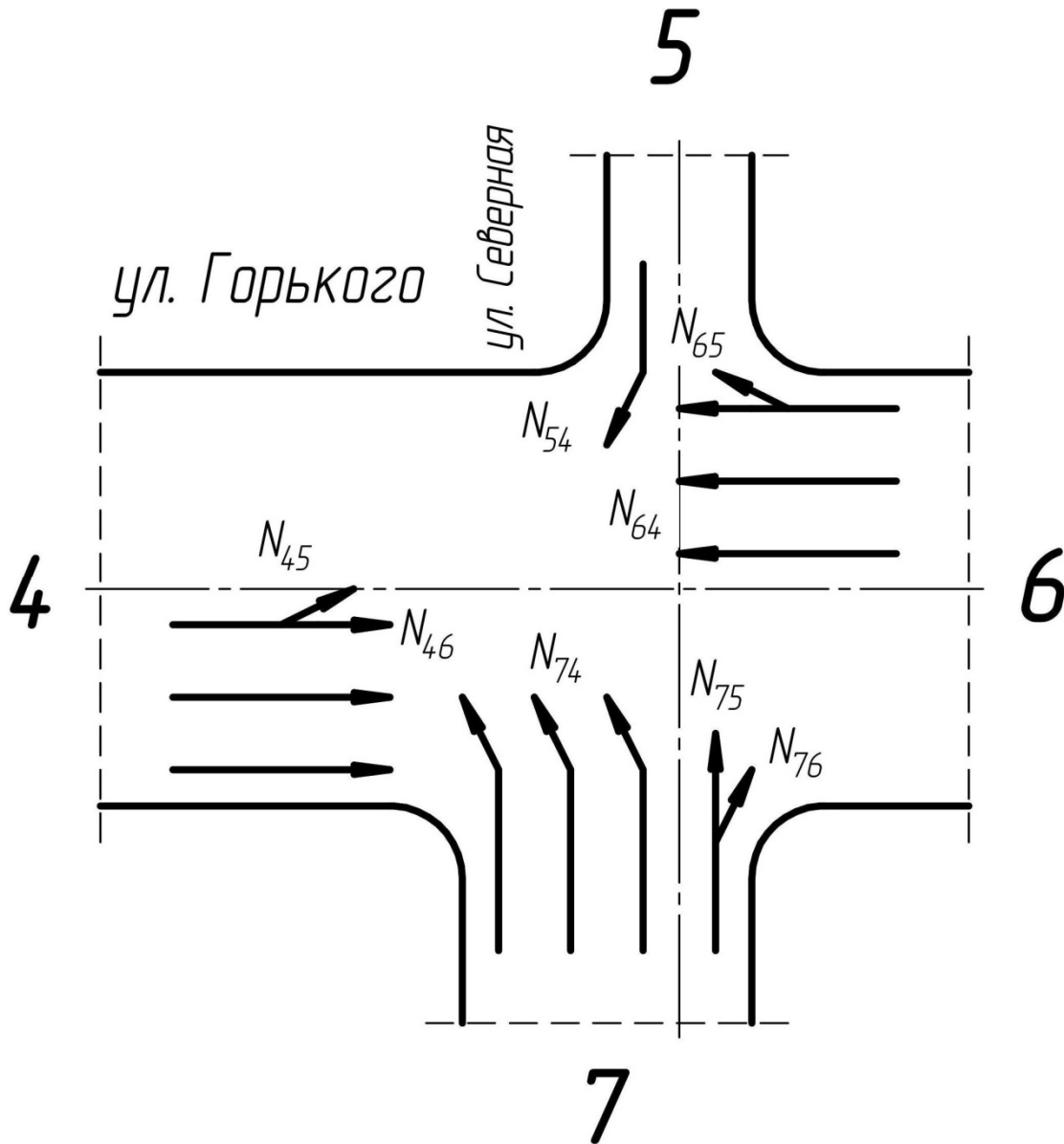


Рис. 29. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Результаты подсчета транспортных средств приведены в табл. 27. В табл. 28 – 30 приведена интенсивность движения на перекрестке за 1 ч.

Таблица 27. Бланк учета количества ТС

Напр-е. движения	Время, ч, мин	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Троллейбус		
		Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо
4	9.30-9.45	26	142	0	5	6	0	0	15	0	0	2	0
5		0	0	37	0	0	3	0	0	0	0	0	0
6		0	253	12	0	13	0	0	14	0	0	7	0
7		117	32	11	6	6	2	1	0	0	0	0	0
4	9.45-10.00	25	137	0	4	10	0	0	14	0	0	5	0
5		0	0	35	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6		0	197	7	0	7	1	0	7	0	0	6	0
7		99	25	11	5	1	3	2	1	0	0	0	0
4	10.00-10.15	12	127	0	1	13	0	0	13	0	0	4	0
5		0	0	34	0	0	2	0	0	0	0	0	0
6		0	165	9	0	9	0	0	18	0	0	3	0
7		98	40	8	14	4	0	2	0	1	0	0	0
4	10.15-10.30	18	136	0	0	24	0	0	8	0	0	2	0
5		0	0	35	0	0	3	0	0	0	0	0	0
6		0	178	6	0	15	0	0	9	0	0	5	0
7		88	30	11	4	1	4	2	0	0	0	0	0

Таблица 28. Интенсивность движения на перекрестке

Напр-е движения	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Троллейбус			Всего	Эквивалент
	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо		
4	81	542	0	10	53	0	0	50	0	0	13	0	749	913
5	0	0	141	0	0	9	0	0	0	0	0	0	150	159
6	0	793	34	0	44	1	0	48	0	0	21	0	941	1100
7	402	127	41	29	12	9	7	1	1	0	0	0	629	692
Всего	483	1462	216	39	109	19	7	99	1	0	34	0	2469	2864

Таблица 29. Интенсивность движения в натуральных единицах

Направление движения	ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
4	91	658	0	749
5	0	0	150	150
6	0	906	35	941
7	438	140	51	629
Итого	529	1704	236	2469

Таблица 30. Интенсивность движения в приведенных единицах

Направление движения	Легковое ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
4	101	812	0	913
5	0	0	159	159
6	0	1064	36	1100
7	477	154	61	692
Итого	578	2030	256	2864

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 31.

Таблица 31. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Троллейбус	Всего
Число ТС	2161	167	107	34	2469
Доля в потоке, %	88	7	4	1	100

Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

Условная картограмма приведена на рис. 30, а масштабная картограмма – на рис. 31.

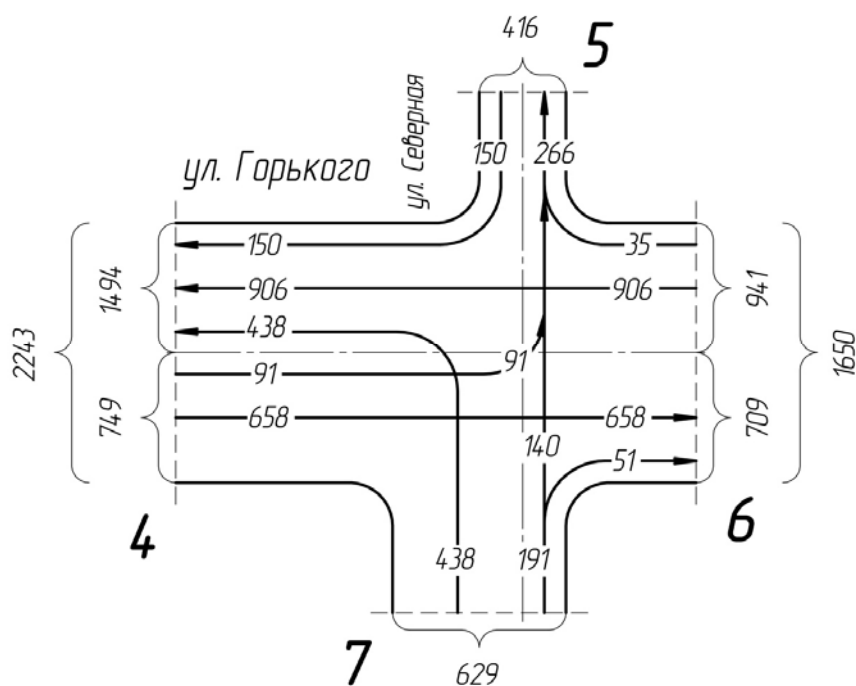


Рис. 30. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

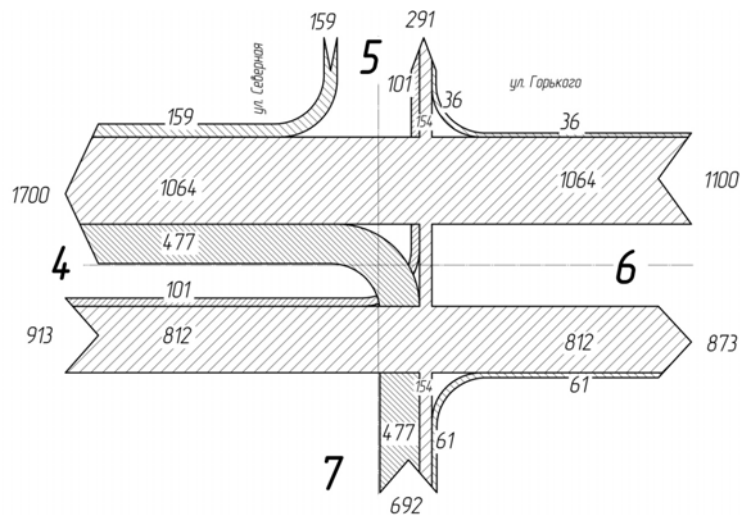


Рис. 31. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Выводы по первой главе

1. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении N_{54} (159 ТС), налево – в направлении N_{74} (477 ТС), прямо – в направлении N_{64} (1064 ТС).

2. Доля легковых автомобилей в потоке составляет 88 %, грузовых – 7 %, автобусов – 4 %, троллейбусов – 1 %.

Оценка сложности пересечения

При работающей светофорной сигнализации на перекрестке присутствуют конфликтные точки, показанные на рис. 32 – 36.

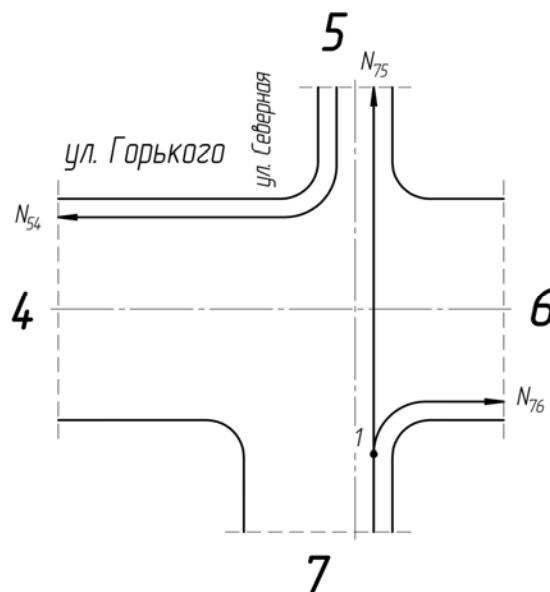


Рис. 32. Фаза № 1а

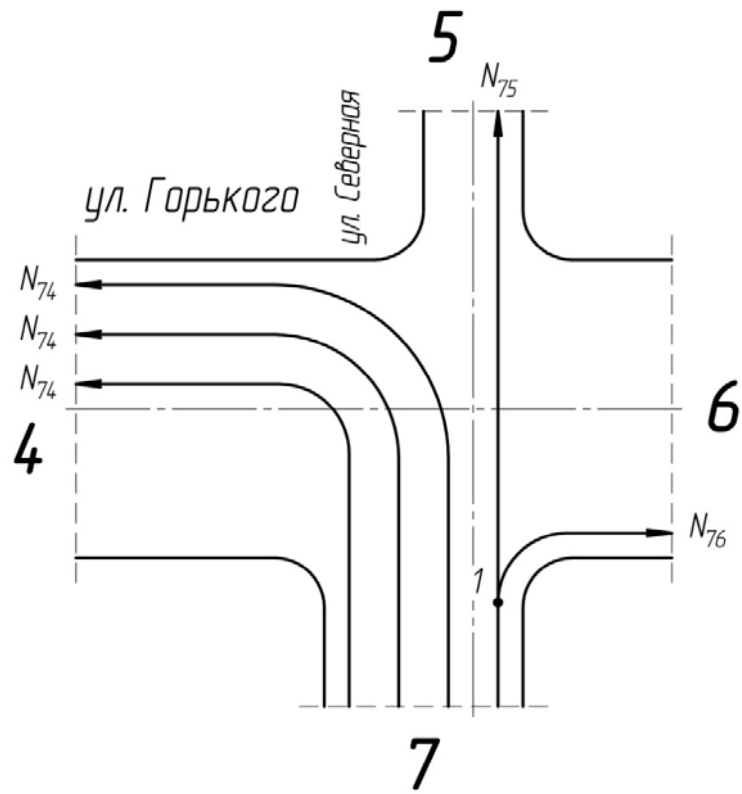


Рис. 33. Фаза № 16

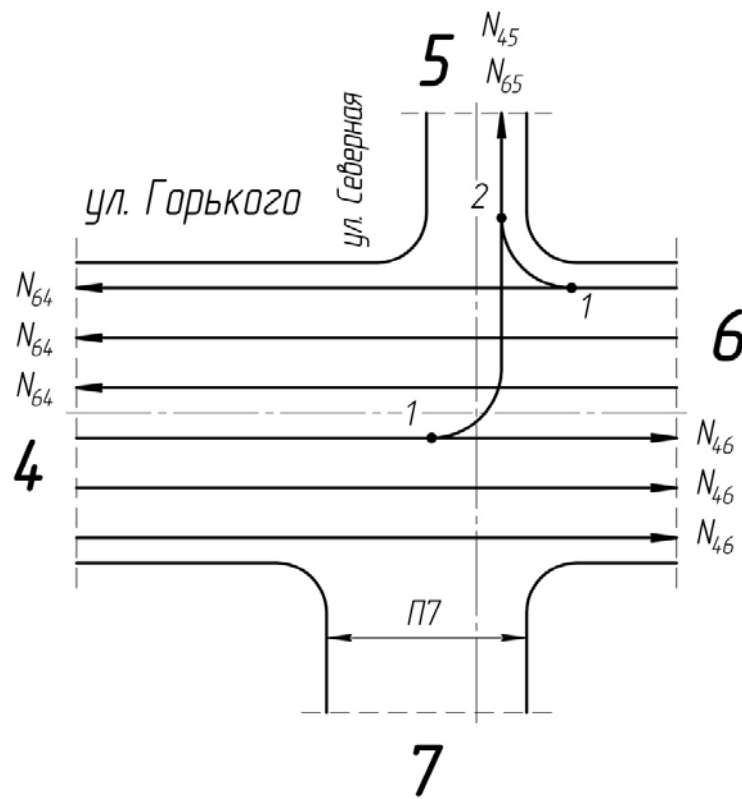


Рис. 34. Фаза № 2а

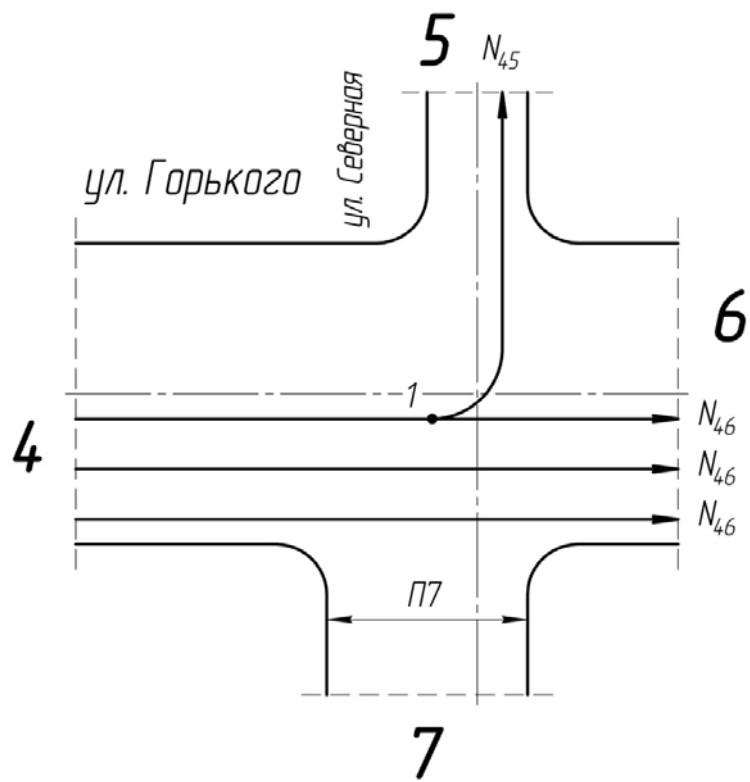


Рис. 35. Фаза № 26

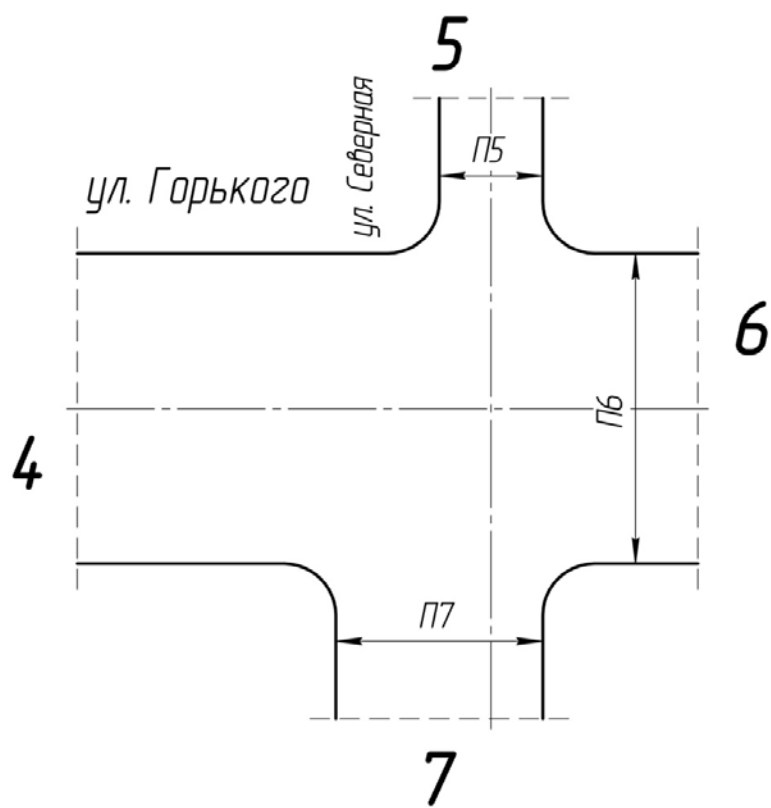


Рис. 36. Фаза № 3

Фаза № 1а: $m = 1 < 40$,
 Фаза № 1б: $m = 1 < 40$,
 Фаза № 2а: $m = 2 + 3 \cdot 1 = 5 < 40$,
 Фаза № 2б: $m = 1 < 40$,
 Фаза № 3: $m = 0 < 40$.

Перекресток простой.

На рис. 37 представлены все возможные конфликтные точки.

Имеются 3 точки отклонения, 7 точек слияния и 20 точек пересечения.

Отсюда следует $m = 3 + 3 \cdot 7 + 5 \cdot 20 = 124$.

Перекресток сложный.

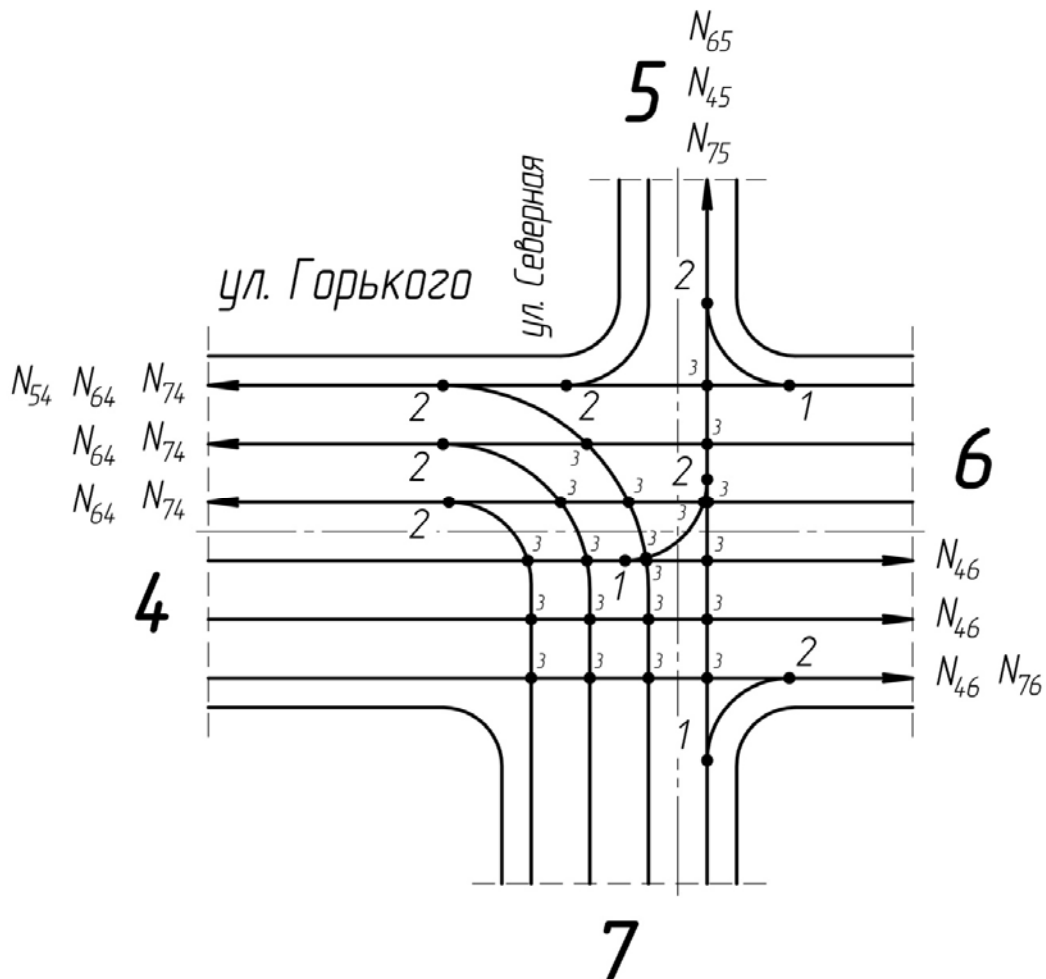


Рис. 37. Конфликтные точки на пересечении дорог

Транспортный узел в целом простой. А при неработающей светофорной сигнализации является очень сложным

$$m = 79 + 124 = 203.$$

Дорожные знаки и разметка

Для исследуемого перекрестка составлена ведомость технических средств ОДД (табл. 32).

Таблица 32. Ведомость технических средств ОДД

Наименование	Тип или номер	Количество, шт.
Знаки дорожные [5, 7]	2.4	2
	2.1	1
	6.16	4
	5.19.2	6
	5.19.1	6
	5.15.2	3
	4.1.2	1
	3.27	2
	8.24	2
	5.16	1
	3.4	1
	8.3.2	1
	3.18.1	1
	3.18.2	1
Разметка дорожная [6, 7]	1.12	4
	1.3	2
	1.14.1	3
	1.1	4
	1.6	6
	1.5	1
	1.18	8
	1.17	1
Светофоры дорожные [10]	Т.1. л	2
	Т.1	6
	П.1	6

Рекомендации для улучшения организации дорожного движения на перекрестке.

Нанести разметку 1.1 (2 шт.), 1.18 (4 шт.) на направлении движения № 7. Нанести разметку 1.7 (5 шт.).

Анализ существующего светофорного регулирования

Структура существующего светофорного цикла приведена на рис. 38 и 39, существующая схема организации дорожного движения – на рис. 40.

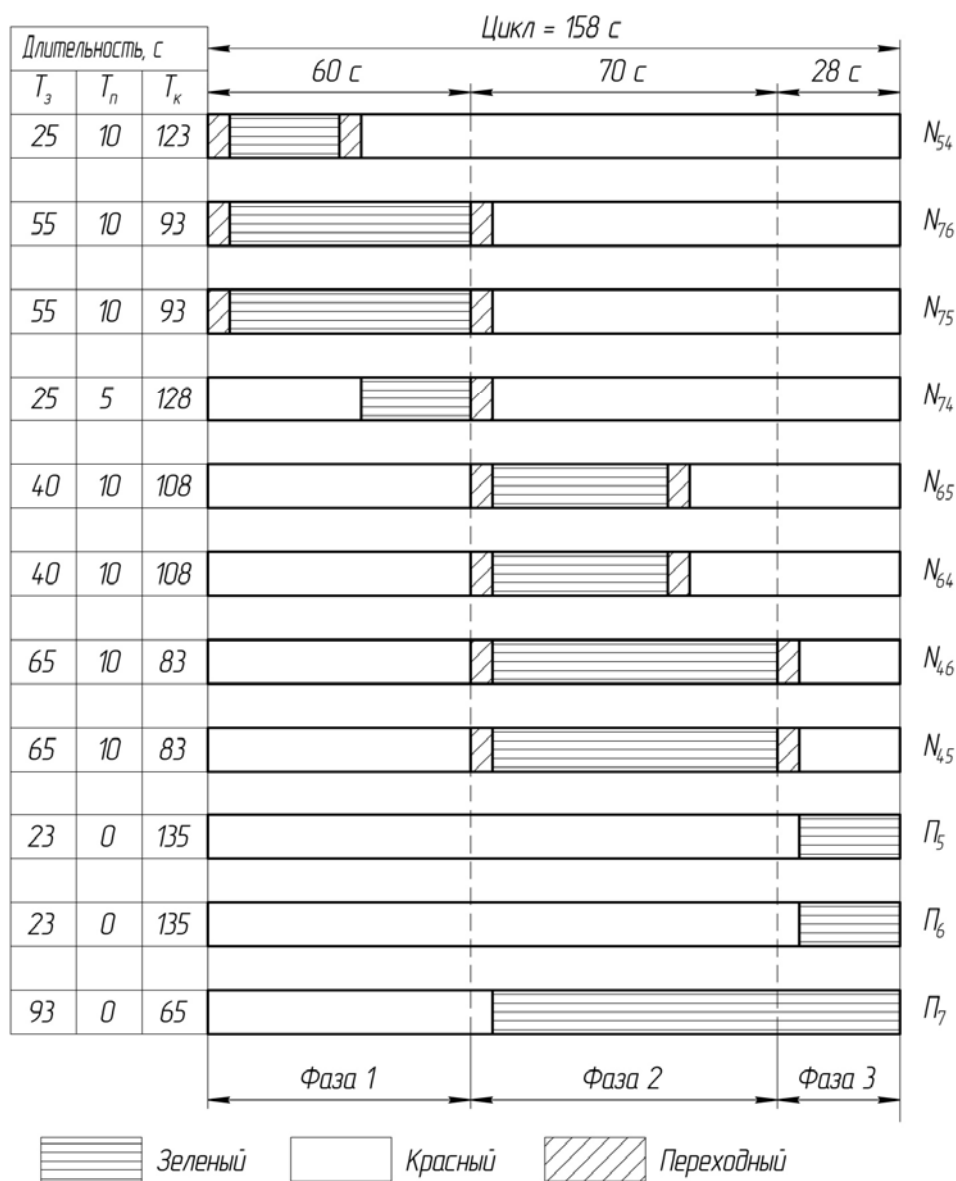


Рис. 38. Структура существующего светофорного цикла

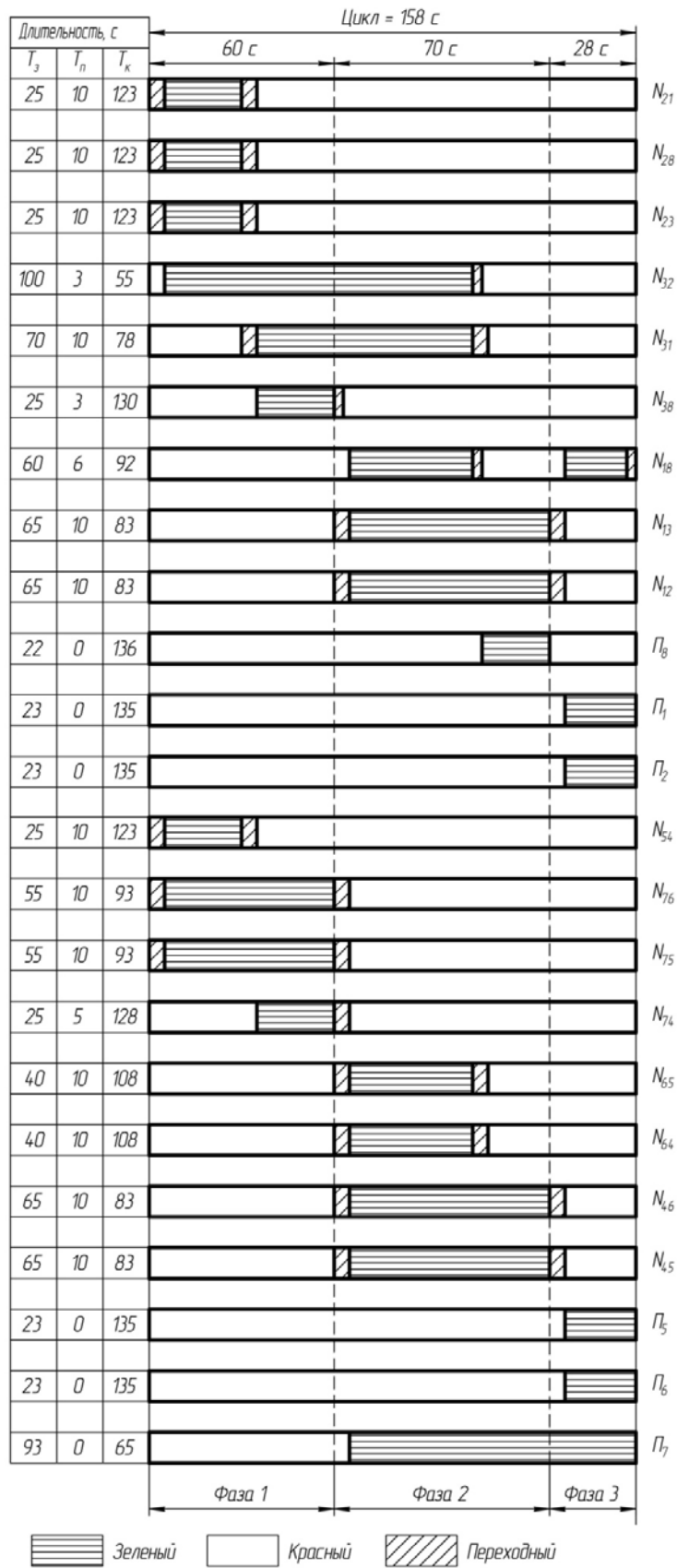


Рис. 39. Структура существующего светофорного цикла в транспортном узле

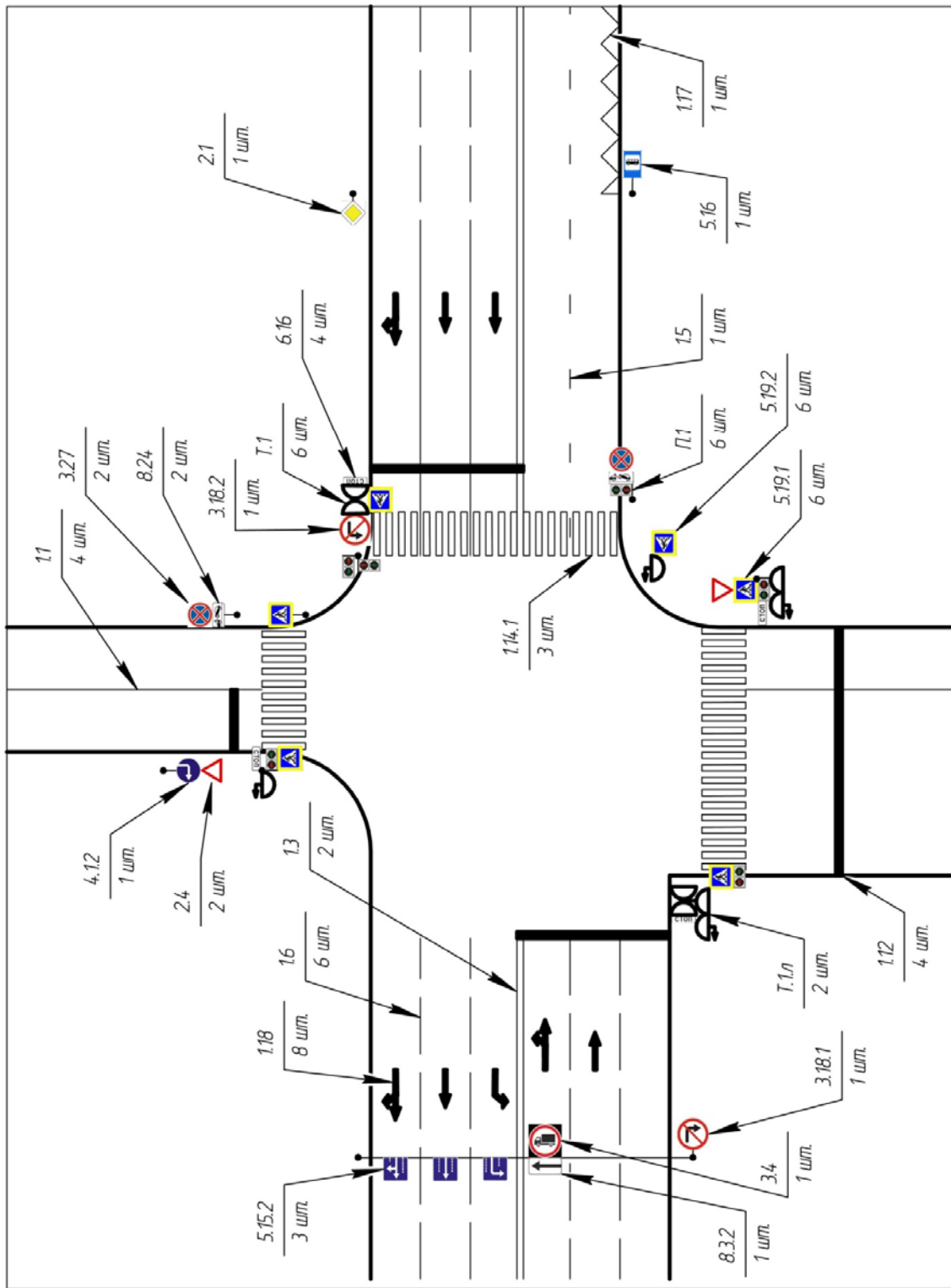


Рис. 40. Существующая схема организации дорожного движения

Анализ режимов светофорного регулирования
Расчет задержек для существующего светофорного цикла

Исходные данные:

$$T = 158 \text{ с};$$

$$t_{o1} = 55 \text{ с},$$

$$t_{o2} = 65 \text{ с};$$

$$N_1 = 477 \text{ ед./ч},$$

$$N_2 = 1064 \text{ ед./ч};$$

$$\gamma_1 = 3,05,$$

$$\gamma_2 = 3,05.$$

Расчет

$$M_{н1} = 1250\gamma_1 = 3812,5,$$

$$M_{н2} = 1250\gamma_2 = 3812,5;$$

$$\lambda_1 = 55 / 158 = 0,35,$$

$$\lambda_2 = 65 / 158 = 0,41;$$

$$x_1 = (477 \cdot 158) / (55 \cdot 3812,5) = 0,36,$$

$$x_2 = (1064 \cdot 158) / (65 \cdot 3812,5) = 0,69;$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{158(1 - 0,35)^2}{2(1 - 0,35 \cdot 0,36)} + \frac{0,36^2}{2 \cdot 477(1 - 0,36)} \right] = 34,54 \text{ с},$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{158 \cdot (1 - 0,41)^2}{2(1 - 0,41 \cdot 0,69)} + \frac{0,69^2}{2 \cdot 1064(1 - 0,69)} \right] = 34,17 \text{ с},$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{34,54 \cdot 477 + 34,17 \cdot 1064}{477 + 1064} = 34 \text{ с}.$$

Суммарные задержки по всему транспортному узлу составят 34 с.

Вариант альтернативного режима светофорного регулирования

Пофазный разъезд транспортных потоков оставляем без изменения.

1. Длительность промежуточного такта для пешеходов.

На перекрестке пешеходы переходят проезжую часть шириной 20 м.

$$t_{п.пш} = \frac{20}{4 \cdot 1,3} = 4 \text{ с.}$$

Принимаем длительность промежуточного такта для пешеходов $t_{п.пш} = 5 \text{ с.}$

2. Длительность основного такта (зеленого сигнала) для пешеходов рассчитываем по формуле

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

3. Расчет потоков насыщения.

Коэффициент многополосности равен:

$$\gamma_1 = 3,05,$$

$$\gamma_2 = 3,05,$$

$$\gamma_3 = 3,05,$$

$$\gamma_4 = 3,05.$$

$$M_{н1} = 1250\gamma_1 = 3812,5,$$

$$M_{н2} = 1250\gamma_2 = 3812,5,$$

$$M_{н3} = 1250\gamma_3 = 3812,5,$$

$$M_{н4} = 1250\gamma_3 = 3812,5.$$

4. Расчет фазовых коэффициентов.

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{н1}} = \frac{420}{3812,5} = 0,11,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{н2}} = \frac{477}{3812,5} = 0,13,$$

$$y_3 = \frac{N_3}{M_{н3}} = \frac{812}{3812,5} = 0,21,$$

$$y_4 = \frac{N_4}{M_{н4}} = \frac{802}{3812,5} = 0,21.$$

5. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

Для расчетов принята средняя скорость легковых автомобилей $v_a = 28$ км/ч, так как легковые автомобили составляют 88 % потока ТС.

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

Расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

$$l_1 = 25 \text{ м,}$$

$$l_2 = 20 \text{ м,}$$

$$l_3 = 20 \text{ м,}$$

$$l_4 = 16 \text{ м.}$$

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

$$t_{п1} = \frac{28}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(25 + 4,3)}{28} = 5 \text{ с,}$$

$$t_{п2} = \frac{28}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(20 + 4,3)}{28} = 5 \text{ с,}$$

$$t_{п3} = \frac{28}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(20 + 4,3)}{28} = 5 \text{ с,}$$

$$t_{п4} = \frac{28}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(16 + 4,3)}{28} = 5 \text{ с.}$$

6. Расчет суммы всех промежуточных тактов.

Так как пешеходы пропускаются параллельно транспортным потокам, то промежуточный такт для пешеходов не включаем в сумму всех промежуточных тактов.

$$T_{п} = 5 + 5 + 5 + 5 + 5 = 25 \text{ с.}$$

7. Длительность цикла регулирования

$$T = \frac{1,5 \cdot 25 + 5}{1 - (0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21)} = 124 \text{ с.}$$

8. Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз

$$t_{o1} = \frac{(124 - 25)0,11}{0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21} = 20 \text{ с,}$$

$$t_{o2} = \frac{(124 - 25)0,13}{0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21} = 20 \text{ с,}$$

$$t_{o3} = \frac{(124 - 25)0,21}{0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21} = 32 \text{ с,}$$

$$t_{o4} = \frac{(124 - 25)0,21}{0,11 + 0,13 + 0,21 + 0,21} = 32 \text{ с.}$$

9. Уточненная длительность цикла

$$T_y = 20 + 20 + 20 + 32 + 32 + 25 = 149 \text{ с.}$$

10. Задержка на регулируемых перекрестках:

$$\lambda_1 = 20/149 = 0,13,$$

$$\lambda_2 = 20/149 = 0,13,$$

$$\lambda_3 = 32/149 = 0,21,$$

$$\lambda_4 = 32/149 = 0,21,$$

$$x_1 = \frac{420 \cdot 149}{20 \cdot 3812,5} = 0,82,$$

$$x_2 = \frac{477 \cdot 149}{20 \cdot 3812,5} = 0,93,$$

$$x_3 = \frac{812 \cdot 149}{32 \cdot 3187,5} = 0,99,$$

$$x_4 = \frac{802 \cdot 149}{32 \cdot 3812,5} = 0,98;$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{149(1 - 0,13)^2}{2(1 - 0,13 \cdot 0,82)} + \frac{0,82^2}{2 \cdot 420(1 - 0,82)} \right] = 56,48 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{149(1 - 0,13)^2}{2(1 - 0,13 \cdot 0,93)} + \frac{0,93^2}{2 \cdot 477(1 - 0,93)} \right] = 57,46 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{149(1 - 0,21)^2}{2(1 - 0,21 \cdot 0,99)} + \frac{0,99^2}{2 \cdot 812(1 - 0,99)} \right] = 52,60 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p4} = 0,9 \left[\frac{149(1 - 0,21)^2}{2(1 - 0,21 \cdot 0,98)} + \frac{0,98^2}{2 \cdot 802(1 - 0,98)} \right] = 52,38 \text{ с.}$$

11. Средняя задержка на всем пересечении составляет

$$t_{cp} = \frac{56,48 \cdot 420 + 57,46 \cdot 477 + 52,60 \cdot 812 + 52,38 \cdot 802}{420 + 477 + 812 + 802} = 54 \text{ с.}$$

Структура альтернативного светофорного цикла приведена на рис. 41 и 42.

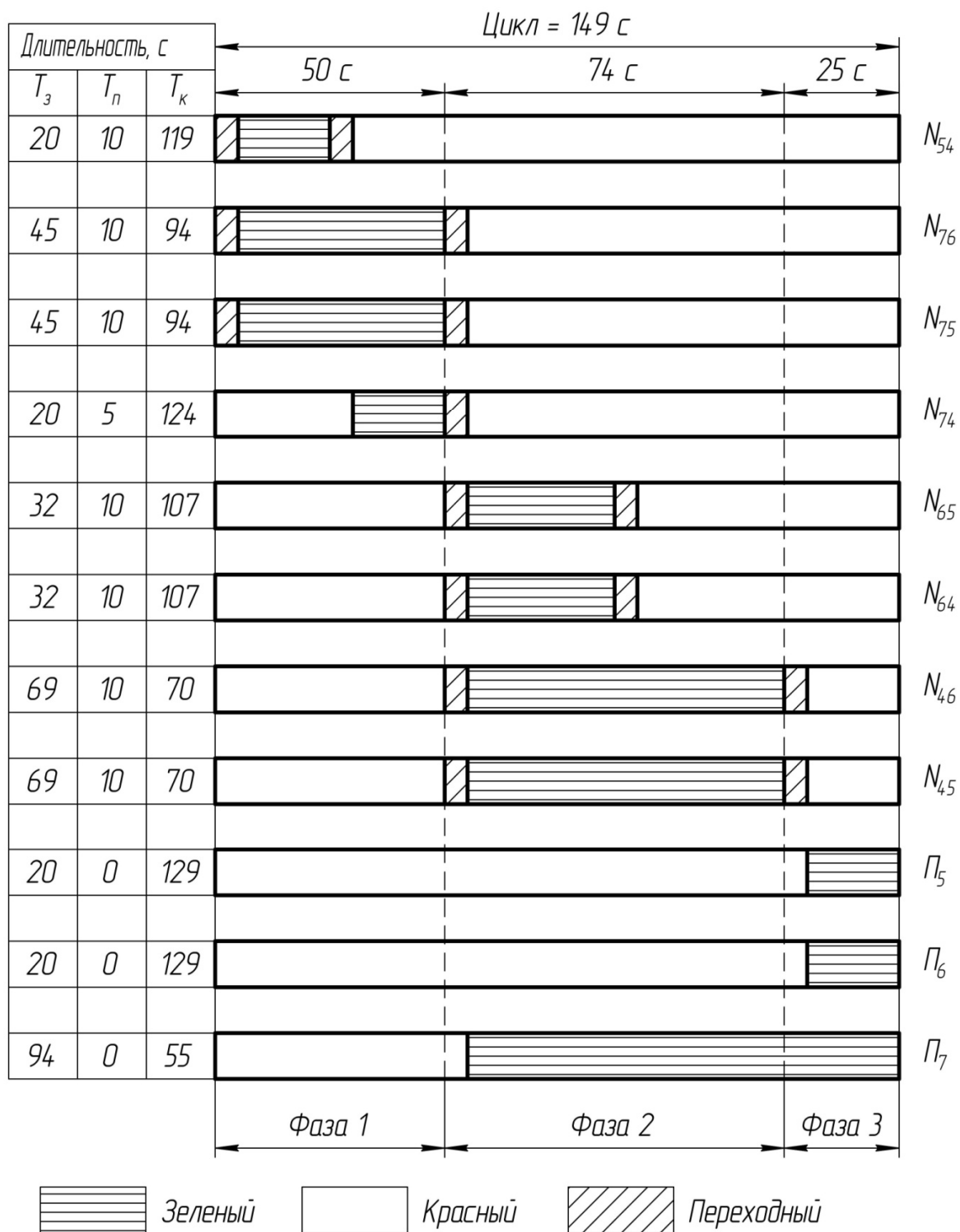


Рис. 41. Структура альтернативного светофорного цикла

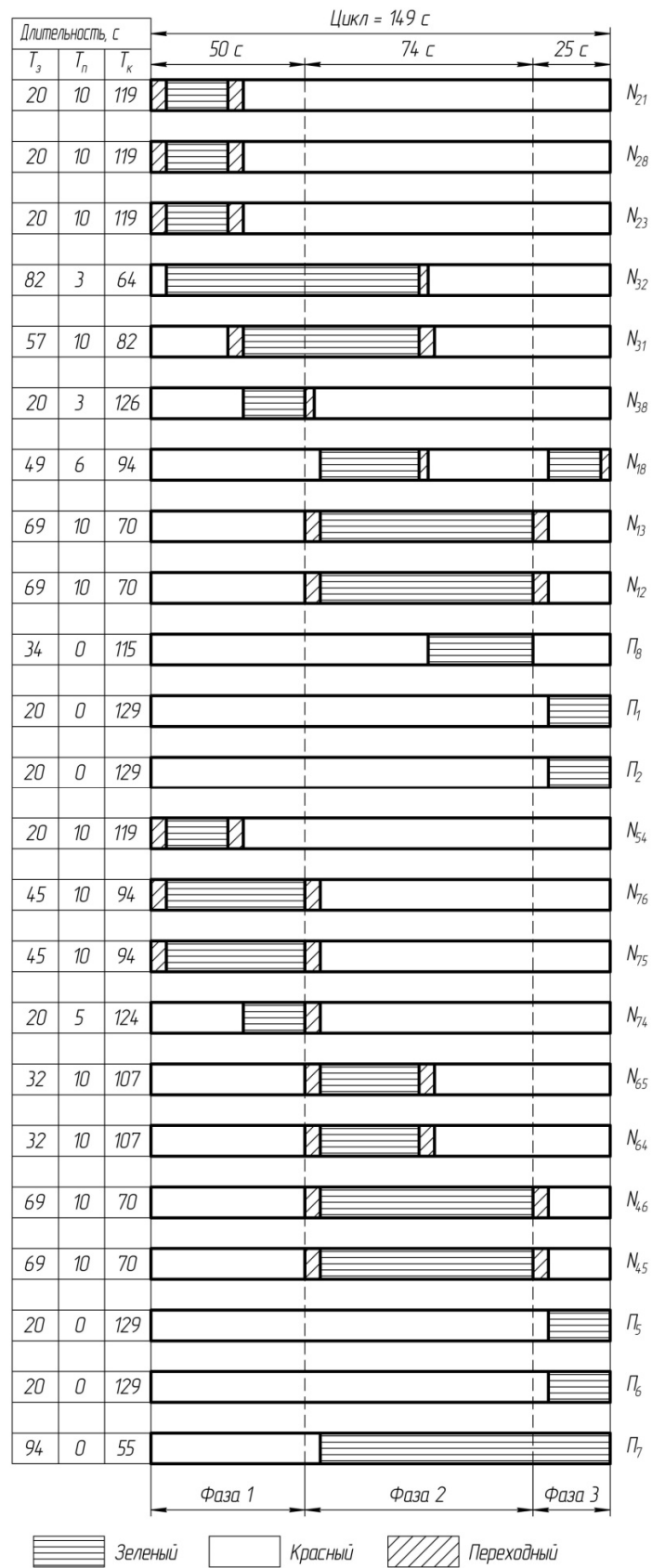


Рис. 42. Структура альтернативного светофорного цикла в транспортном узле

Таблица 33. Сравнение параметров светофорного регулирования

Параметр	Существующее светофорное регулирование	Альтернативное светофорное регулирование
Сумма всех промежуточных тактов, с	25	25
Сумма зеленых сигналов основных фаз, с	133	124
Длительность цикла, с	158	149
Средняя задержка на всем пересечении, с	34	54

Таким образом, светофорный цикл сократился на 9 с. Средняя задержка на всем пересечении составит 54 с вместо 34 с.

Усовершенствованная схема организации дорожного движения с учетом анализа дорожных условий и выбранного варианта светофорного регулирования приведена на рис. 43.

Выводы по второй главе

1. Существующий перекресток при работающей светофорной сигнализации является простым, а при неработающей – сложным. Транспортный узел в целом простой, но при неработающей светофорной сигнализации – очень сложный.

2. В результате анализа технических средств ОДД установлено, что необходимо нанести разметку 1.1, 1.18 на направлении движения № 7, а также нанести разметку 1.7.

3. Из анализа существующего светофорного цикла установлено, что цикл состоит из трех фаз. Общая продолжительность цикла равна 158 с. Средняя расчетная задержка на всем перекрестке составляет 34 с. Суммарные задержки по всему транспортному узлу составят 74 с.

4. Альтернативный вариант светофорного регулирования также состоит из трех фаз и рассчитан по измеренной интенсивности транспортных потоков. По результатам расчета продолжительность светофорного цикла составила 149 с, средняя задержка в транспортном узле – 54 с.

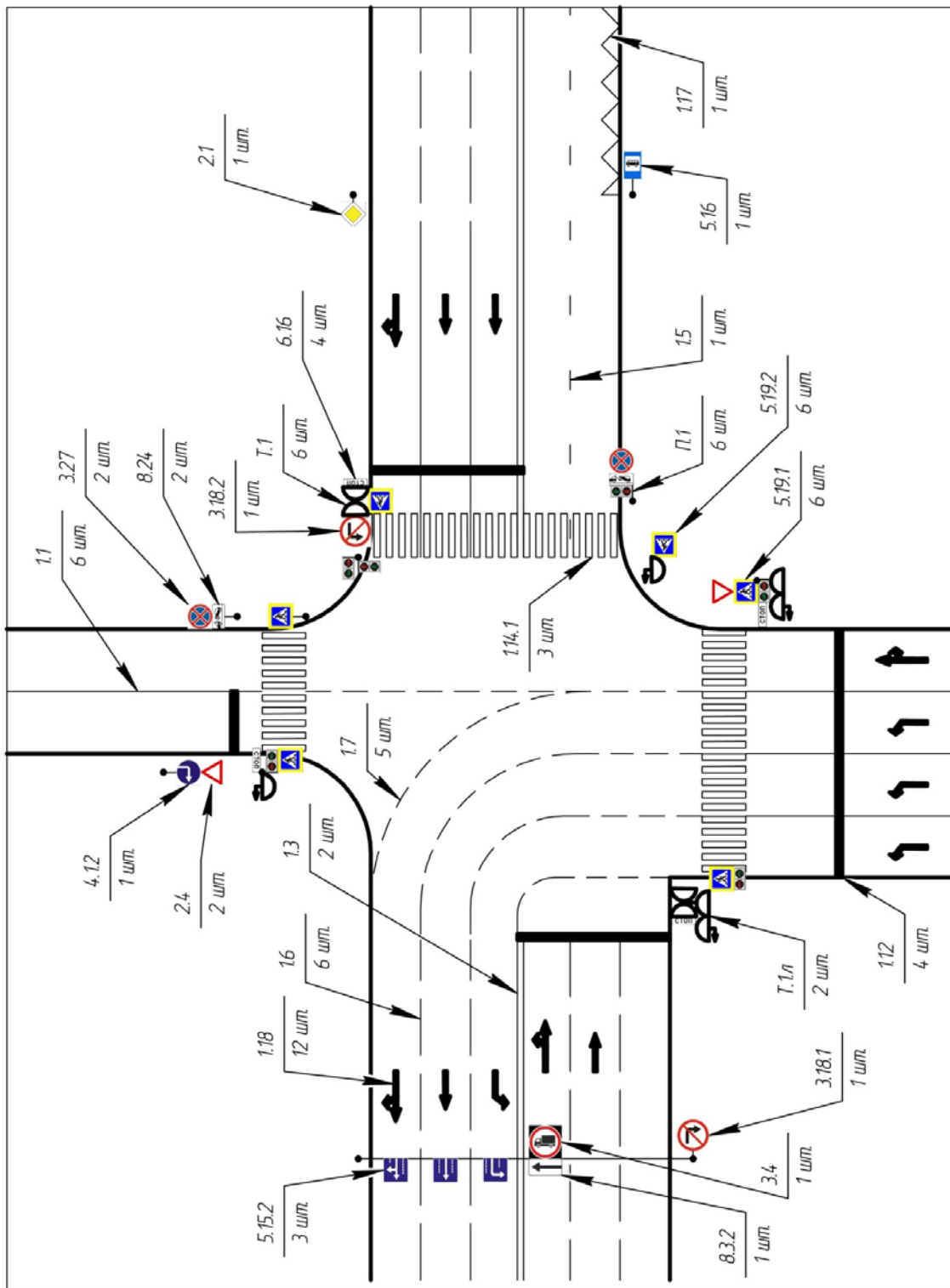


Рис. 43. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

4.2. Пример расчета четырехстороннего регулируемого перекрестка

Определение интенсивности и состава транспортного потока

Схема перекрестка представлена на рис. 44.

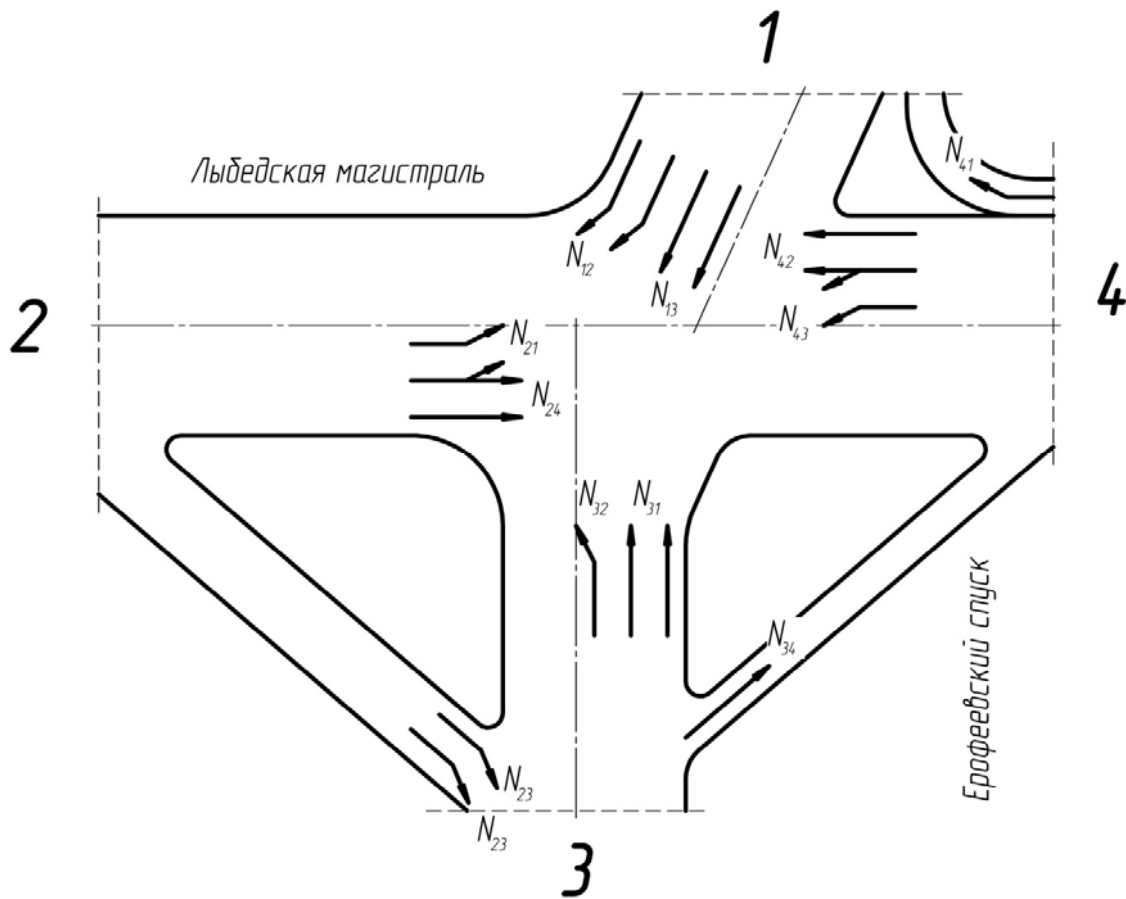


Рис. 44. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Результаты подсчета транспортных средств приведены в табл. 34. В табл. 35 – 37 приведена интенсивность движения на перекрестке за 1 ч.

Таблица 34. Бланк учета количества ТС

Напр-е движе- ния	Вре- мя, ч, мин	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Троллейбус		
		Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	На- пра- во
1	8.30	0	57	70	0	10	6	0	6	8	0	0	9
2		112	105	43	8	3	2	3	1	0	5	0	0
3	8.45	122	260	72	6	9	2	0	10	6	0	0	0
4		60	200	5	8	14	0	2	0	0	0	0	0
1	8.45	0	65	36	0	8	4	0	0	6	0	0	6
2		146	92	27	5	7	3	7	2	0	6	0	0
3	9.00	96	196	62	3	11	7	0	9	6	0	0	0
4		104	225	22	13	22	0	4	0	0	0	0	0
1	9.00	0	80	63	0	13	3	0	2	1	0	0	4
2		169	90	45	11	7	2	3	1	1	4	0	0
3	9.15	81	190	51	5	19	5	0	7	7	0	0	0
4		74	143	15	11	11	0	2	1	0	0	0	0
1	9.15	0	81	71	0	11	5	0	0	3	0	0	5
2		114	72	40	7	11	0	6	0	3	3	0	0
3	9.30	77	195	51	3	12	5	0	6	4	0	0	0
4		59	137	14	5	10	0	3	0	0	0	0	0

Таблица 35. Интенсивность движения на перекрестке

Напр-е дви- жения	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Троллейбус			Все- го	Экви- валент
	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	На- право	Нале- во	Пря- мо	На- право	Нале- во	Пря- мо	На- право		
1	0	283	240	0	42	18	0	8	18	0	0	24	633	780
2	541	359	155	31	28	7	19	4	4	18	0	0	1166	1308,5
3	376	841	236	17	51	19	0	32	23	0	0	0	1595	1764,5
4	297	705	56	37	57	0	11	1	0	0	0	0	1164	1276
Всего	1214	2188	687	85	178	44	30	45	45	18	0	24	4558	5130

Таблица 36. Интенсивность движения в натуральных единицах

Направление движения	ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	0	333	300	0
2	609	391	166	609
3	393	924	278	393
4	345	763	56	345
Итого	1347	2411	800	1347

Таблица 37. Интенсивность движения в приведенных единицах

Направление движения	Легковое ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	0	387	393	780
2	705	425	179	1309
3	410	1023	332	1765
4	399	822	56	1276
Итого:	1514	2657	960	5130

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 38.

Таблица 38. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Троллейбус	Всего
Число ТС	4089	307	120	42	4558
Доля в потоке, %	90	6	3	1	100

Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

Условная картограмма приведена на рис. 45, а масштабная картограмма – на рис. 46.

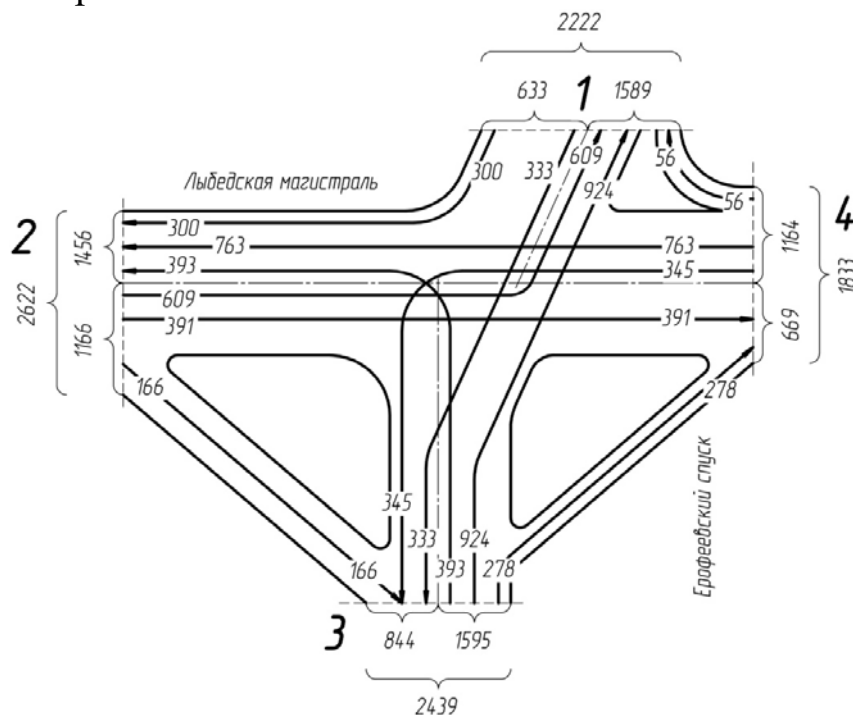


Рис. 45. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

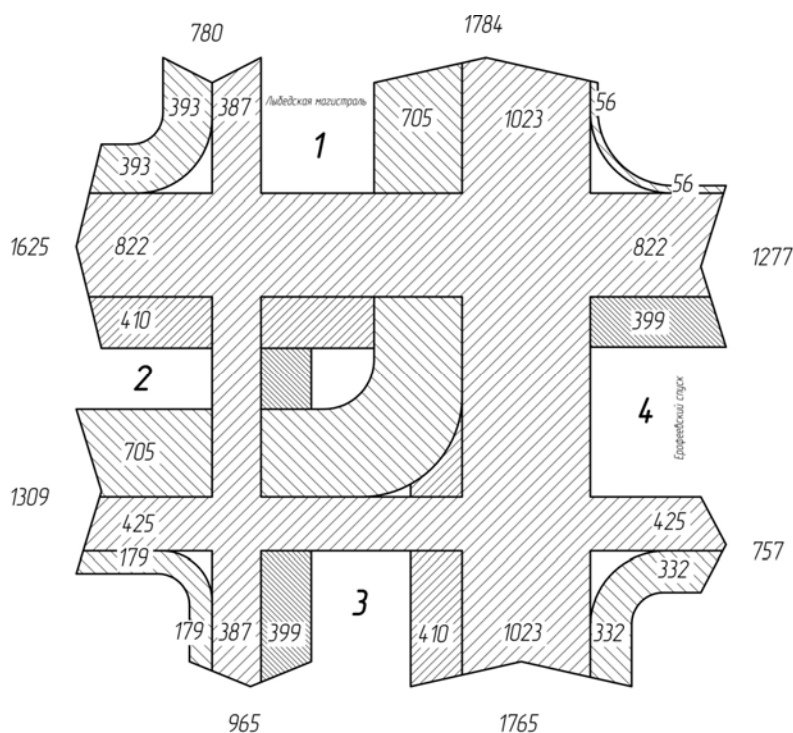


Рис. 46. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Определение скоростей движения

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 39, а средняя скорость сообщения по типам автомобилей – в табл. 40.

Таблица 39. Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т, автобусы, троллейбусы		
1	360	31	1	363	20
2	300	31	2	279	20
3	676	31	3	687	20
4	379	32	4	130	22
5	020	32	5	689	22
6	610	34	6	372	22
7	528	36	7	005	24
8	521	37	8	758	25
9	351	39	9	986	29
10	776	40	10	358	31

11	227	40	11	887	33
12	790	41	12	283	34
13	588	42	13	330	35
14	532	42	14	708	36
15	772	44	15	849	40
16	073	44	16	645	40
17	913	10	17	290	31
18	899	44	17	222	40
19	371	44	18	111	42
20	180	45	19	601	42
21	344	45	20	813	44
22	795	46	21	303	44
23	961	47	22	595	44
24	350	49	23	309	45
25	688	49	24	178	45
26	185	52	25	145	47
27	594	54	26	158	47
28	853	58	27	617	48
29	547	60	28	251	48
30	751	61	29	908	49
31	683	62	30	961	49
32	562	63	31	369	50
33	484	65	32	186	52
34	797	65	33	895	54
35	853	66	34	672	54
36	498	66	35	790	55
37	230	68	36	774	55
38	218	68	37	880	56
39	649	69	38	598	57
40	840	69	39	563	58

Таблица 40. Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

Показатель	Значение показателя по типам ТС		Итого
	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т, автобус, троллейбус	
Количество зафиксированных ТС	40	40	80
Скорость сообщения, км/ч	50	41	45

В табл. 41 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей, на рис. 47 представлена кривая распределения, а на рис. 48 – кривая накопления легковых автомобилей.

Выбор предела допустимой скорости

Таблица 41. Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
31 – 35	33	6	15	5
35 – 39	37	2	5	15
39 – 43	41	6	15	20
43 – 47	45	7	17,5	35
47 – 51	49	3	7,5	52,5
51 – 55	53	2	5	60
55 – 59	57	1	2,5	65
59 – 63	61	3	7,5	67,5
63 – 68	66	10	25	100
Итого		40	100	

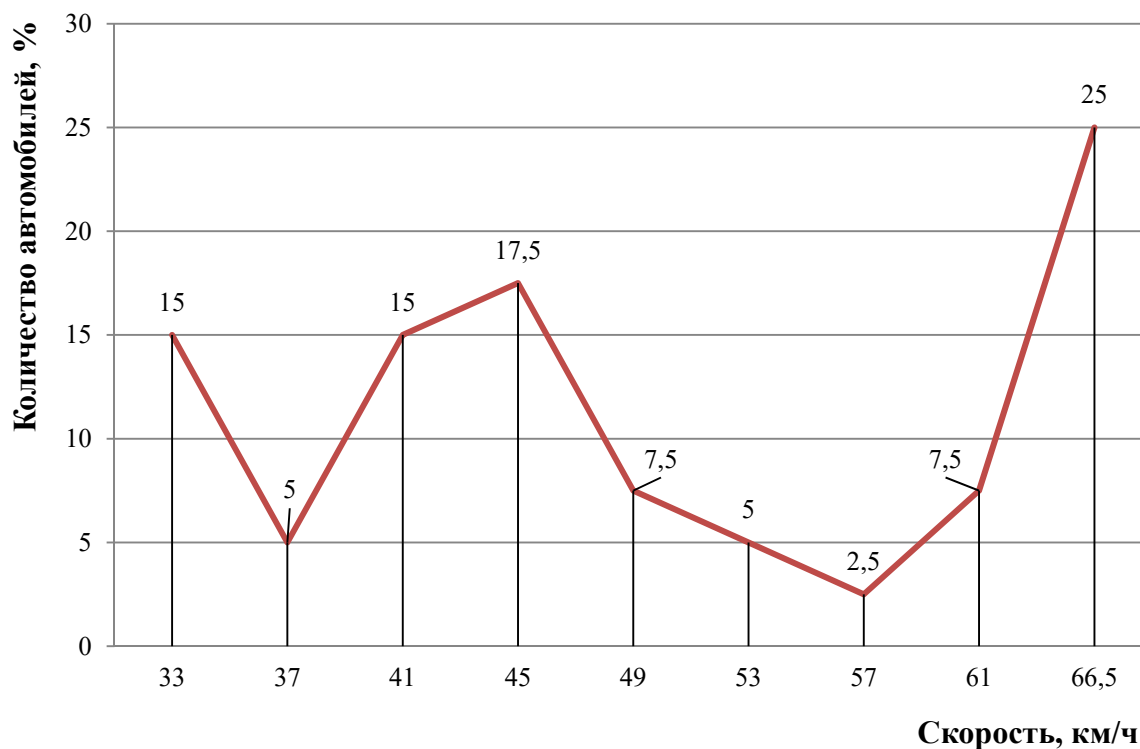


Рис. 47. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

В табл. 42 представлено распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей, на рис. 49 представлена кривая распределения, а на рис. 50 – кривая накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов.

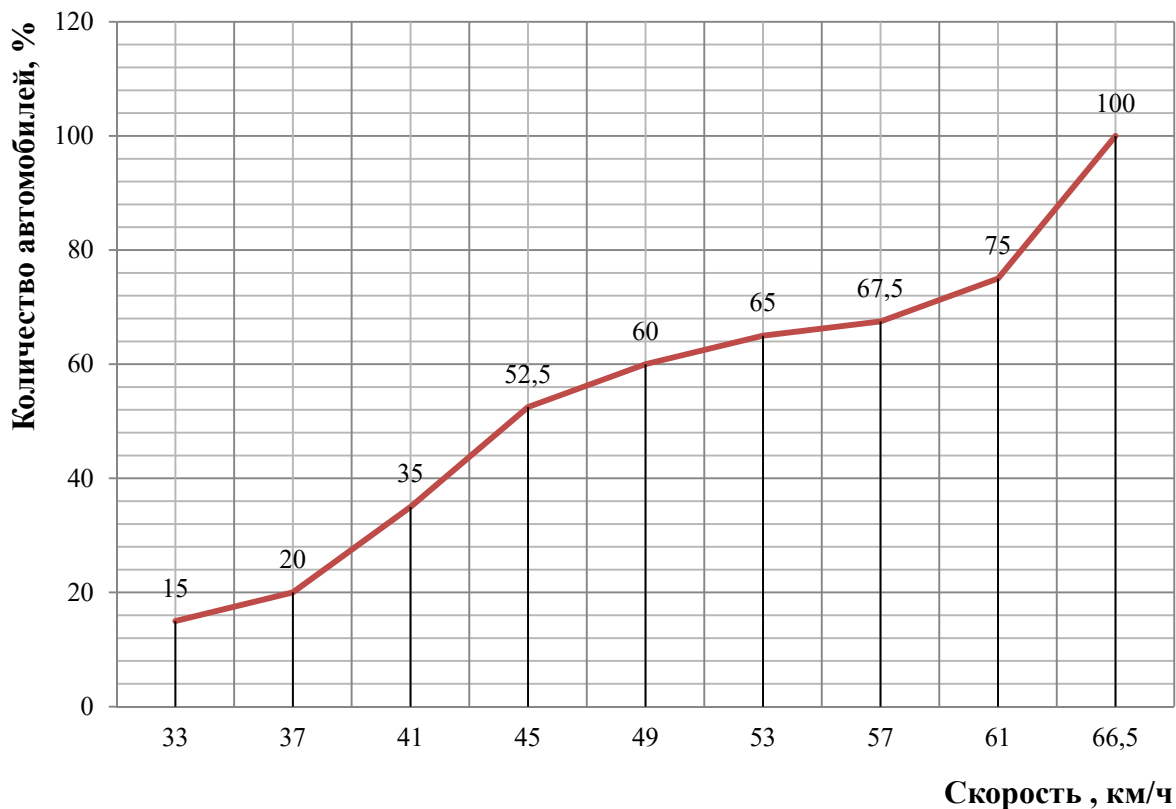


Рис. 48. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Таблица 42. Распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающий итог, %
		Единица	%	
20 – 24	22	6	15	15
24 – 28	26	2	5	20
28 – 32	30	2	5	25
32 – 36	34	3	7,5	32,5
36 – 40	38	1	2,5	35
40 – 44	42	5	12,5	47,5
44 – 48	46	7	17,5	65
48 – 52	50	5	12,5	77,5
52 – 58	55	9	22,5	100
Итого		40	100	

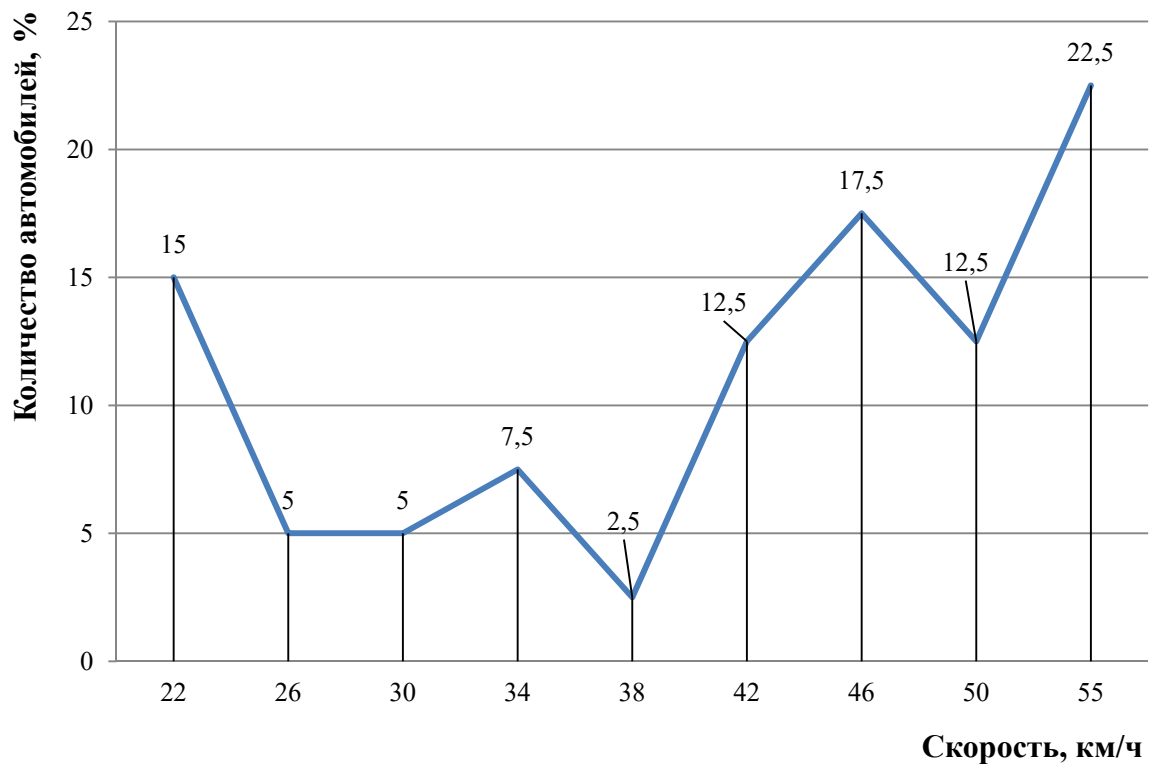


Рис. 49. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов

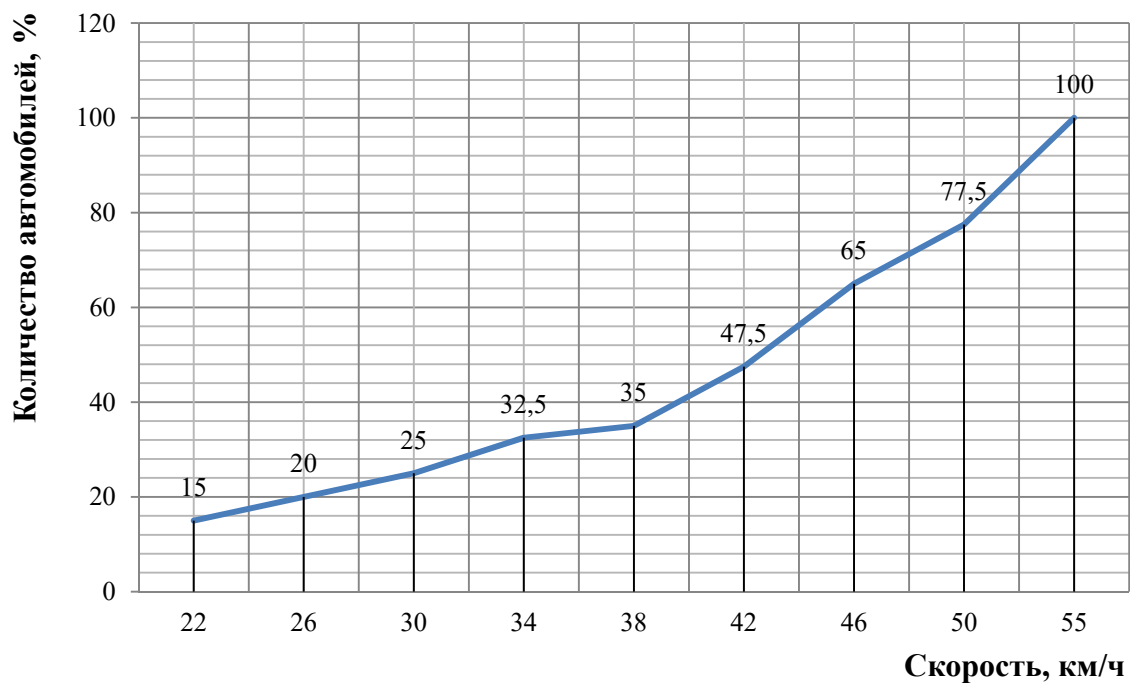


Рис. 50. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов

Выводы по первой главе

1. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении N_{12} (393 ТС), налево – в направлении N_{21} (705 ТС), прямо – в направлении N_{31} (1023 ТС).

2. Доля легковых автомобилей в потоке составляет 90 %, грузовых – 6 %, автобусов – 3 %, троллейбусов – 1 %.

3. Средняя скорость легковых автомобилей составила 50 км/ч; грузовых, автобусов и троллейбусов – 41 км/ч. Средняя скорость сообщения – 45 км/ч.

4. Коэффициент использования скоростного режима для легковых автомобилей – 0,83, а для грузовых, автобусов, троллейбусов – 0,68. Разрешенная максимальная скорость составляет 60 км/ч.

5. Максимальное количество легковых автомобилей движется со средней скоростью 66,5 км/ч, а грузовых, автобусов и троллейбусов – 55 км/ч.

6. Наиболее медленная часть потока легковых автомобилей движется со скоростью 33 км/ч. Средняя скорость потока равна 44 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 63 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 65 км/ч.

7. Наиболее медленная часть потока грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов движется со скоростью 22 км/ч. Средняя скорость потока – 43 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 52 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 54 км/ч.

Оценка сложности пересечения

При работающей светофорной сигнализации на перекрестке присутствуют конфликтные точки, показанные на рис. 51 – 54.

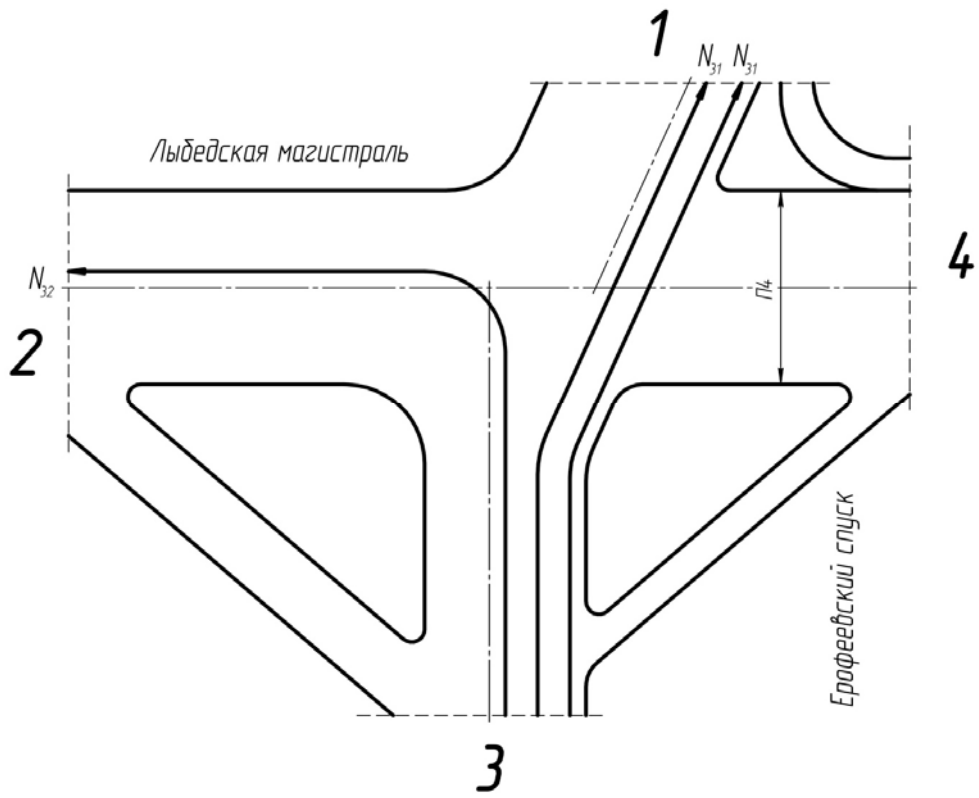


Рис. 51. Фаза № 1а

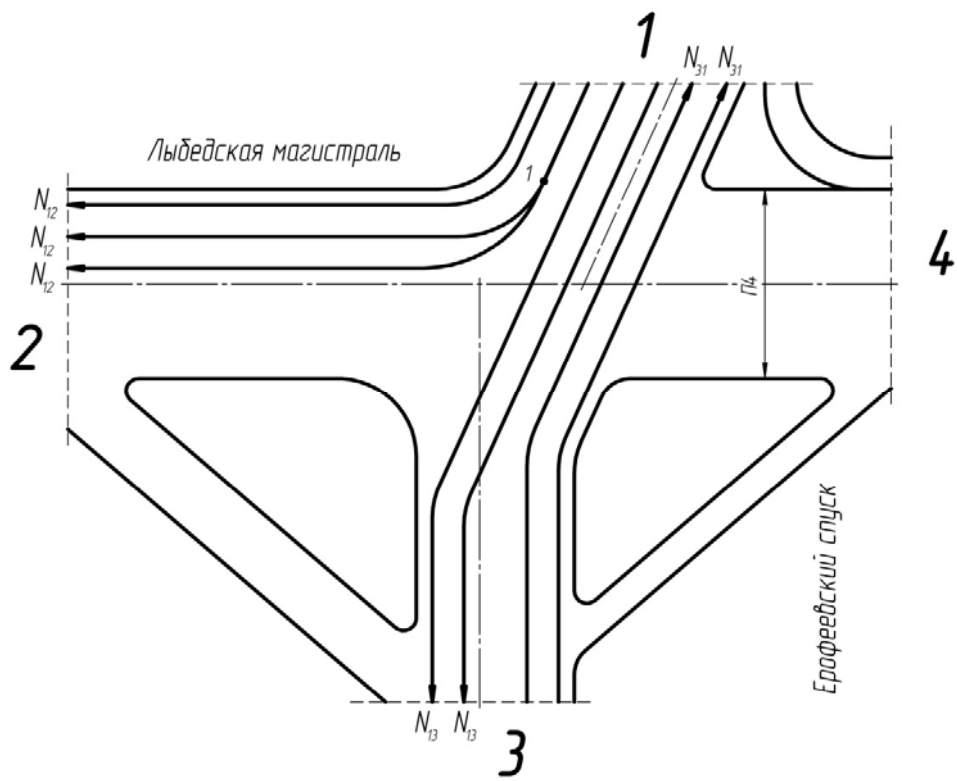


Рис. 52. Фаза № 1б

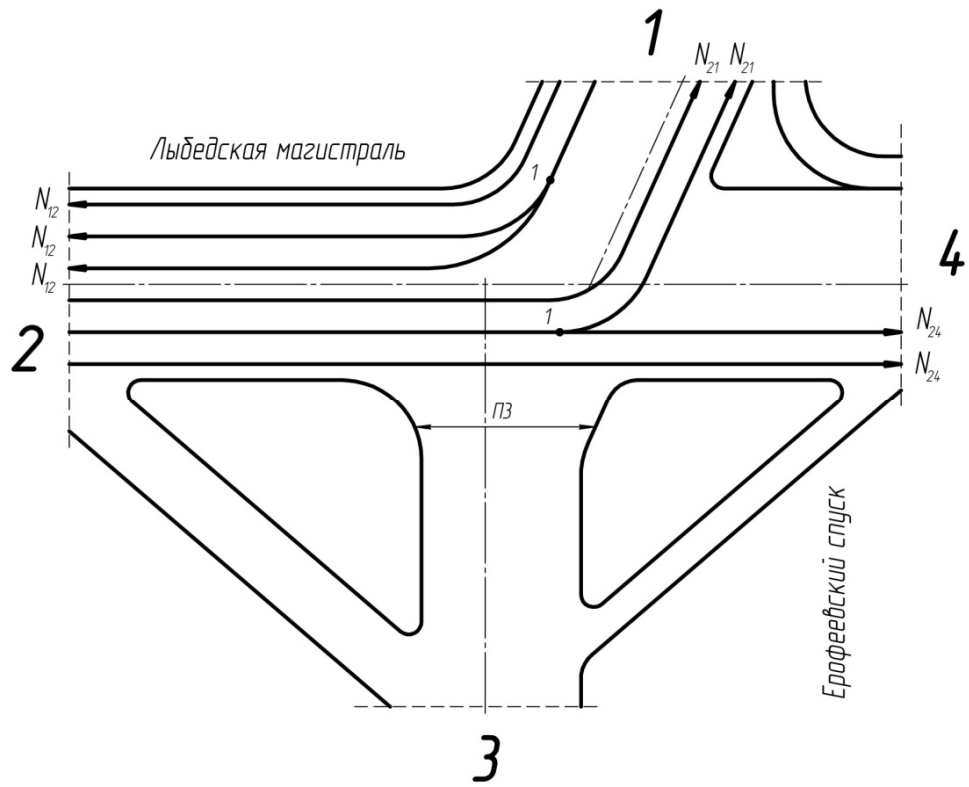


Рис. 53. Фаза № 2

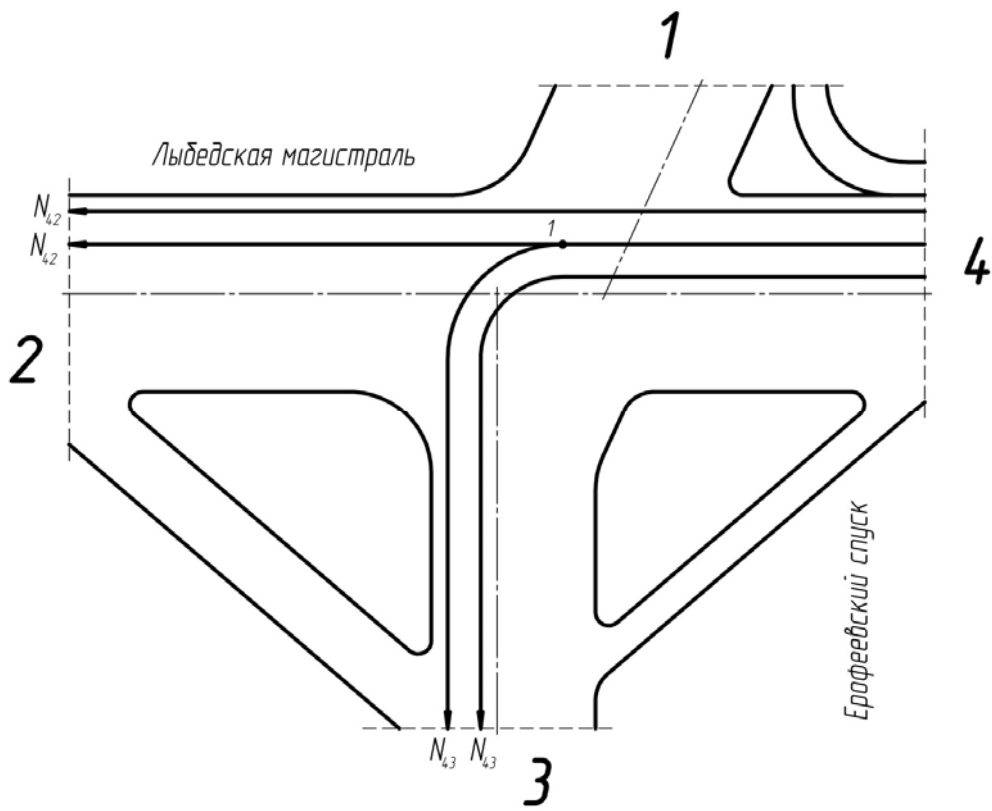


Рис. 54. Фаза № 3

Фаза № 1а: $m = 0 < 40$,

фаза № 2: $m = 2 < 40$,

фаза № 1б: $m = 1 < 40$,

фаза № 3: $m = 1 < 40$.

Перекресток простой.

На рис. 55 представлены все возможные конфликтные точки.

Имеются 3 точки отклонения, 7 точек слияния и 37 точек пересечения. Отсюда следует $m = 3 + 3 \cdot 7 + 5 \cdot 37 = 209$.

Перекресток очень сложный.

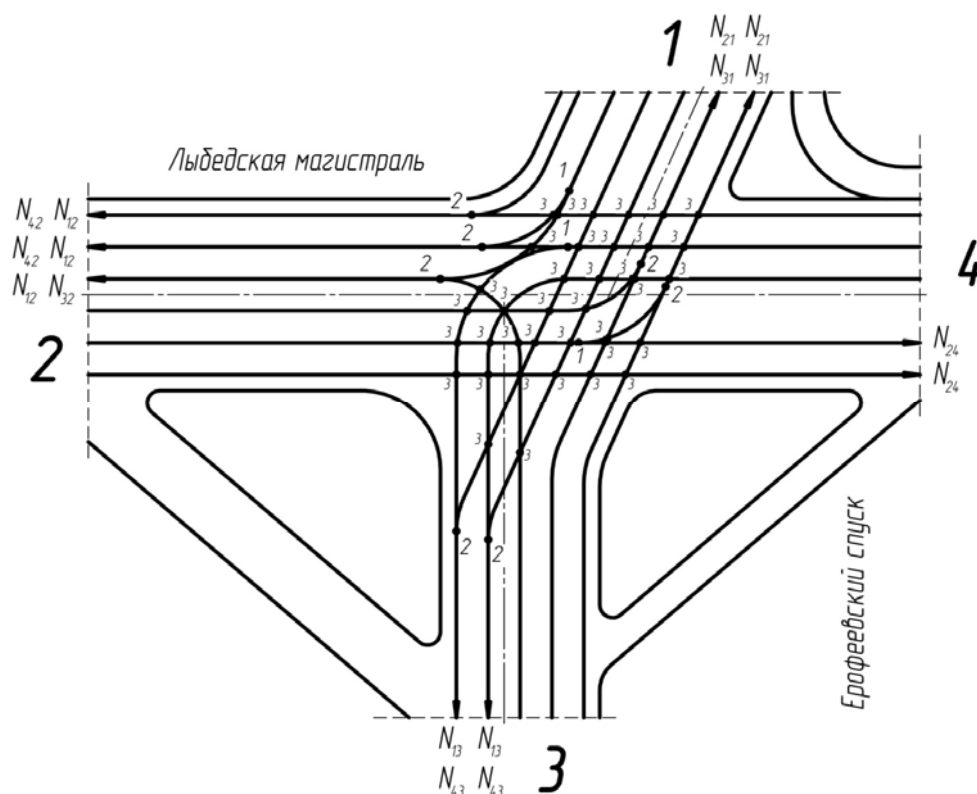


Рис. 55. Конфликтные точки на пересечении дорог

Анализ дорожных условий

Анализируя дорожные условия следует отметить, что:

1. Дальность видимости дороги в направлении движения, боковая видимость на пересечениях, распознаваемость всех ТСОДД являются достаточными.

2. Состояние покрытия дороги хорошее, ровное. Покрытие обеспечивает надежное сцепление колес с дорогой. Коэффициент сцепления с дорогой соответствует норме (около 0,7 летом).

Дорожные знаки и разметка

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

2. Количество полос для движения ТС: направление движения № 1 – 6 полос, № 2 – 6 полос, № 3 – 5 полос; № 4 – 5 полос.

3. Полосы озеленения присутствуют.

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

5. Освещенность перекрестка и прилегающих улиц соответствует нормативным требованиям.

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

7. Геометрические параметры перекрестка: примерная ширина проезжих частей направлений движения, м: № 1 – 23, № 2 – 22, № 3 – 19, № 4 – 20; радиусы закруглений дороги различны по всему перекрестку; ширина тротуаров примерно 3 м.

Для исследуемого перекрестка составлена таблица технических средств ОДД (табл. 43).

Рекомендации для улучшения организации дорожного движения на перекрестке:

1. Установить цифровые табло на светофорах в количестве восьми штук.
2. Нанести разметку 1.7.

2.4. Анализ существующего светофорного регулирования

Структура существующего светофорного цикла приведена на рис. 56.

Существующая схема организации дорожного движения приведена на рис. 57.

Таблица 43. Ведомость технических средств ОДД

Наименование	Тип или номер	Количество, шт.
Знаки дорожные [5, 7]	2.4	5
	2.1	2
	6.16	4
	3.19	3
	8.22.3	3
	4.2.3	3
	5.19.2	10
	5.19.1	10
	5.15.2	19
	3.1	3
	4.1.2	2
	3.27	2
	8.24	2
	8.14	2
	4.1.1	1
Разметка дорожная [6, 7]	1.12	4
	1.3	4
	1.14.1	5
	1.1	11
	1.6	7
	1.5	9
	1.18	19
	1.19	2
	1.20	2
	1.13	2
	1.16.2	4
	1.8	5
Светофоры дорожные [10]	Т.1. л	8
	Т.1. п	2
	П.1	4

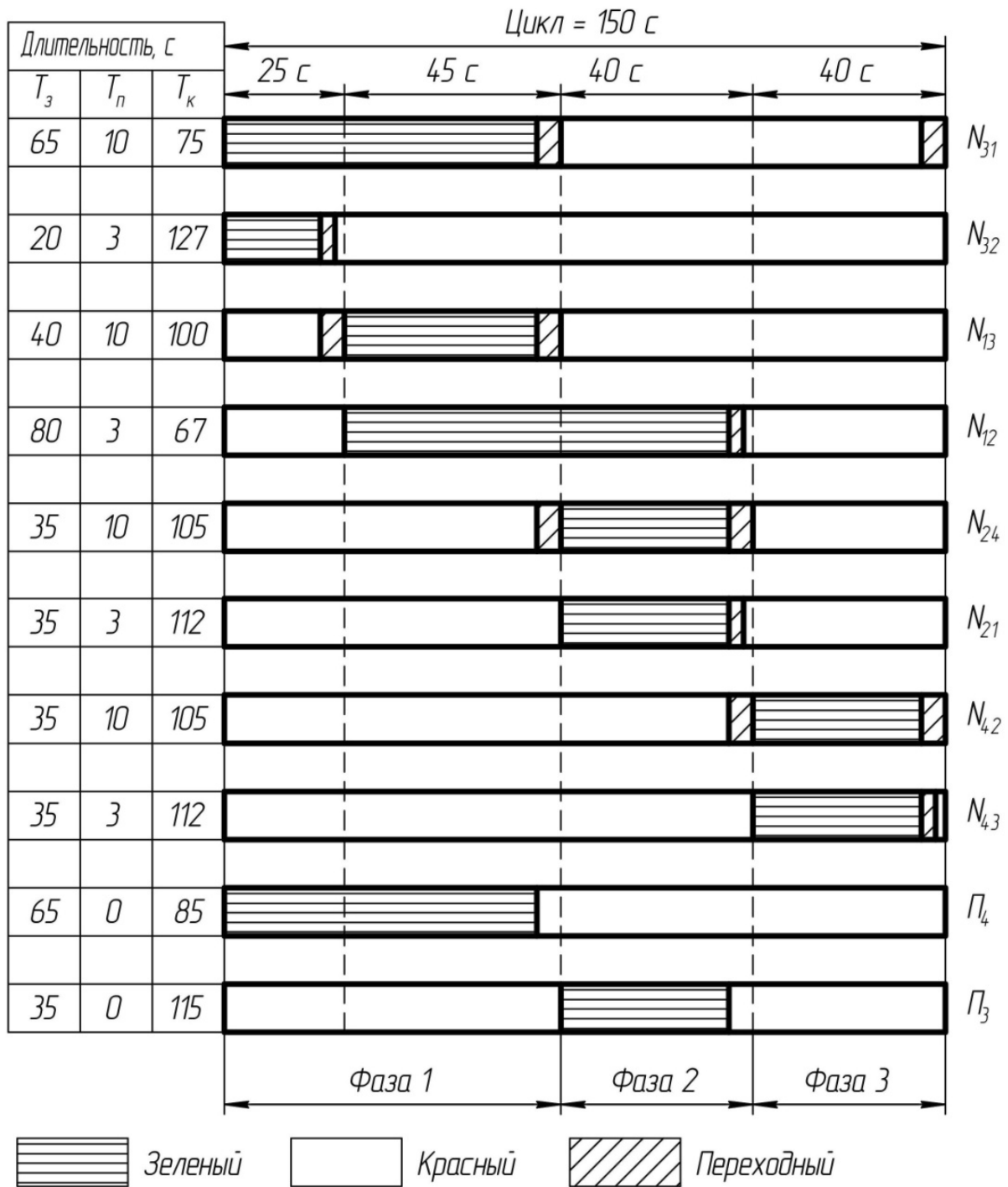


Рис. 56. Структура существующего светофорного цикла

Анализ режимов светофорного регулирования
Расчет задержек для существующего светофорного цикла

Исходные данные:

$$T = 150 \text{ с};$$

$$t_{o1} = 65 \text{ с},$$

$$t_{o2} = 35 \text{ с},$$

$$t_{o3} = 35 \text{ с};$$

$$N_1 = 1023 \text{ ед./ч},$$

$$N_2 = 705 \text{ ед./ч},$$

$$N_3 = 822 \text{ ед./ч};$$

$$\gamma_1 = 3,05,$$

$$\gamma_2 = 3,05,$$

$$\gamma_3 = 2,55.$$

Расчет

$$M_{H1} = 1250\gamma_1 = 3812,5,$$

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

$$M_{H3} = 1250\gamma_3 = 3187,5.$$

$$\lambda_1 = 65 / 150 = 0,43,$$

$$\lambda_2 = 35 / 150 = 0,23,$$

$$\lambda_3 = 35 / 150 = 0,23.$$

$$x_1 = (1023 \cdot 150) / (65 \cdot 3812,5) = 0,62,$$

$$x_2 = (705 \cdot 150) / (35 \cdot 3812,5) = 0,79,$$

$$x_3 = (822 \cdot 150) / (35 \cdot 3187,5) = 1,11.$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{150(1 - 0,43)^2}{2(1 - 0,43 \cdot 0,62)} + \frac{0,62^2}{2 \cdot 1023(1 - 0,62)} \right] = 29,62 \text{ с},$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{150(1 - 0,23)^2}{2(1 - 0,23 \cdot 0,79)} + \frac{0,79^2}{2 \cdot 705(1 - 0,79)} \right] = 48,68 \text{ с},$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{150(1 - 0,23)^2}{2(1 - 0,23 \cdot 1,11)} + \frac{1,11^2}{2 \cdot 822(1 - 1,11)} \right] = 53,46 \text{ с},$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{29,62 \cdot 1023 + 48,68 \cdot 705 + 53,46 \cdot 822}{1023 + 705 + 822} = 43 \text{ с.}$$

Вариант альтернативного режима светофорного регулирования

Пофазный разъезд транспортных потоков оставляем без изменения.

1. Длительность промежуточного такта для пешеходов.

На перекрестке пешеходы переходят проезжую часть шириной 20 и 25 м.

$$t_{\text{п1пш}} = t_{\text{п3пш}} = \frac{20}{4 \cdot 1,3} = 4 \text{ с,}$$

$$t_{\text{п2пш}} = t_{\text{п4пш}} = \frac{25}{4 \cdot 1,3} = 5 \text{ с.}$$

Принимаем длительность промежуточного такта для пешеходов $t_{\text{п.пш}} = 5 \text{ с.}$

2. Длительность основного такта (зеленого сигнала) для пешеходов рассчитываем по формулам:

$$t_{\text{о3пш}} = \frac{20}{1,3} + 5 = 20 \text{ с,}$$

$$t_{\text{о4пш}} = \frac{25}{1,3} + 5 = 24 \text{ с.}$$

3. Расчет потоков насыщения.

Коэффициент многополосности равен:

$$\gamma_1 = 3,05,$$

$$\gamma_2 = 3,05,$$

$$\gamma_3 = 2,55.$$

$$M_{\text{н1}} = 1250\gamma_1 = 3812,5,$$

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

$$M_{\text{н3}} = 1250\gamma_3 = 3187,5.$$

4. Расчет фазовых коэффициентов.

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{\text{н1}}} = \frac{1023}{3812,5} = 0,27,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{H2}} = \frac{705}{3812,5} = 0,18,$$

$$y_3 = \frac{N_3}{M_{H3}} = \frac{822}{3187,5} = 0,26.$$

5. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

Для расчетов принята средняя скорость легковых автомобилей $v_a = 50$ км/ч, так как легковые автомобили составляют 90 % потока ТС.

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

Расстояния от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

$$l_1 = 36 \text{ м},$$

$$l_2 = 22 \text{ м},$$

$$l_3 = 30 \text{ м},$$

$$l_4 = 42 \text{ м}.$$

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

$$t_{п1} = \frac{50}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6((36 + 30)/2 + 4,3)}{50} = 5 \text{ с},$$

$$t_{п2} = \frac{50}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6((36 + 22)/2 + 4,3)}{50} = 5 \text{ с},$$

$$t_{п3} = \frac{50}{7,2 \cdot 4} + \frac{3,6(42 + 4,3)}{50} = 5 \text{ с}.$$

6. Расчет суммы всех промежуточных тактов.

Так как пешеходы пропускаются параллельно транспортным потокам, то промежуточный такт для пешеходов не включаем в сумму всех промежуточных тактов

$$T_{п} = 5 + 5 + 5 = 15 \text{ с}.$$

7. Длительность цикла регулирования

$$T = \frac{1,5 \cdot 15 + 5}{1 - (0,27 + 0,18 + 0,26)} = 95 \text{ с}.$$

8. Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз

$$t_{o1} = \frac{(95 - 15)0,27}{0,27 + 0,18 + 0,26} = 30 \text{ с}.$$

Ко времени основного сигнала первой фазы добавляем время основного сигнала для пешеходов, равное 24 с.

Тогда $t_{o1} = 54$ с.

$$t_{o2} = \frac{(95 - 15)0,18}{0,27 + 0,18 + 0,26} = 21 \text{ с.}$$

Округляем в большую сторону, тогда $t_{o2} = 30$ с.

$$t_{o3} = \frac{(95 - 15)0,26}{0,27 + 0,18 + 0,26} = 29 \text{ с.}$$

Округляем в большую сторону, тогда $t_{o3} = 30$ с.

9. Уточненная длительность цикла

$$T_y = 54 + 30 + 30 + 15 = 129 \text{ с.}$$

10. Задержка на регулируемых перекрестках:

$$\lambda_1 = 54/129 = 0,42,$$

$$\lambda_2 = 30/129 = 0,23,$$

$$\lambda_3 = 30/129 = 0,23;$$

$$x_1 = \frac{1023 \cdot 129}{54 \cdot 3812,5} = 0,64,$$

$$x_2 = \frac{705 \cdot 129}{30 \cdot 3812,5} = 0,80,$$

$$x_3 = \frac{822 \cdot 129}{30 \cdot 3187,5} = 1,11;$$

$$t_{\Delta p1} = 0,9 \left[\frac{129(1 - 0,42)^2}{2(1 - 0,42 \cdot 0,64)} + \frac{0,64^2}{2 \cdot 1023(1 - 0,64)} \right] = 26,82 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p2} = 0,9 \left[\frac{129(1 - 0,23)^2}{2(1 - 0,23 \cdot 0,80)} + \frac{0,80^2}{2 \cdot 705(1 - 0,80)} \right] = 41,95 \text{ с,}$$

$$t_{\Delta p3} = 0,9 \left[\frac{129(1 - 0,23)^2}{2(1 - 0,23 \cdot 1,11)} + \frac{1,11^2}{2 \cdot 822(1 - 1,11)} \right] = 46,06 \text{ с.}$$

11. Средняя задержка на всем пересечении составляет

$$t_{cp} = \frac{26,82 \cdot 1023 + 41,95 \cdot 705 + 46,06 \cdot 822}{1023 + 705 + 822} = 37 \text{ с.}$$

Структура альтернативного светофорного цикла приведена на рис. 58. Усовершенствованная схема организации дорожного движения приведена на рис. 59.

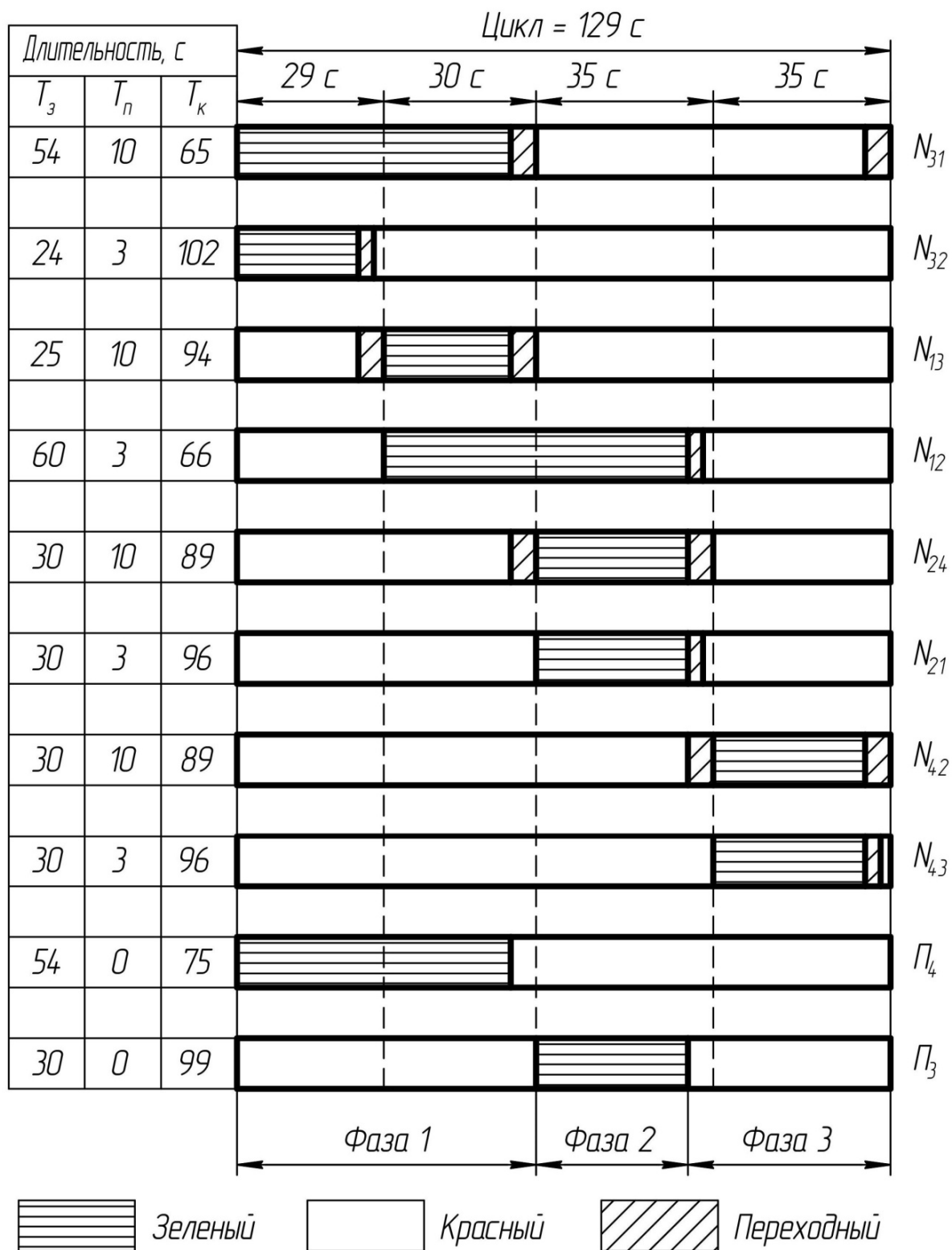


Рис. 58. Структура альтернативного светофорного цикла

Таблица 44. Сравнение параметров светофорного регулирования

Параметр	Существующее светофорное регулирование	Альтернативное светофорное регулирование
Сумма всех промежуточных тактов, с	15	15
Сумма зеленых сигналов основных фаз, с	135	114
Длительность цикла, с	150	129
Средняя задержка на всем пересечении, с	43	37

Таким образом, светофорный цикл сократился на 21 с. Средняя задержка на всем пересечении составит 37 с вместо 43 с.

Выводы по второй главе

1. Существующий перекресток при работающей светофорной сигнализации является простым, а при неработающей – очень сложным.

2. В результате анализа технических средств ОДД установлено, что необходимо установить на светофорах цифровые табло в количестве восьми штук и нанести разметку 1.17.

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

4. Альтернативный вариант светофорного регулирования также состоит из трех фаз и рассчитан по измеренной интенсивности транспортных потоков. По результатам расчета продолжительность светофорного цикла составила 129 с. Средняя задержка на перекрестке составила 37 с.

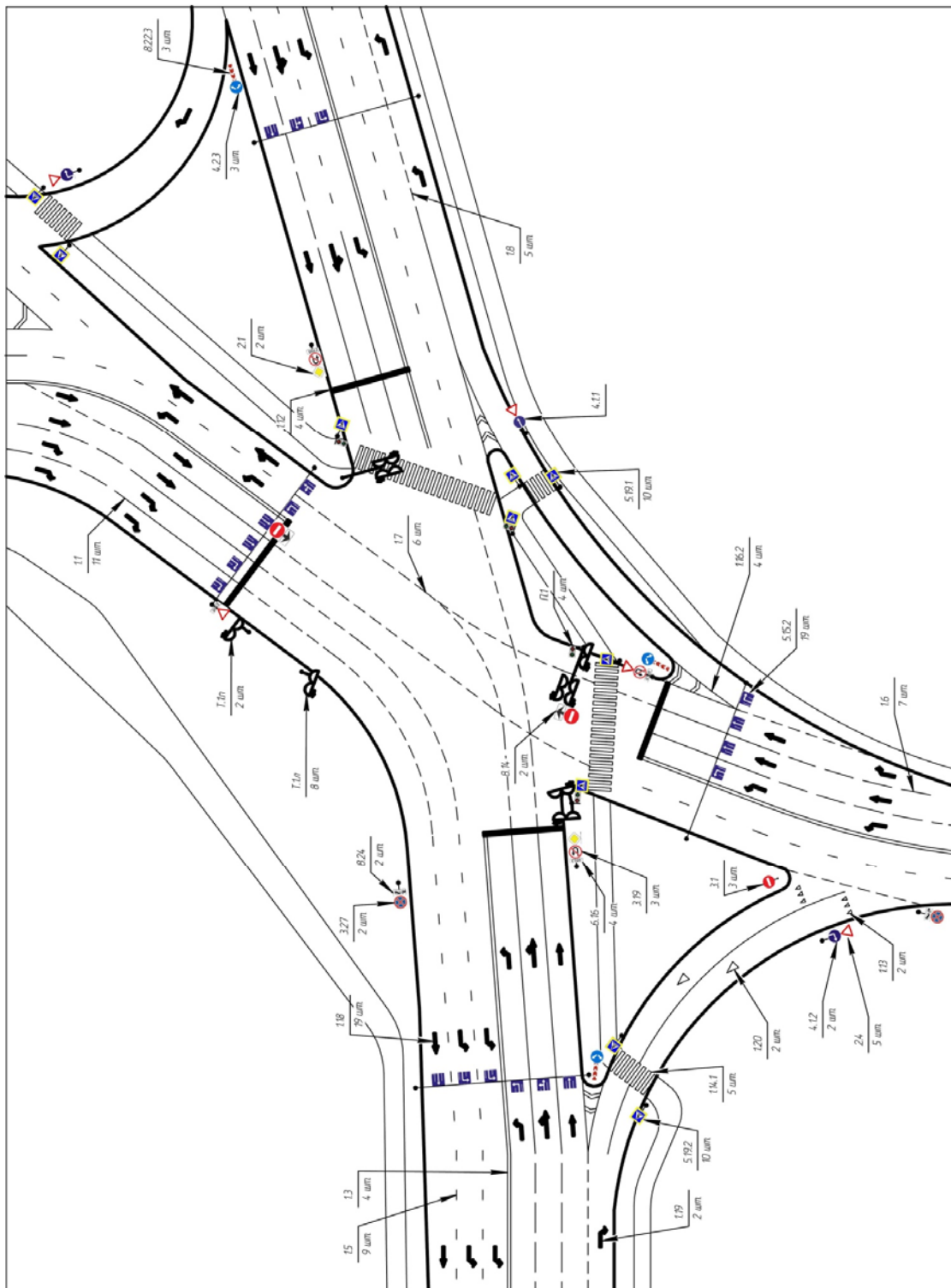


Рис. 59. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

4.3. Пример расчета трехстороннего нерегулируемого перекрестка

Определение интенсивности и состава транспортного потока

Схема перекрестка с указанием всех разрешенных направлений движения представлена на рис. 60.

Был проведен подсчет транспортных средств, въезжающих на перекресток с разных направлений. Продолжительность одного замера – 15 мин. Продолжительность замеров 1 ч, с 7.30 до 8.30 (час пик). Результаты приведены в табл. 45.

Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за час с наибольшей суммарной интенсивностью движения представлена в табл. 46 и 47).

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 48.

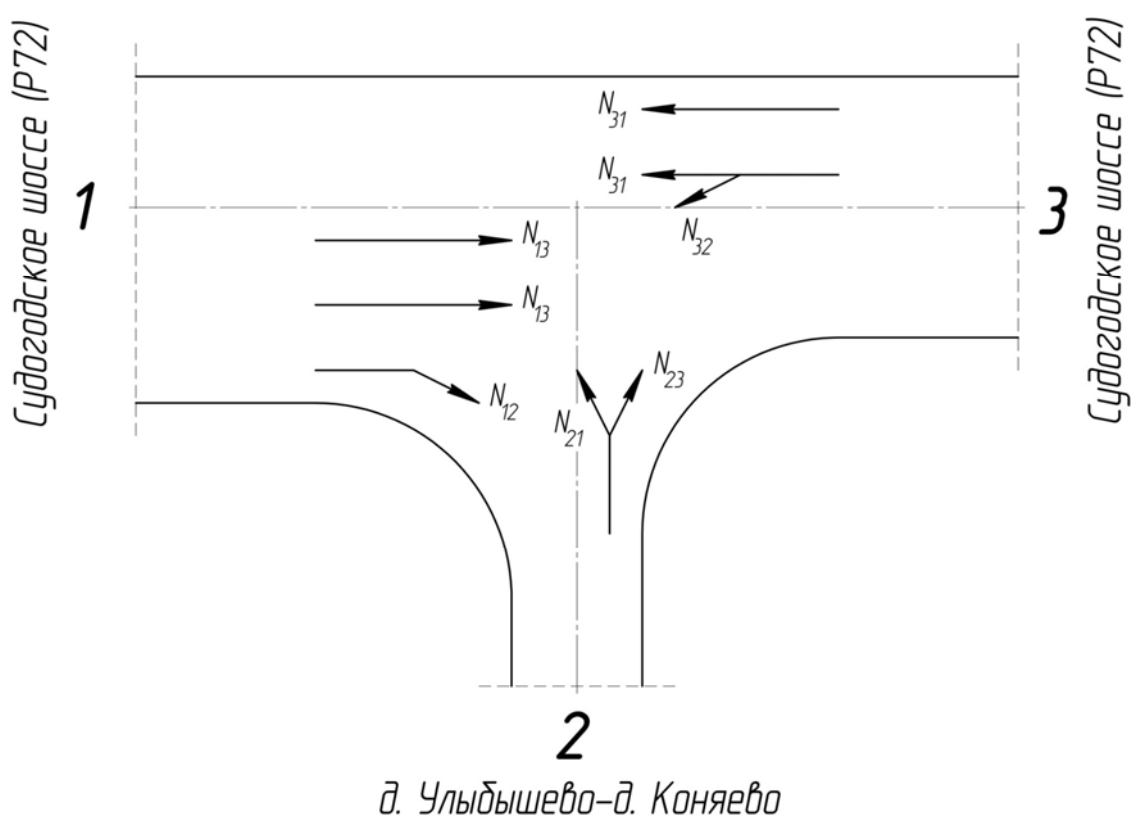


Рис. 60. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Таблица 45. Бланк учета количества ТС

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

Таблица 46. Интенсивность движения на перекрестке за 1 ч

Напр-е движе- ния	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Автопоезд			Все- го	Экви- валент
	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во		
1	-	357	216	-	46	38	-	8	3	-	4	14	686	841
2	289	-	5	18	-	2	4	-	0	0	-	0	318	344
3	1	760	-	2	50	-	0	18	-	0	0	-	831	910
Всего	290	1117	221	20	96	40	4	26	3	0	4	14	1835	2095

Таблица 47. Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 ч

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

Таблица 48. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Автопоезд	Всего
Число ТС	1628	156	33	18	1835
Доля в потоке, %	88,70	8,50	1,80	1,00	100

Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

На основании расчетов (табл. 47) построены картограммы интенсивности транспортных потоков на перекрестке для часа пик. Условная картограмма приведена на рис. 61, а масштабная картограмма – на рис. 62.

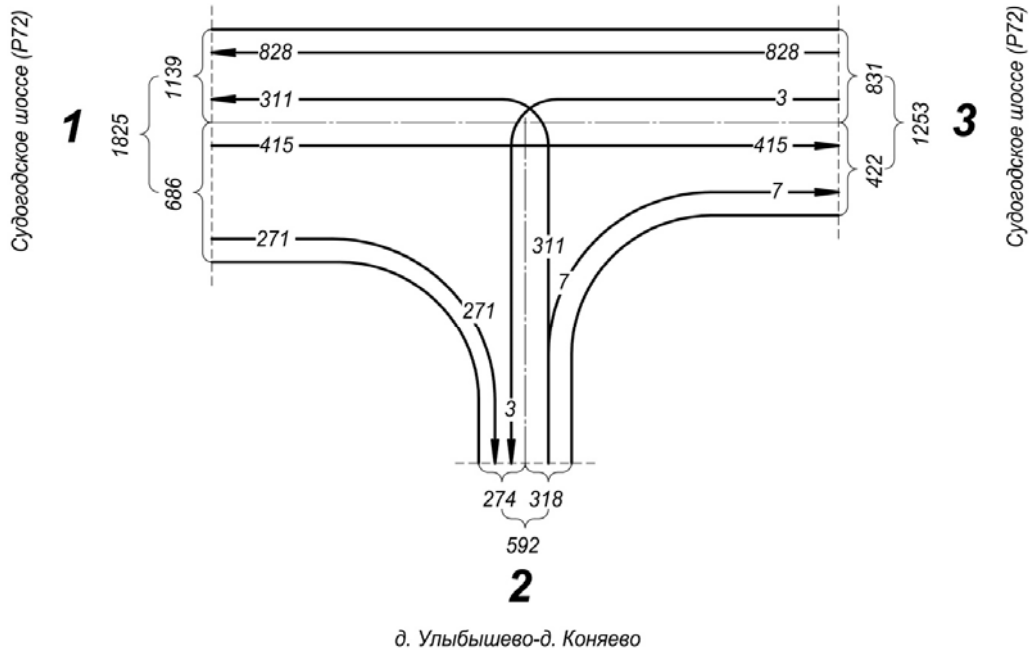


Рис. 61. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

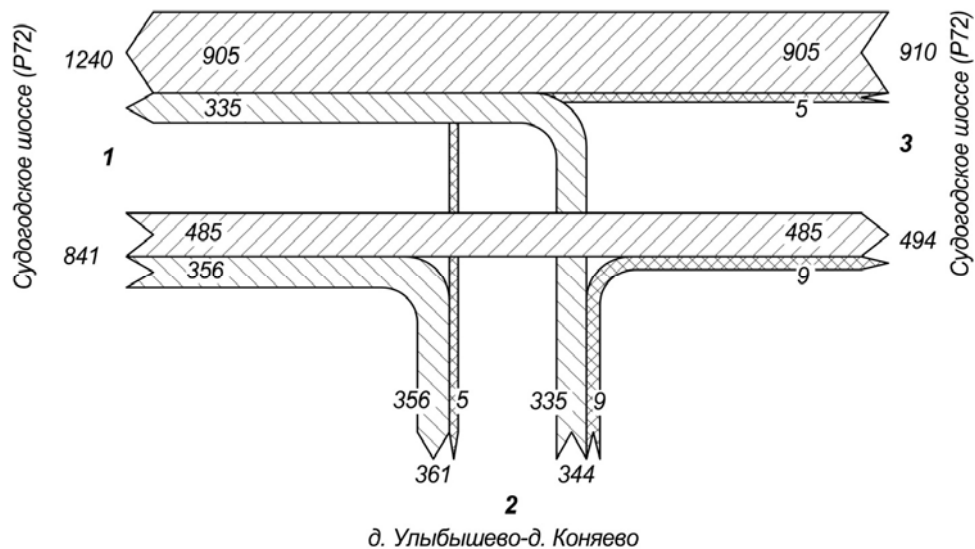


Рис. 62. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Расчет фактической пропускной способности полосы

Замеры проводились на одной полосе – направлении движения № 2 (из г. Радужный), налево (N_{21}) и направо (N_{23}). Протокол обследования пропускной способности полосы представлен в табл. 49. Диаграммы на рис. 63 и 64 иллюстрируют полученные данные на одной полосе потока.

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

Таблица 49. Протокол обследования пропускной способности полосы

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

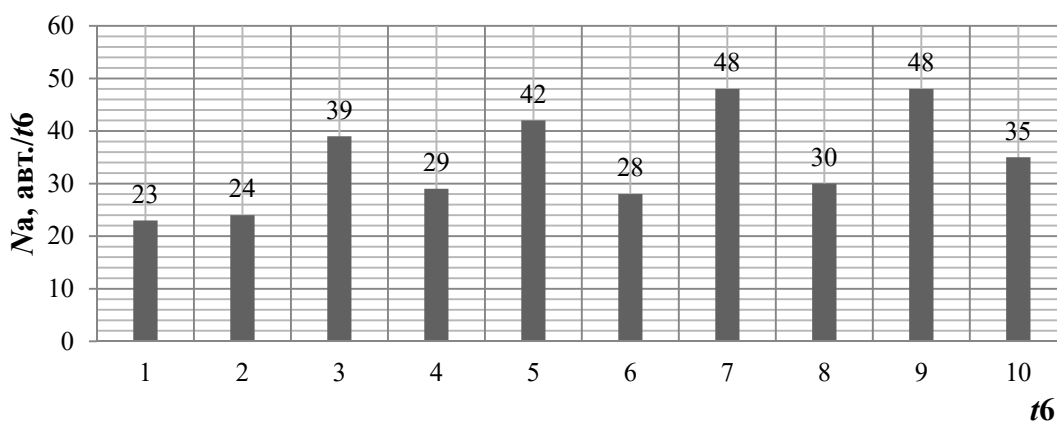


Рис. 63. Диаграмма интенсивности однорядного потока в приведенных единицах

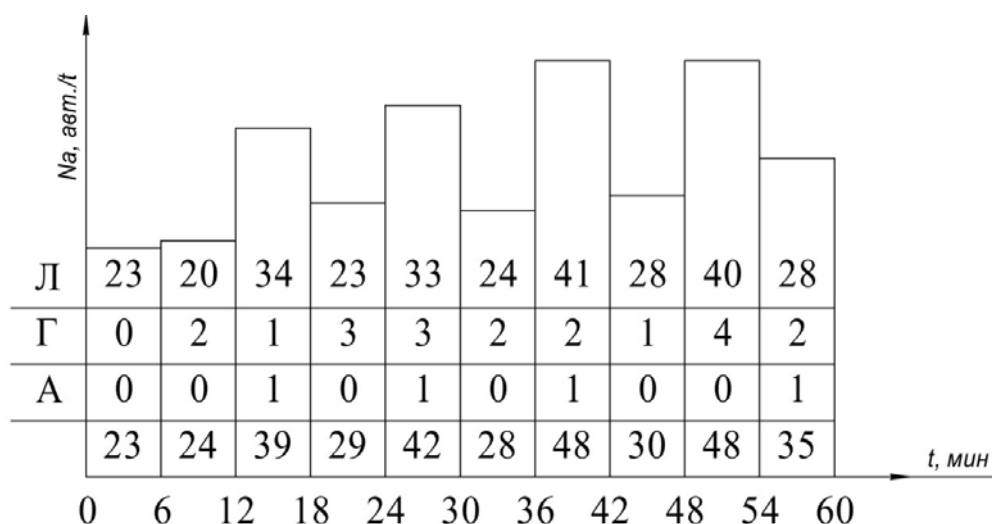


Рис. 64. Диаграмма интенсивности одностороннего потока

Число полос будет равно

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

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

Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости

Определение скоростей движения

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

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 50, а средняя скорость сообщения по типам автомобилей – в табл. 51.

Таблица 50. Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения

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

Продолжение табл. 50

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

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

Таблица 51. Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

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

Коэффициент использования скоростного режима в данном случае будет иметь значения:

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

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

Выбор предела допустимой скорости

Верхний предел допустимой скорости выбирают посредством обработки результатов, зафиксированных в табл. 50. Показатели скорости транспортных средств записаны в табл. 51. В табл. 52 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 65 представлена кривая распределения скоростей легковых автомобилей, а на рис. 66 – кривая накопления скоростей легковых автомобилей.

В табл. 53 представлено распределение количества грузовых автомобилей и автобусов. На рис. 67 представлена кривая распределения скоростей грузовых автомобилей и автобусов, а на рис. 68 – кривая накопления скоростей грузовых автомобилей и автобусов.

Таблица 52. Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

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

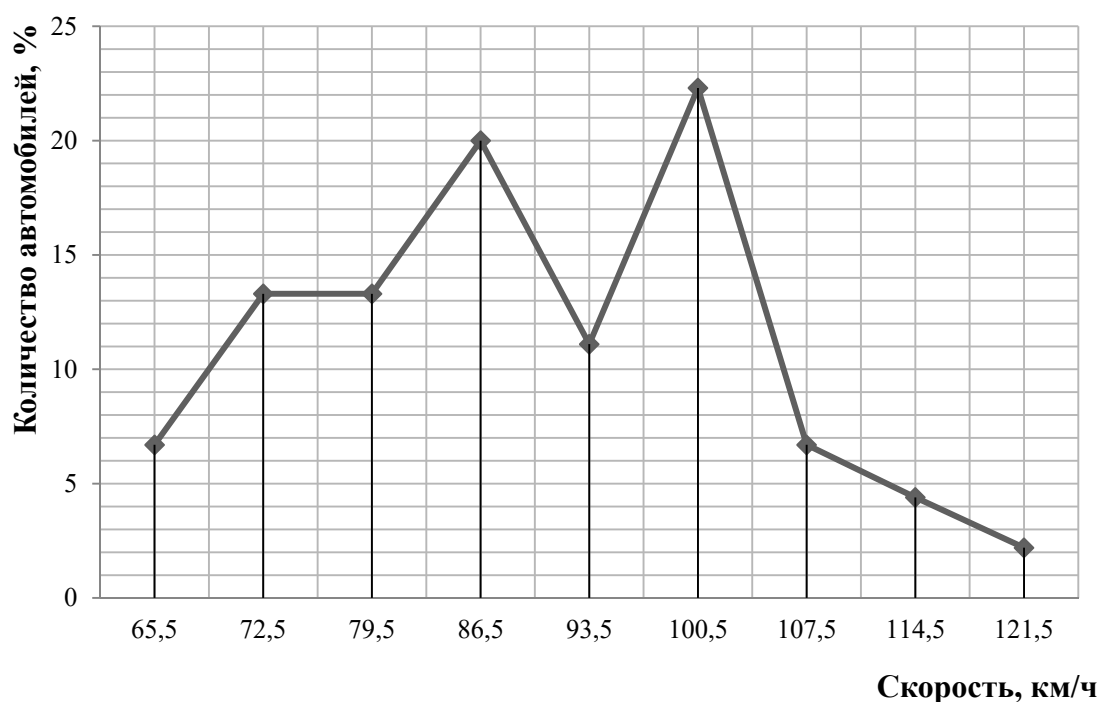


Рис. 65. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

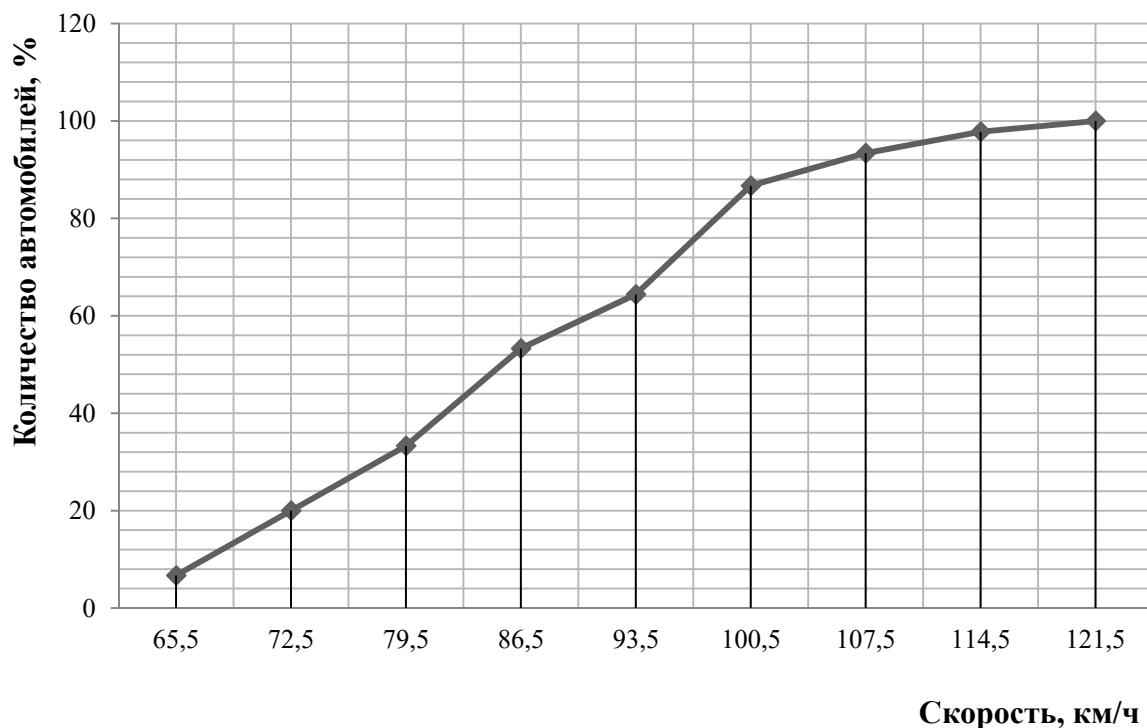


Рис. 66. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Таблица 53. Распределение количества грузовых автомобилей и автобусов по интервалам скоростей

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

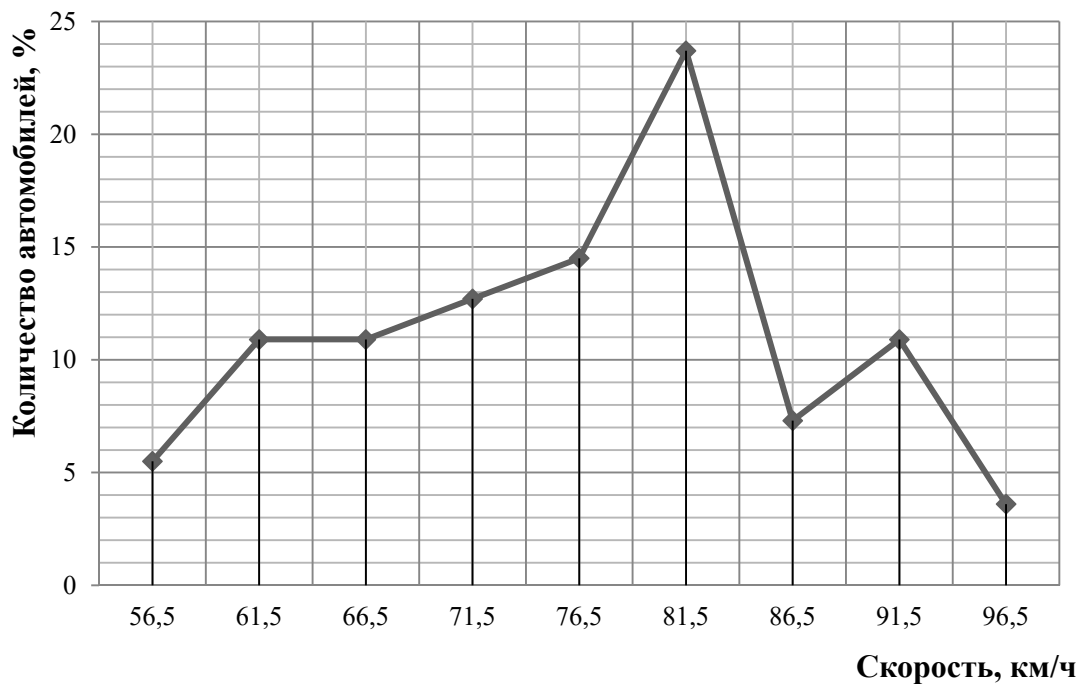


Рис. 67. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей и автобусов

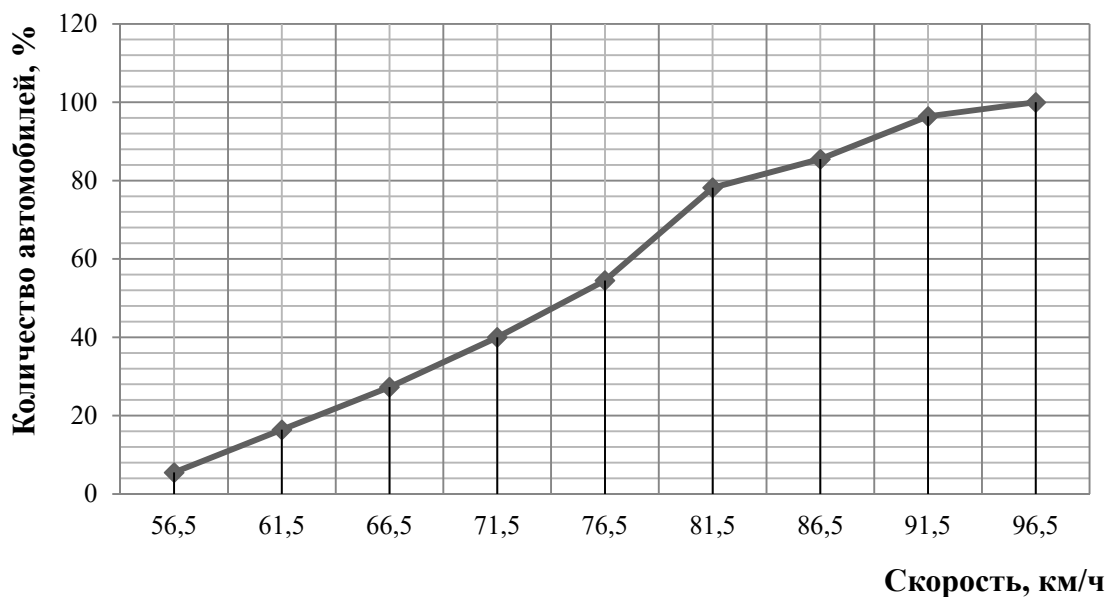


Рис. 68. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей и автобусов

Выводы по первой главе

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

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

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

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

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

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

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

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

8. Из анализа кривой накопления скоростей установлено, что среди легковых автомобилей 15 % (наиболее медленная часть потока) движется со скоростью 70 км/ч. Средняя скорость потока легковых

автомобилей, соответствующего 50 %, равна 85 км/ч. Основная часть потока (85 %) легковых автомобилей движется со скоростью 99 км/ч. Значения скоростей 95 % легковых автомобилей соответствуют скорости 104 км/ч.

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

Оценка сложности пересечения

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами получится следующая ситуация (рис. 69). Направления № 1 и 3 – Судогодское шоссе – являются главной дорогой, а направление № 2 (в г. Радужный) – второстепенной.

Таким образом, имеется 3 точки отклонения, 4 точки слияния и 7 точек пересечения.

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

В результате получаем, что перекресток средней сложности.

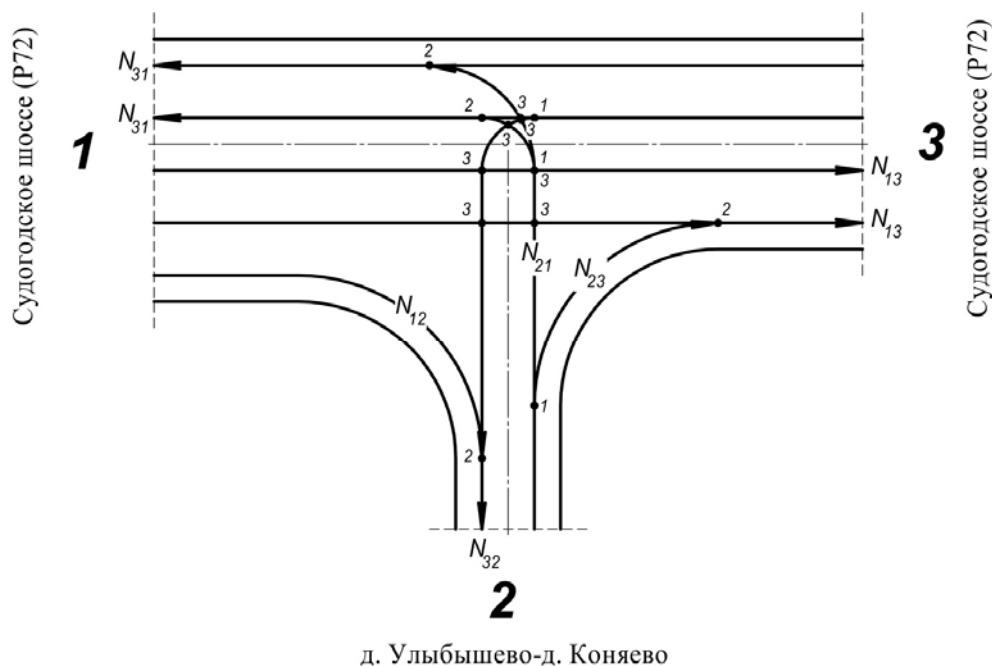


Рис. 69. Конфликтные точки на пересечении дорог

Дорожные знаки и разметка

1. Разметка полос движения и направлений движения на перекрестке присутствует.

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

3. Полосы озеленения присутствуют.

4. Состояние полотна дороги хорошее, ровное.

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

Для исследуемого перекрестка составлена ведомость технических средств ОДД (табл. 54).

Таблица 54. Ведомость технических средств ОДД

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

Существующая схема организации дорожного движения приведена на рис. 70.

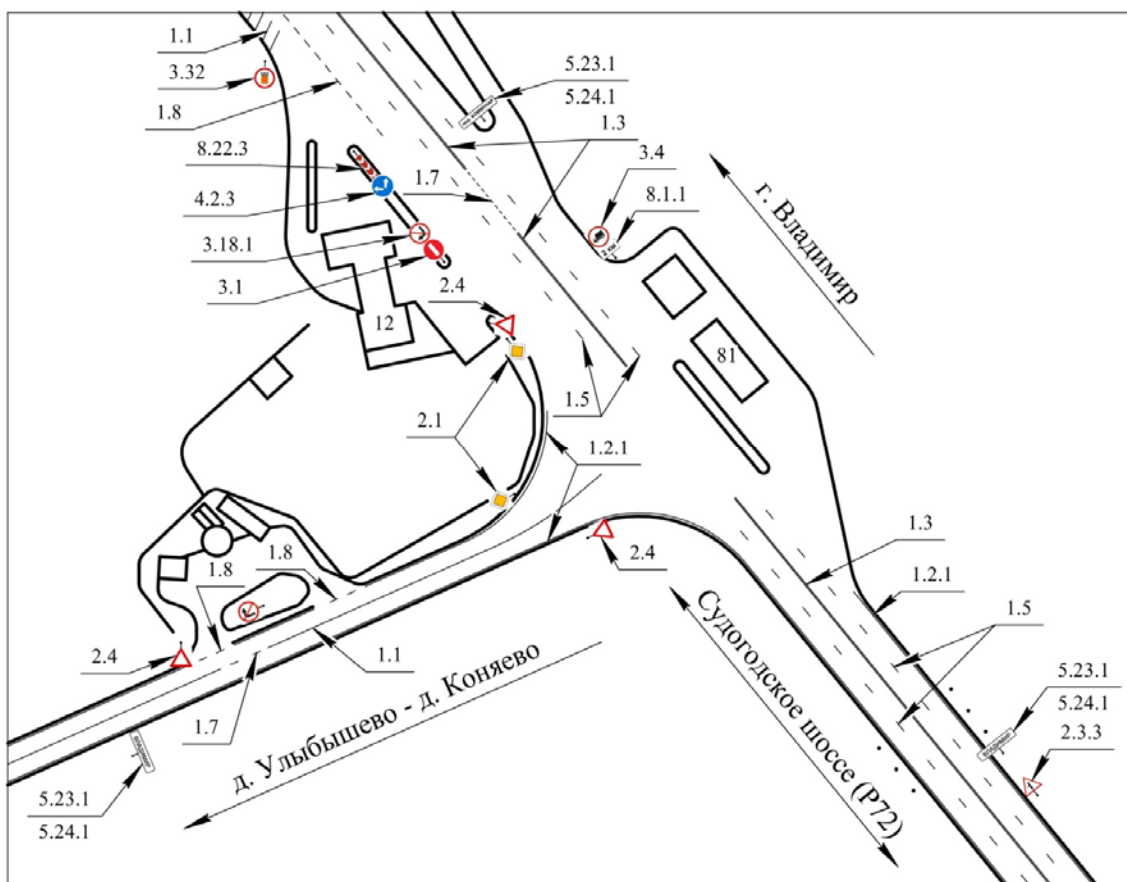


Рис. 70. Существующая схема организации дорожного движения

Выводы по второй главе

1. Существующий перекресток имеет 3 конфликтные точки отклонения, 4 точки слияния и 7 точек пересечения и является перекрестком средней сложности.

2. Из анализа дорожных условий установлено, что:

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

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

- состояние покрытия дороги: хорошее, ровное.

3. В результате анализа дорожных знаков и разметки установлено, что у АЗС CITYOIL отсутствуют следующие знаки:

3.18.1 «Поворот направо запрещен» – 1 шт.,

2.4 «Уступите дорогу» – 1 шт.,

3.1 «Въезд запрещен» – 1 шт.

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

У АГЗС отсутствует знак 3.1 «Въезд запрещен».

Анализ вариантов светофорного регулирования

Условия для проектирования светофорного объекта [11, 14]

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

Пешеходных переходов на перекрестке нет. Численность населения г. Владимира в 2021 году составляла 352 000 человек. Следовательно, условия 2 и 3 не выполняются.

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

Первый вариант светофорного регулирования

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

Пофазный разъезд транспортных потоков представлен на рис. 71 и 72.

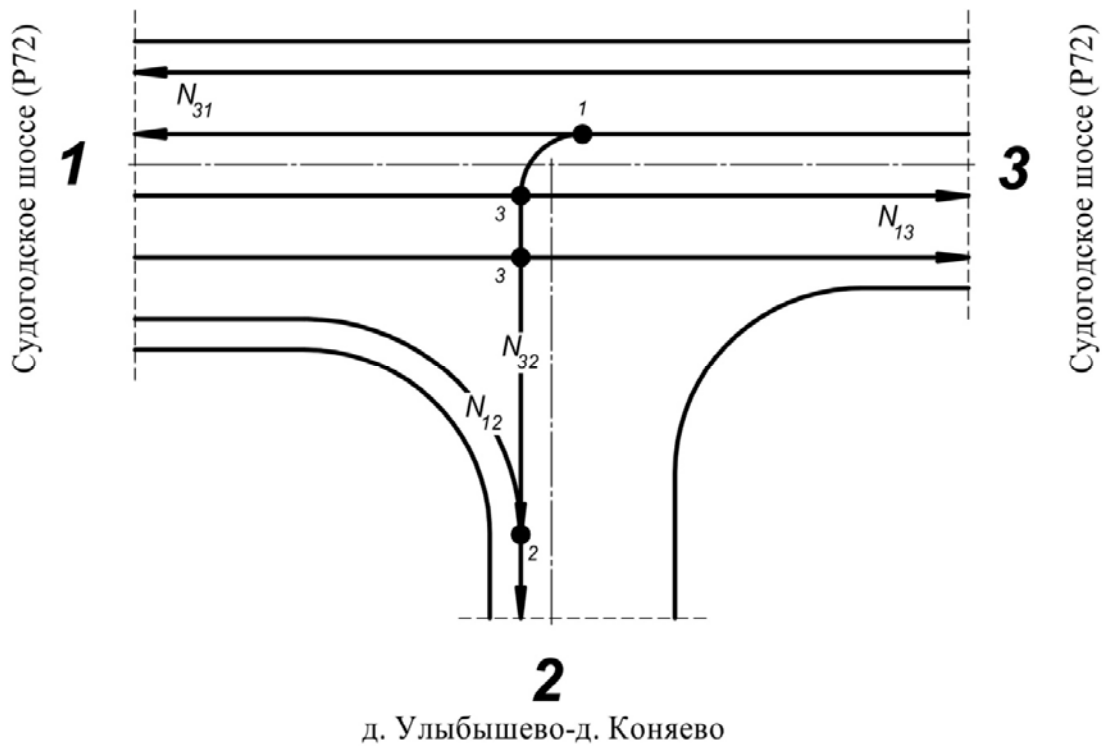


Рис. 71. Фаза № 1

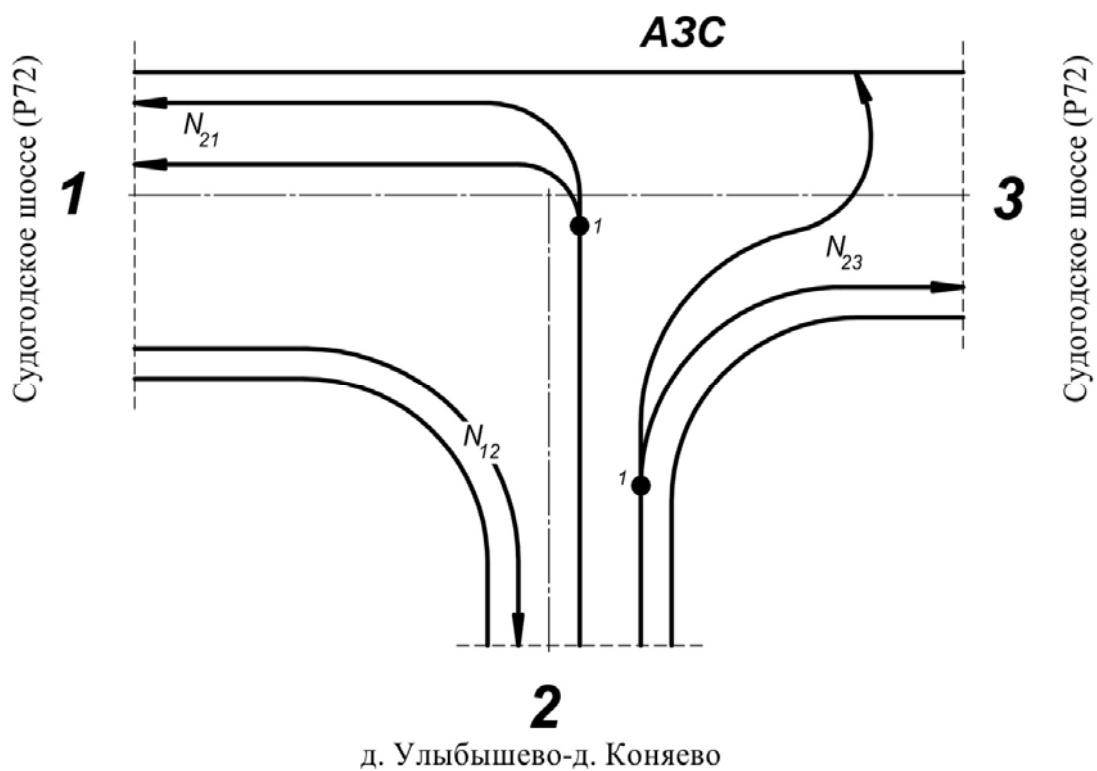


Рис. 72. Фаза № 2

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

фаза № 1 – имеются одна точка отклонения, одна точка слияния и две точки пересечения, фаза № 2 – имеются две точки отклонения.

Таким образом, перекресток является простым

$$m = 1 \cdot 3 + 3 \cdot 1 + 5 \cdot 2 = 16 < 40.$$

1. Расчет потоков насыщения.

Коэффициент многополосности в данном случае равен:

для фазы № 1 – 3,05;

для фазы № 2 – 2,55.

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

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

2. Расчет фазовых коэффициентов.

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

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

3. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

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

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

Расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

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

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

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

Принимаем $t_{п1} = 8$ с.

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

Принимаем $t_{п2} = 5$ с.

4. Сумма всех промежуточных тактов $T_{п} = 8 + 5 = 13$ с.

5. Длительность цикла регулирования

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

6. Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз

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

Принимаем $t_{o1} = 20$ с.

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

Принимаем $t_{o2} = 10$ с.

7. Уточненная длительность цикла $T_y = 8 + 5 + 20 + 10 = 43$ с.

8. Задержка на регулируемых перекрестках:

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

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

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

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

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

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

9. Средняя задержка на всем пересечении составляет

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

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

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


Второй вариант светофорного регулирования

Особенностью этого варианта является поочередный пропуск транспортных потоков в порядке убывания интенсивности. Цикл состоит из трех фаз. Пофазный разъезд транспортных потоков представлен на рис. 73 – 75.

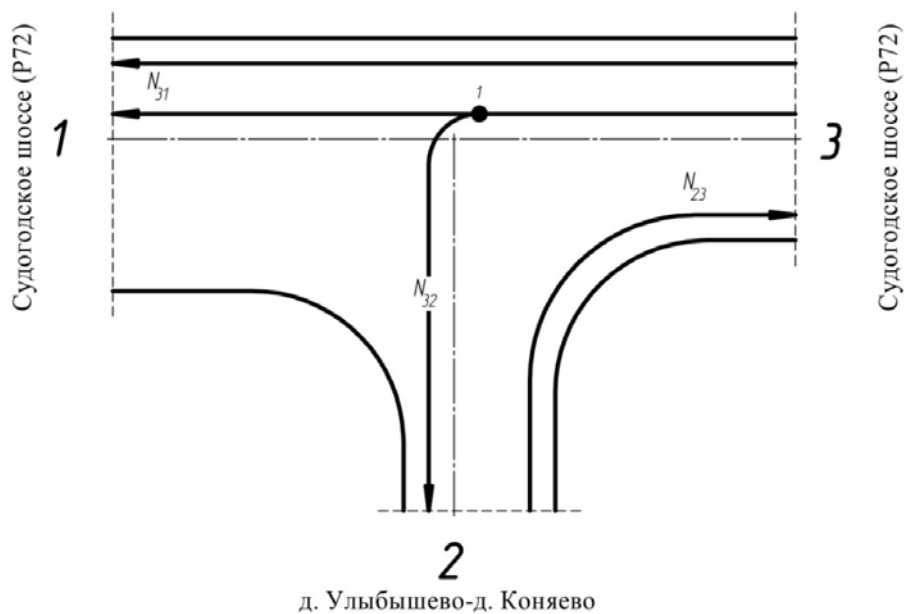


Рис. 73. Фаза № 1

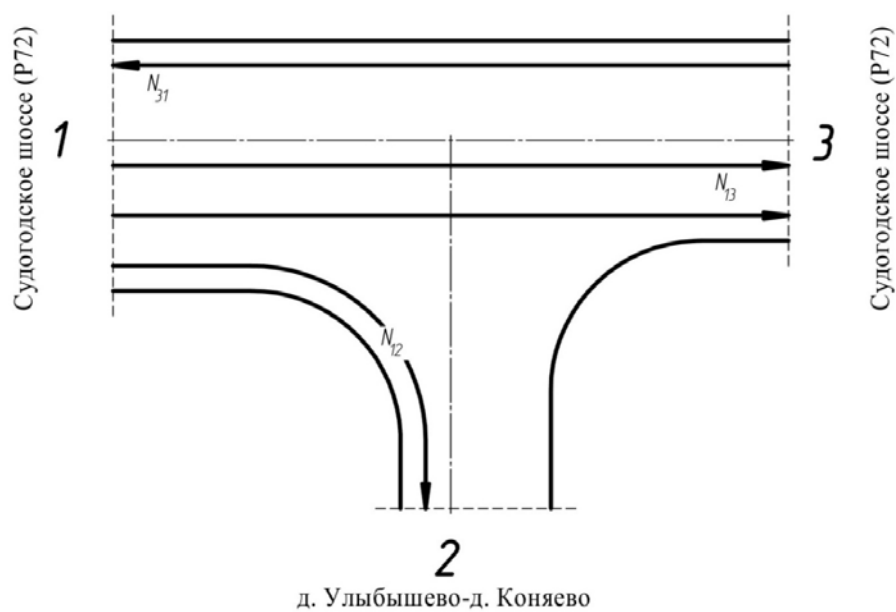
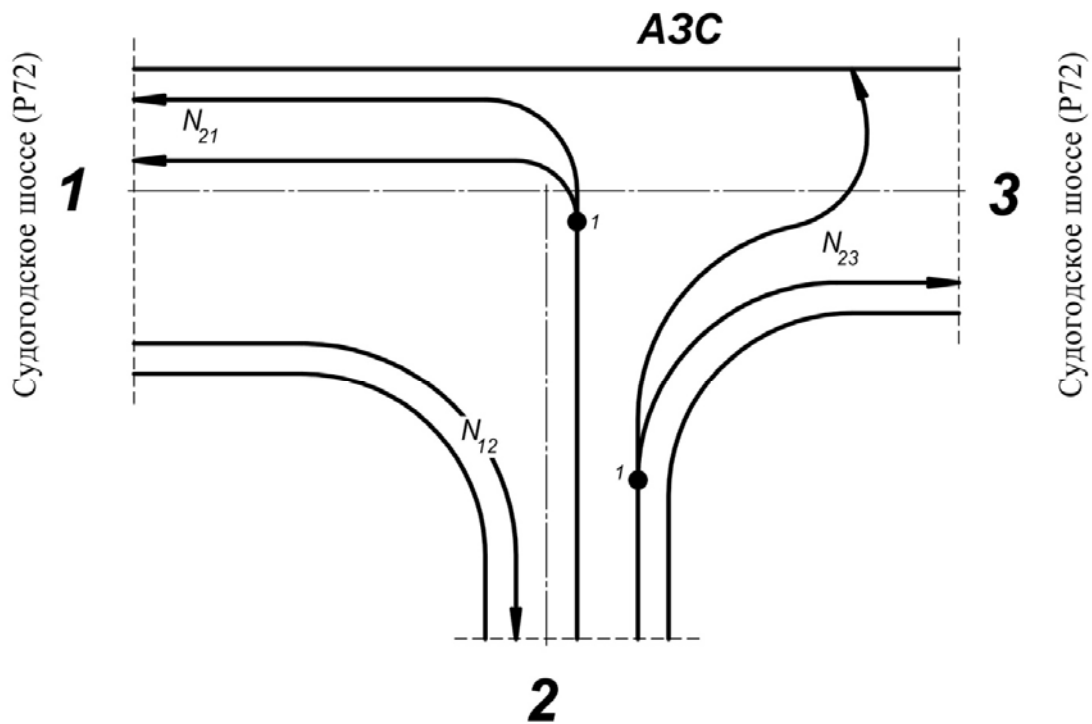


Рис. 74. Фаза № 2



д. Улыбышево-д. Коняево

Рис. 75. Фаза № 3

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

фаза № 1 – присутствует одна точка отклонения,

фаза № 2 – конфликтные точки отсутствуют,

фаза № 3 – присутствуют две точки отклонения.

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

1. Расчет потоков насыщения:

Коэффициент многополосности в данном случае равен:

для фазы № 1 – 2,55,

фазы № 2 – 3,05,

фазы № 3 – 2,55.

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

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

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

2. Расчет фазовых коэффициентов:

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{H1}} = \frac{905}{3187,5} = 0,28,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{H2}} = \frac{485}{3812,5} = 0,13,$$

$$y_3 = \frac{N_3}{M_{H2}} = \frac{356}{3187,5} = 0,11.$$

3. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

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

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

Расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки

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

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

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

Принимаем $t_{п1} = 8$ с.

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

Принимаем $t_{п2} = 5$ с.

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

Принимаем $t_{п3} = 4$ с.

4. Сумма всех промежуточных тактов $T_{п} = 4 + 5 + 8 = 17$ с.

5. Длительность цикла регулирования $T = 64$ с.

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

$$t_{o1} = 26 \text{ с}, \text{ принимаем } t_{o1} = 30 \text{ с},$$

$$t_{o2} = 12 \text{ с}, \text{ принимаем } t_{o2} = 15 \text{ с},$$

$$t_{o3} = 10 \text{ с}.$$

7. Уточненная длительность цикла $T_y = 72$ с.

8. Задержка на регулируемых перекрестках:

$$\lambda_1 = 0,42, \quad \lambda_2 = 0,21, \quad \lambda_3 = 0,14.$$

$$x_1 = 0,68, \quad x_2 = 0,61, \quad x_3 = 0,80.$$

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

9. Средняя задержка на всем пересечении составляет $t_{cp} = 20$ с.

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

```
clear all
g1=2.55;
g2=3.05;
g3=2.55;
N1=905;
N2=485;
N3=356;
Va=45;
at=4;
la=4.3;
l1=25;
l2=34;
l3=70;
Mn1=1250*g1
Mn2=1250*g2
Mn3=1250*g3
y1=N1/Mn1
y2=N2/Mn2
y3=N3/Mn3
ttn1=Va/(7.2*at)+(3.6*(l1+la))/Va
ttn2=Va/(7.2*at)+(3.6*(l2+la))/Va
ttn3=Va/(7.2*at)+(3.6*(l3+la))/Va
tn1=round(ttn1)
tn2=round(ttn2)
tn3=round(ttn3)
Tn=tn1+tn2+tn3
```

$$T = (1.5 * T_n + 5) / (1 - (y_1 + y_2 + y_3))$$

$$t_{o1} = ((T - T_n) * y_1) / (y_1 + y_2 + y_3)$$

$$t_{o2} = ((T - T_n) * y_2) / (y_1 + y_2 + y_3)$$

$$t_{o3} = ((T - T_n) * y_3) / (y_1 + y_2 + y_3)$$

$$T_y = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} + T_n$$

$$l_{a1} = t_{o1} / T_y$$

$$l_{a2} = t_{o2} / T_y$$

$$l_{a3} = t_{o3} / T_y$$

$$x_1 = (N_1 * T_y) / (t_{o1} * M_{n1})$$

$$x_2 = (N_2 * T_y) / (t_{o2} * M_{n2})$$

$$x_3 = (N_3 * T_y) / (t_{o3} * M_{n3})$$

$$t_{dp1} = 0.9 * ((T_y * (1 - l_{a1})^2) / (2 * (1 - l_{a1} * x_1)) + x_1^2 / (2 * N_1 * (1 - x_1)))$$

$$t_{dp2} = 0.9 * ((T_y * (1 - l_{a2})^2) / (2 * (1 - l_{a2} * x_2)) + x_2^2 / (2 * N_2 * (1 - x_2)))$$

$$t_{dp3} = 0.9 * ((T_y * (1 - l_{a3})^2) / (2 * (1 - l_{a3} * x_3)) + x_3^2 / (2 * N_3 * (1 - x_3)))$$

$$t_{sr} = (t_{dp1} * N_1 + t_{dp2} * N_2 + t_{dp3} * N_3) / (N_1 + N_2 + N_3)$$

Сравнение параметров светофорного регулирования представлено в табл. 55.

Таблица 55. Сравнение параметров светофорного регулирования

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

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

Структуры светофорных циклов приведены на рис. 76 и 77.

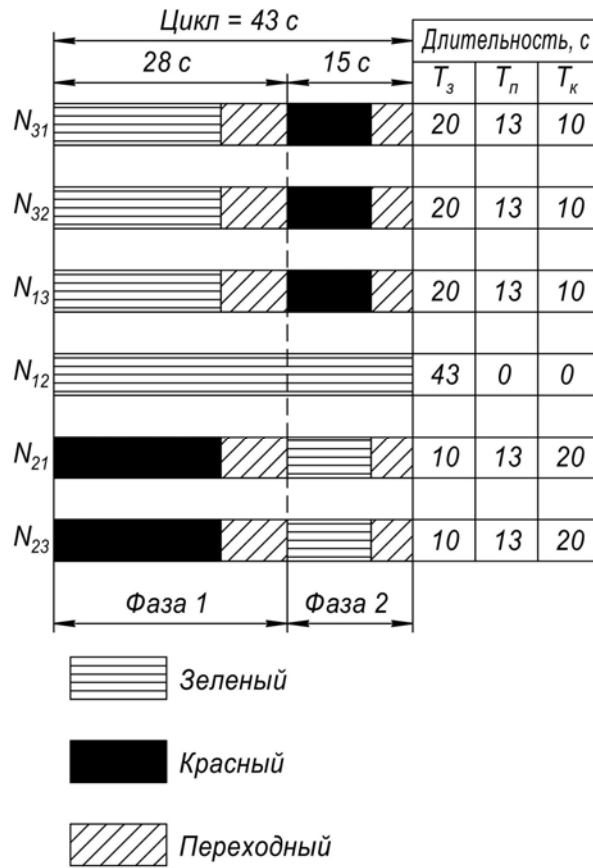


Рис. 76. Структура первого варианта светофорного регулирования

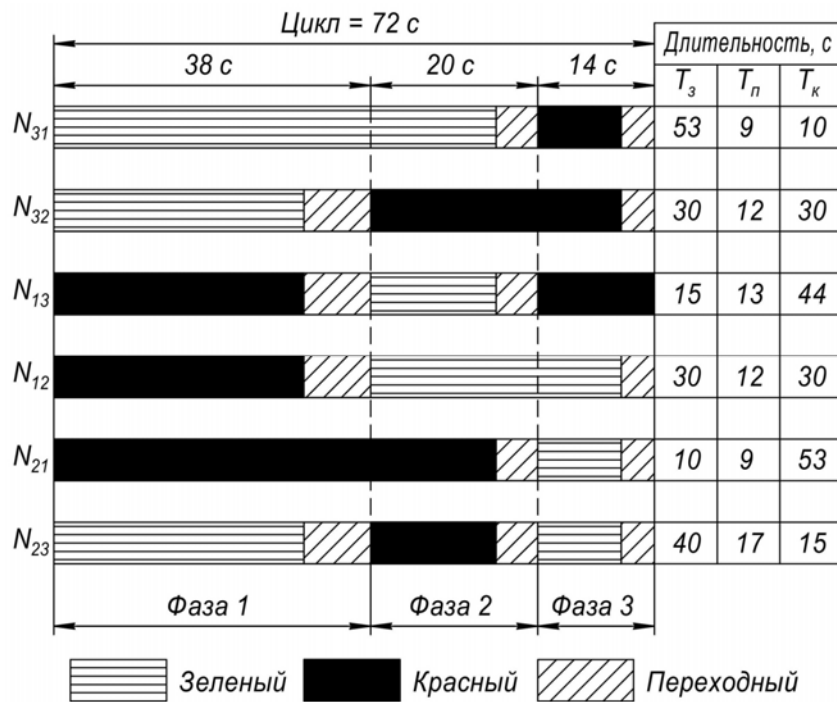


Рис. 77. Структура второго варианта светофорного регулирования

Усовершенствованная схема организации дорожного движения с учетом анализа дорожных условий и выбранного варианта светофорного регулирования приведена на рис. 78.

Выводы по третьей главе

1. В результате анализа условий ввода светофорного регулирования установлено:

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

Пешеходных переходов на перекрестке нет. Численность населения г. Владимира в 2021 году составляла 352 000 человек. Следовательно, условия 2 и 3 не выполняются.

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

2. Было предложено два варианта светофорного регулирования:

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

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

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

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

4. На усовершенствованной схеме организации дорожного движения необходимо добавить:

- разметку 1.12, 1.1, 1.6, 1.18;

- знаки 5.15.1, 6.16 и 5.15.3;

- светофорные объекты в соответствии с первым вариантом светофорного регулирования. Для удобства оценки времени водителями предлагается к светофорам добавить цифровые табло.

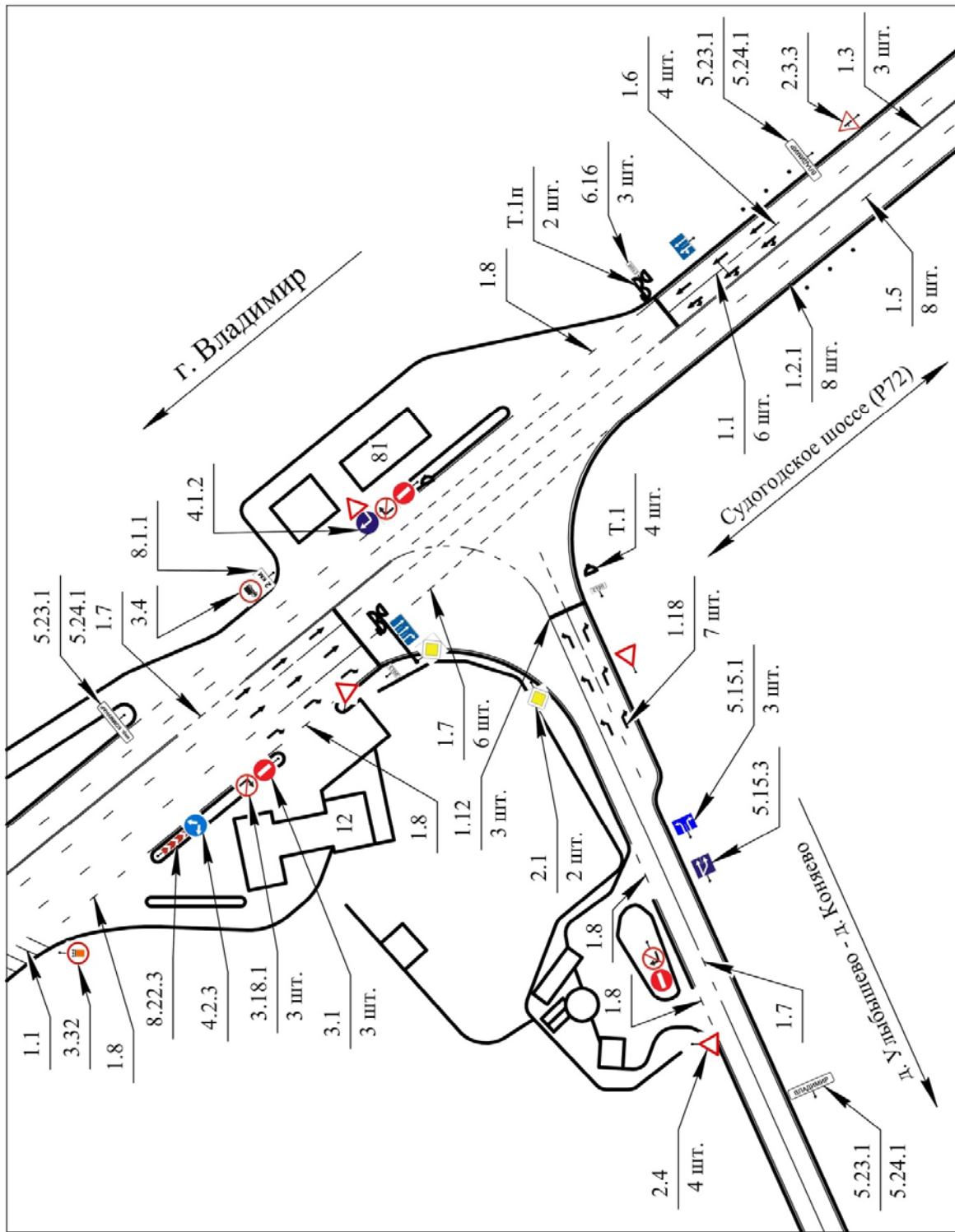


Рис. 78. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

4.4. Пример расчета трехстороннего регулируемого перекрестка Определение интенсивности и состава транспортного потока

Схема перекрестка представлена на рис. 79.

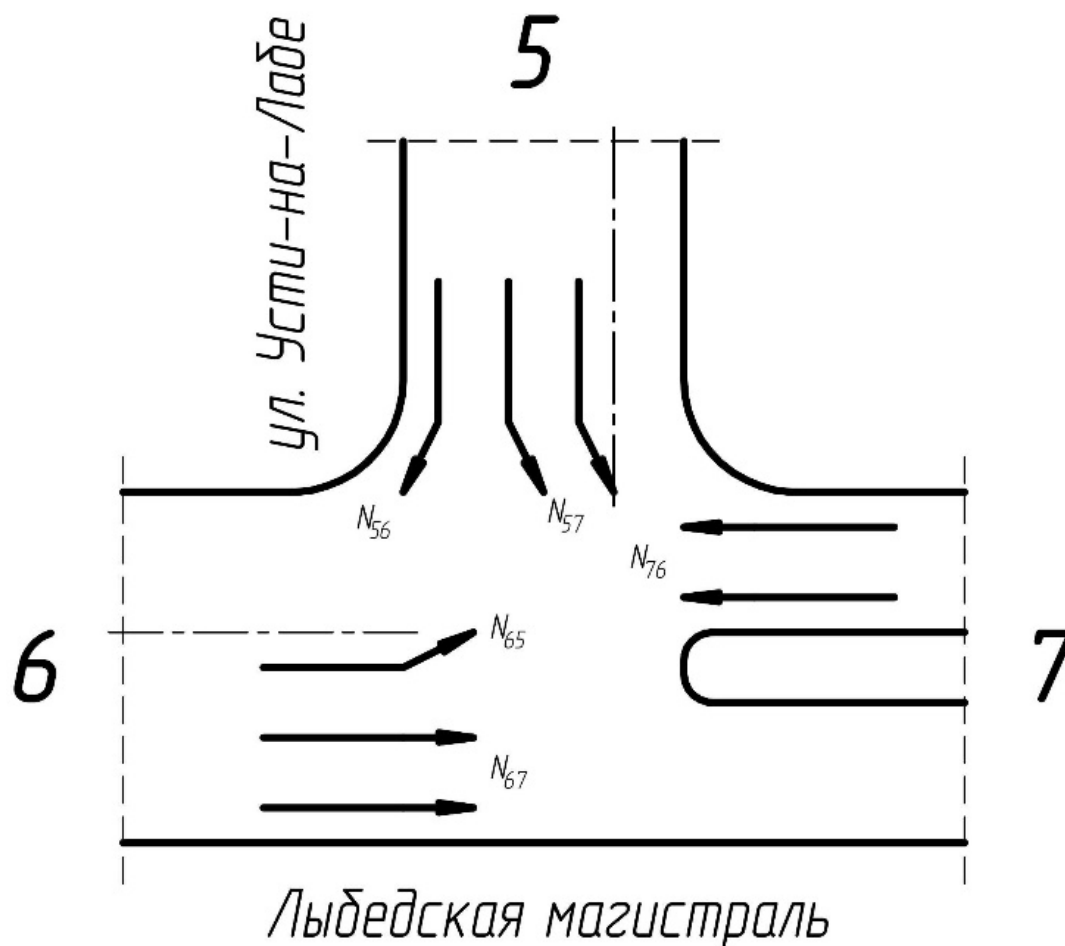


Рис. 79. Схема перекрестка с указанием направлений движения

Бланк учета количества ТС представлен в табл. 56. Интенсивность движения на перекрестке за 1 ч представлена в табл. 57. Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 ч представлена в табл. 58. Доля каждого типа ТС в общем потоке представлена в табл. 59.

Таблица 56. Бланк учета количества ТС

Напр-е движения	Вре-мя, ч, мин	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Троллейбус		
		Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во
5	8.00	90	0	37	3	0	1	6	0	0	3	0	0
6	–	41	67	0	4	6	0	1	2	0	0	0	0
7	8.15	0	120	0	0	9	0	0	3	0	0	0	0
5	8.15	95	0	46	6	0	4	4	0	1	3	0	0
6	–	58	92	0	3	7	0	0	1	0	0	0	0
7	8.30	0	142	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0
5	8.30	111	0	38	9	0	6	2	0	0	3	0	0
6	–	54	107	0	2	10	0	1	5	0	0	0	0
7	8.45	0	140	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0
5	8.45	119	0	34	6	0	3	5	0	0	3	0	0
6	–	49	108	0	3	5	0	1	2	0	0	0	0
7	9.00	0	149	0	0	9	0	0	6	0	0	0	0

Таблица 57. Интенсивность движения на перекрестке за 1 ч

Напр-е движения	Легковое ТС			Грузовое ТС до 12 т			Автобус			Троллейбус			Всего	Эквива-лент
	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во		
5	415	0	155	24	0	14	17	0	1	12	0	0	638	727
6	202	374	0	12	28	0	3	10	0	0	0	0	629	689
7	0	551	0	0	34	0	0	12	0	0	0	0	597	649
Всего	617	925	155	36	62	14	20	22	1	12	0	0	1864	2065

Таблица 58. Интенсивность движения в приведенных единицах на перекрестке за 1 ч

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

Таблица 59. Доля каждого типа ТС в общем потоке

Тип ТС	Легковое ТС	Грузовое ТС до 12 т	Автобус	Троллейбус	Всего
Число ТС	1697	112	43	12	1864
Доля в потоке, %	91,0	6,1	2,3	0,6	100

Построение картограмм интенсивности транспортных потоков

Условная картограмма интенсивности транспортных потоков приведена на рис. 80, а масштабная – на рис. 81.

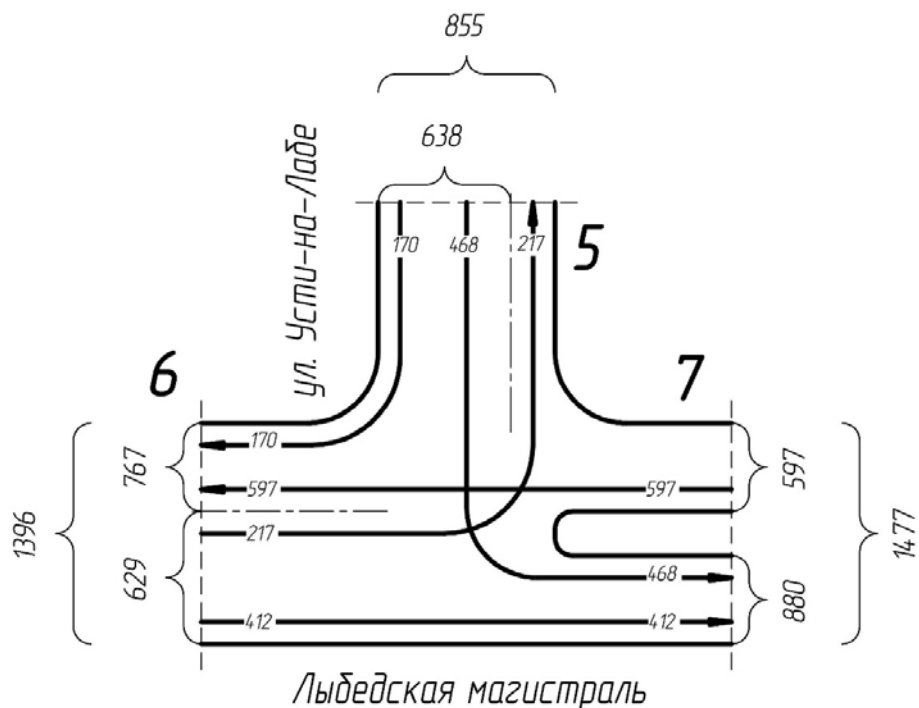


Рис. 80. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке (в натуральных ТС)

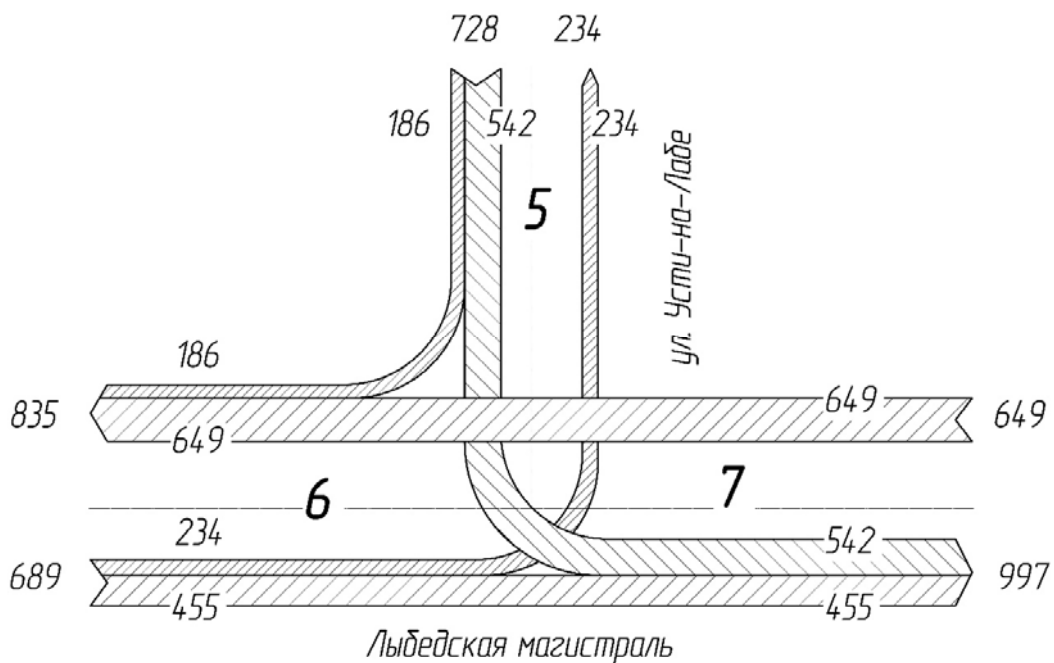


Рис. 81. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке (в приведенных ТС)

Расчет фактической пропускной способности полосы

Замеры проводились на одной полосе направления движения № 5. Протокол обследования пропускной способности полосы представлен в табл. 60. Диаграмма на рис. 82 иллюстрирует полученные данные на одной полосе регулируемого потока.

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

Таблица 60. Протокол обследования пропускной способности полосы

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

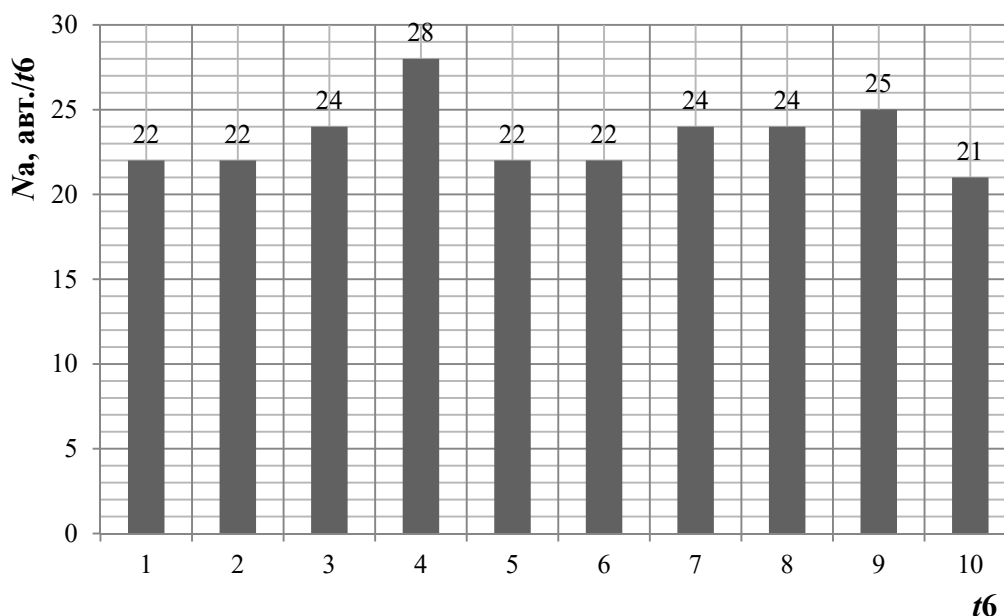


Рис. 82. Диаграмма интенсивности однорядного потока в приведенных единицах

Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости

Определение скоростей движения

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 61, а средняя скорость сообщения по типам автомобилей – в табл. 62.

Таблица 61. Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения

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

Окончание табл. 61

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

Таблица 62. Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

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

Коэффициент использования скоростного режима в данном случае будет иметь значения:

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

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

Выбор предела допустимой скорости

В табл. 63 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 83 представлена кривая распределения скоростей, а на рис. 84 – кривая накопления скоростей.

В табл. 64 представлено распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей. На рис. 85 представлена кривая распределения скоростей, а на рис. 86 – кривая накопления скоростей.

Таблица 63. Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

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

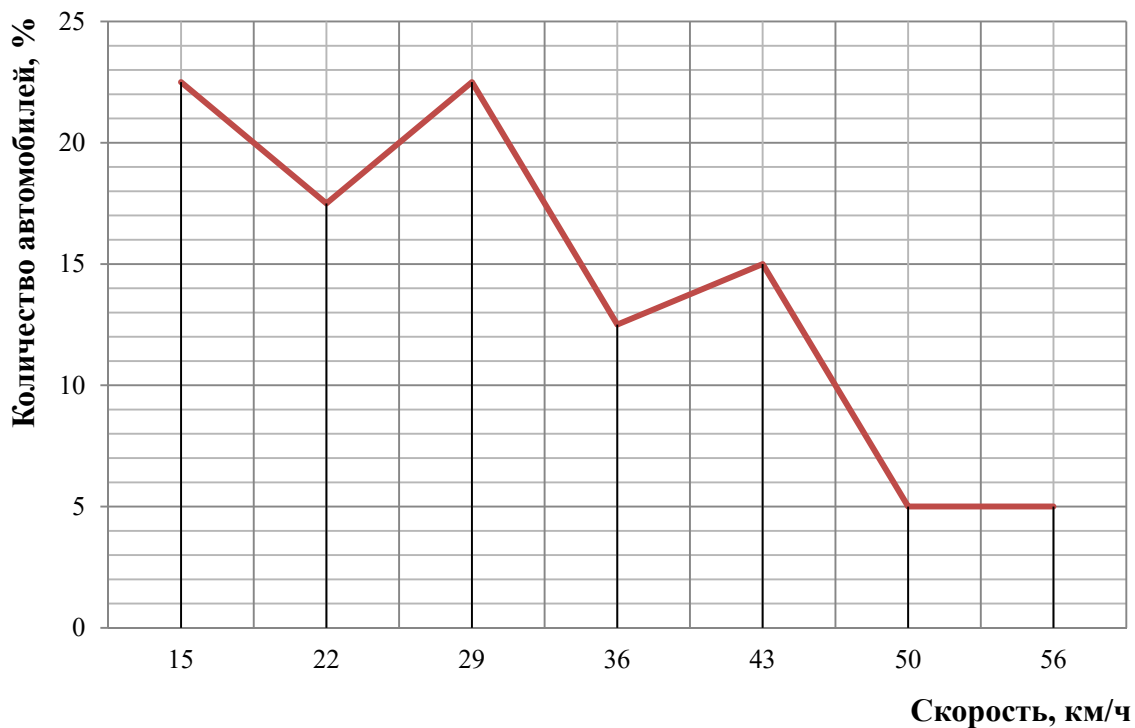


Рис. 83. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей

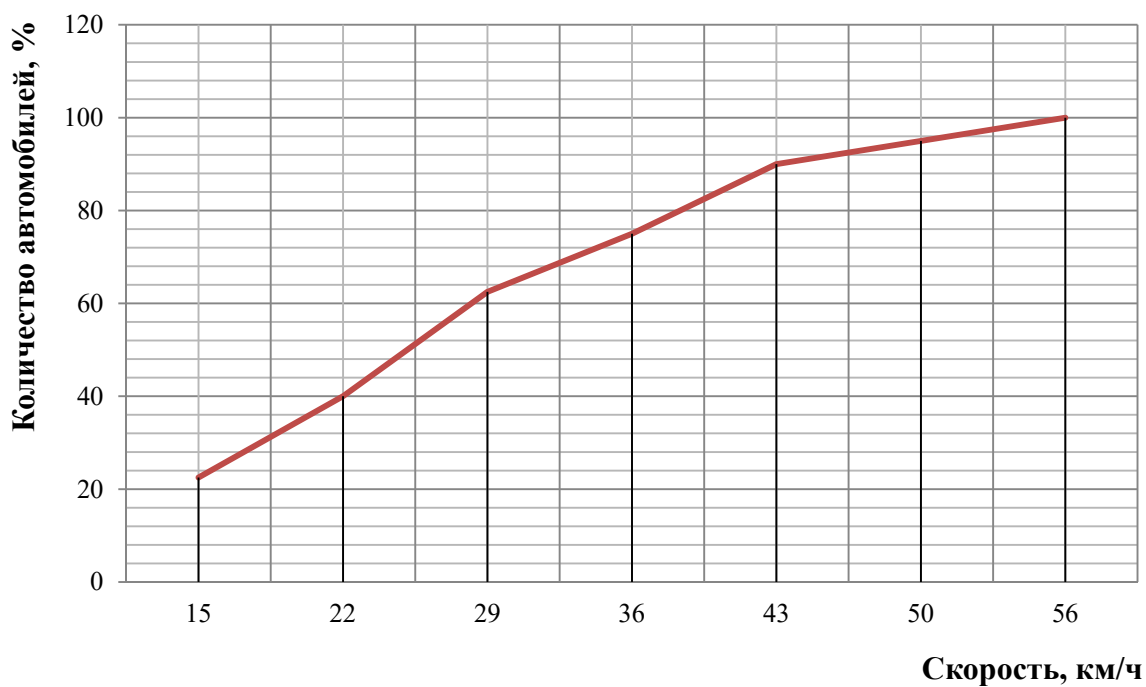


Рис. 84. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей

Таблица 64. Распределение количества грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей

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

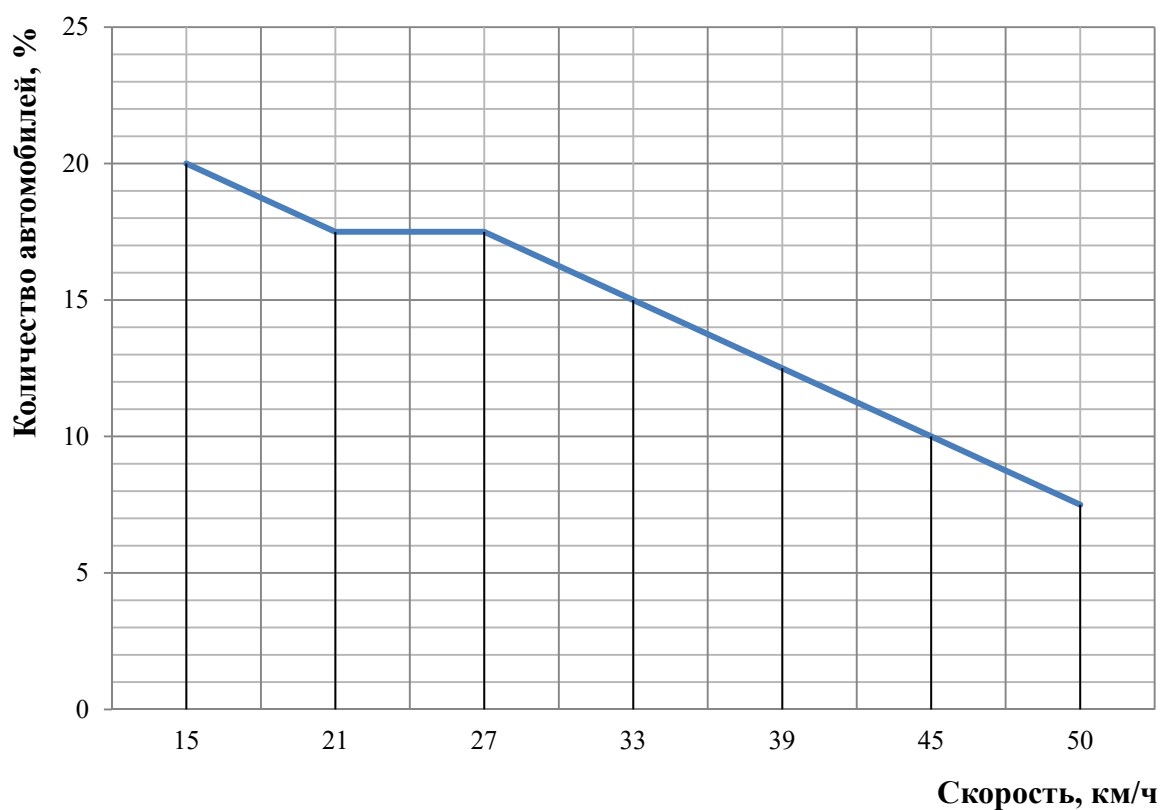


Рис. 85. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов

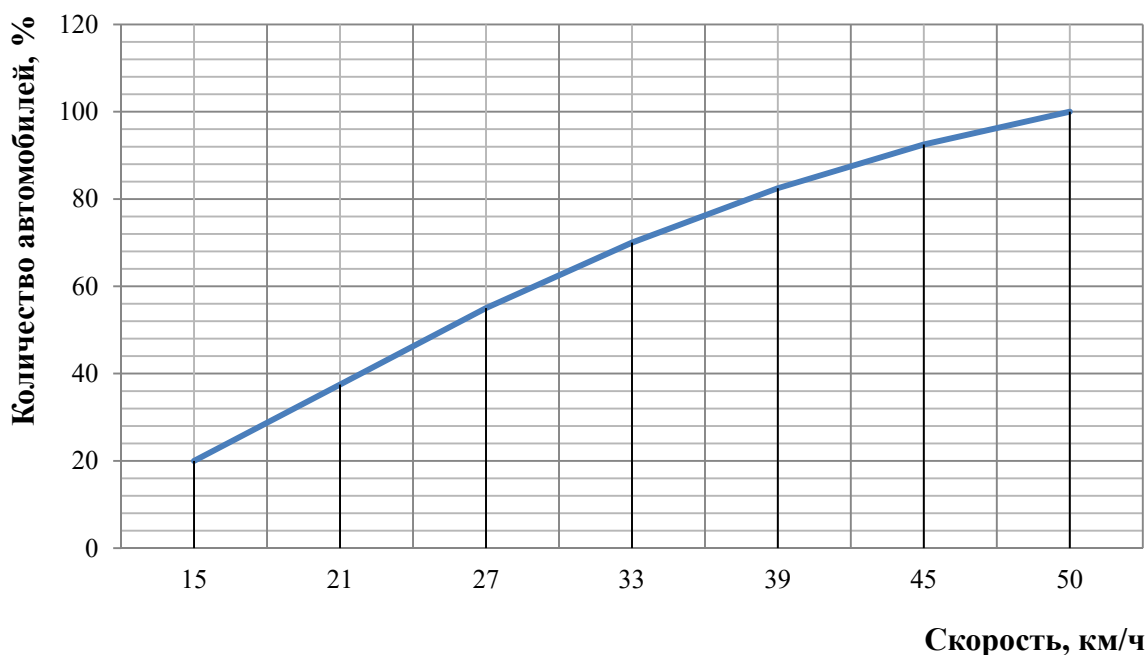


Рис. 86. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 т, автобусов, троллейбусов

Выводы по первой главе

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

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

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

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

вила 234 приведенные единицы ТС в час. Коэффициент загрузки полосы транспортным потоком равен 0,84. Следовательно, дополнительной полосы для движения не требуется.

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

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

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

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

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

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

Оценка сложности пересечения

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при работающей светофорной сигнализации присутствуют конфликтные точки, показанные на рис. 87 – 89.

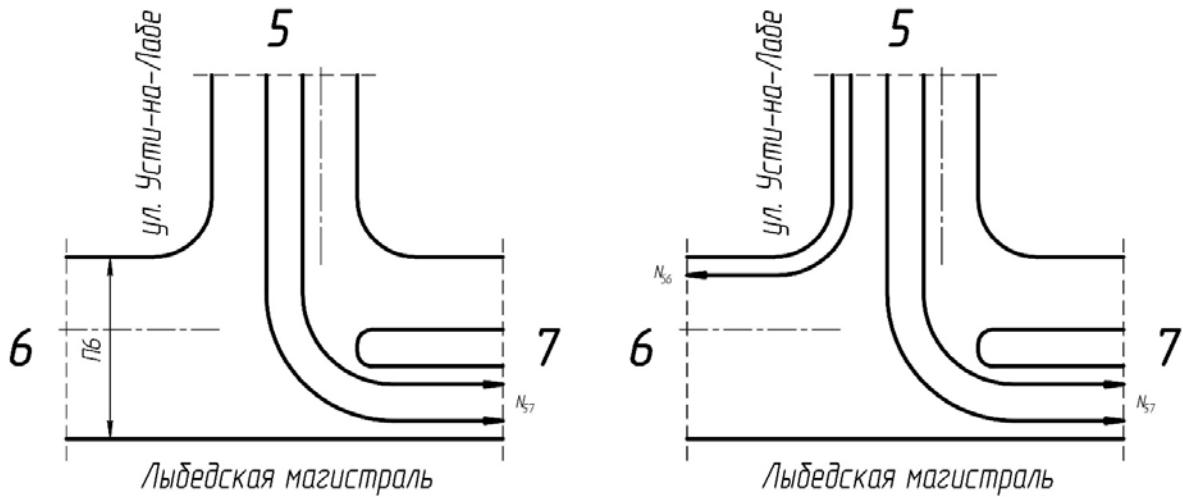


Рис. 87. Фаза № 1

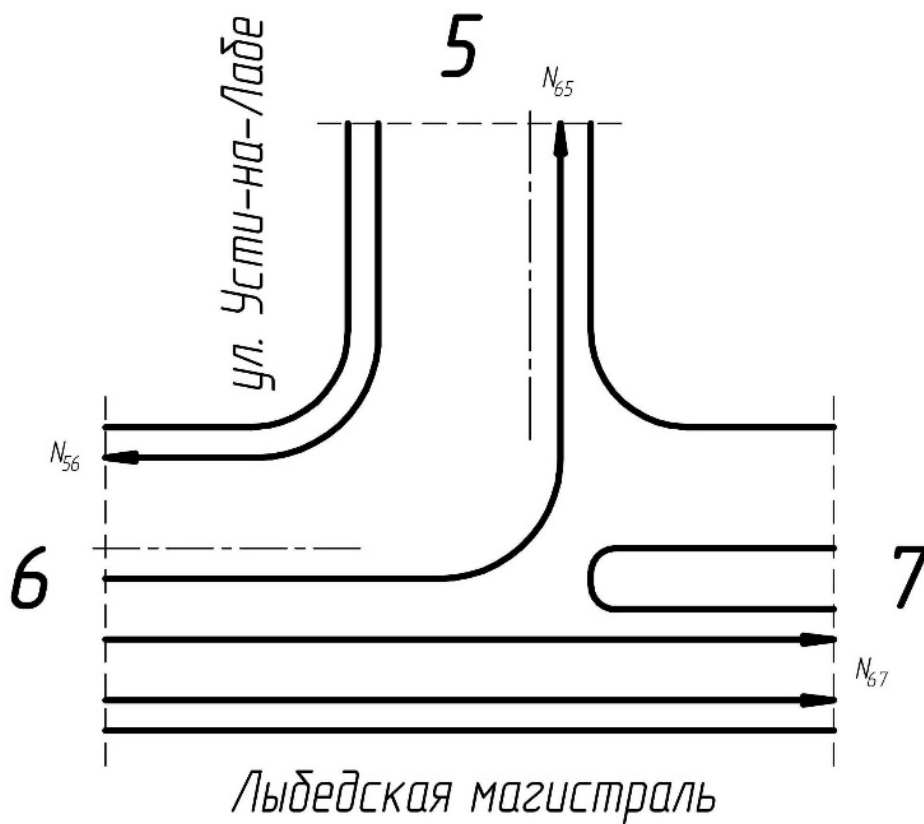


Рис. 88. Фаза № 2

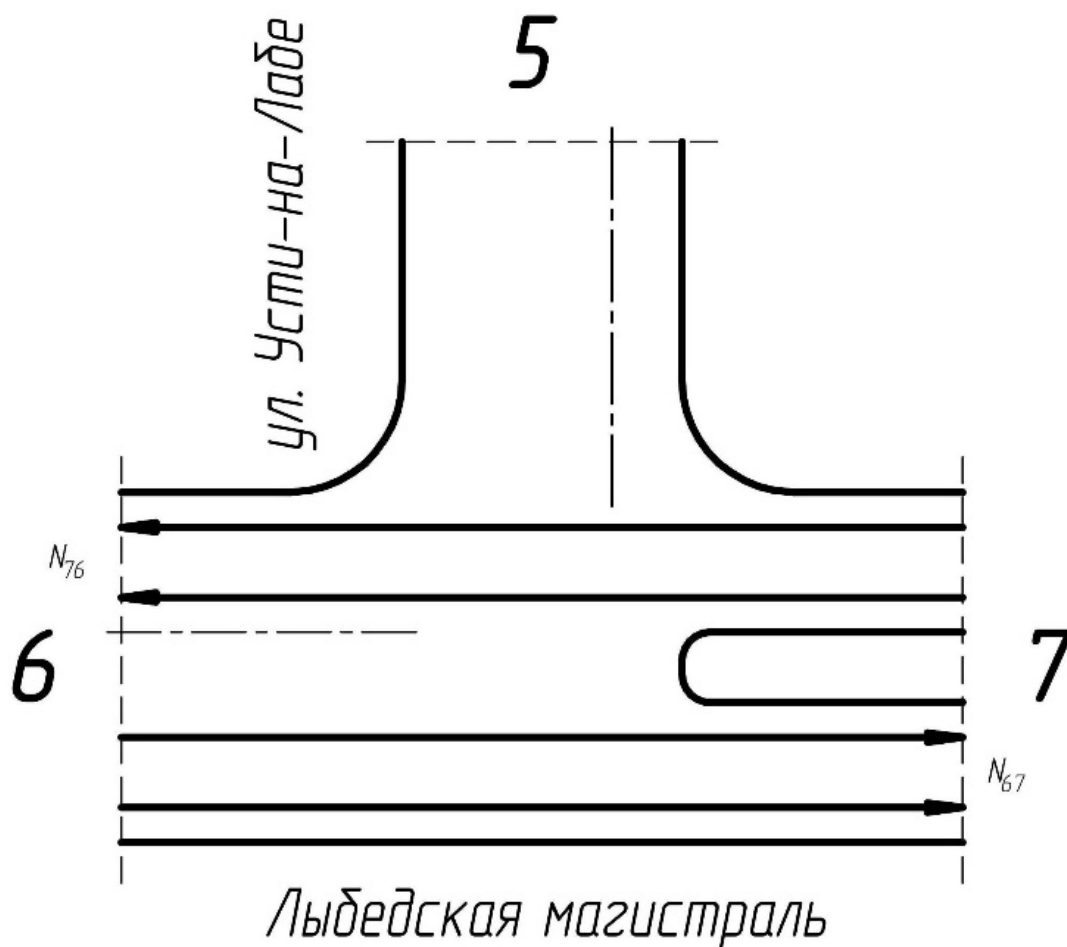


Рис. 89. Фаза № 3

Фаза № 1: $m = 0 < 40$,

фаза № 2: $m = 0 < 40$,

фаза № 3: $m = 0 < 40$.

Таким образом, перекресток является простым.

При рассмотрении данного перекрестка со всеми разрешенными маневрами при неработающей светофорной сигнализации получится ситуация, представленная на рис. 90.

Таким образом, имеются 3 точки слияния и 9 точек пересечения.

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

В результате получаем перекресток средней сложности.

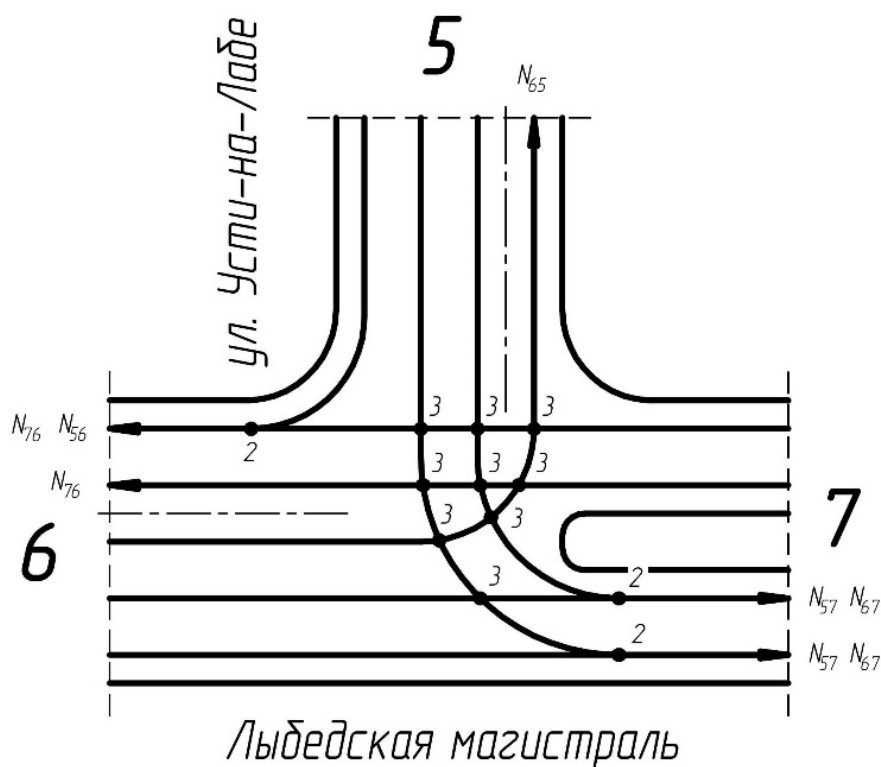


Рис. 90. Конфликтные точки на пересечении дорог

Дорожные знаки и разметка

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

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

3. Полосы озеленения присутствуют.

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

5. Освещенность перекрестка и прилегающих улиц соответствует нормативным требованиям.

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

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

Для исследуемого перекрестка составлена ведомость технических средств ОДД (табл. 65).

Таблица 65. Ведомость технических средств ОДД

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

Рекомендации для улучшения организации дорожного движения на перекрестке.

На перекрестке присутствуют все необходимые знаки и разметка. Движение организовано рационально. Для удобства считаем необходимым установить на светофорах цифровые табло в количестве шести штук.

Анализ существующего светофорного регулирования

Структура существующего светофорного цикла приведена на рис. 91.

Существующая схема организации дорожного движения приведена на рис. 92.

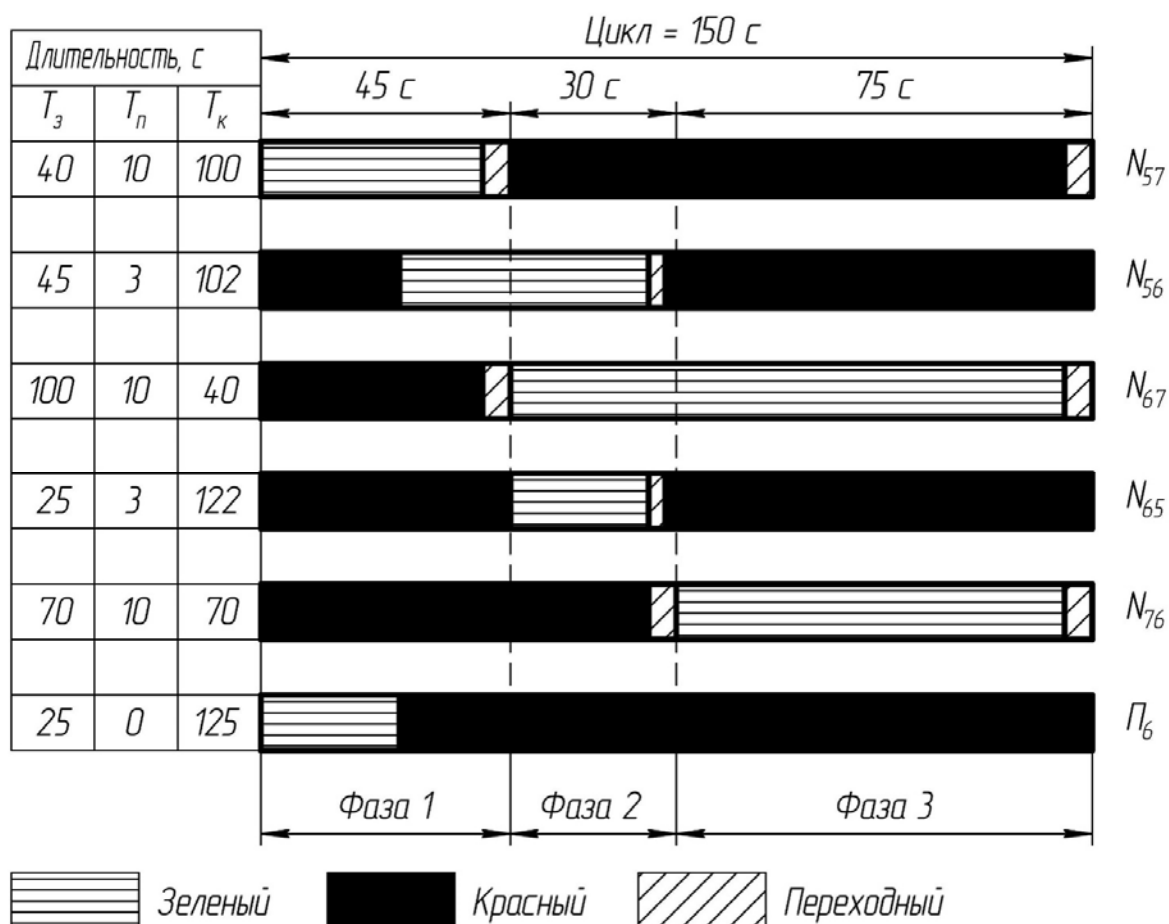


Рис. 91. Структура существующего светофорного цикла

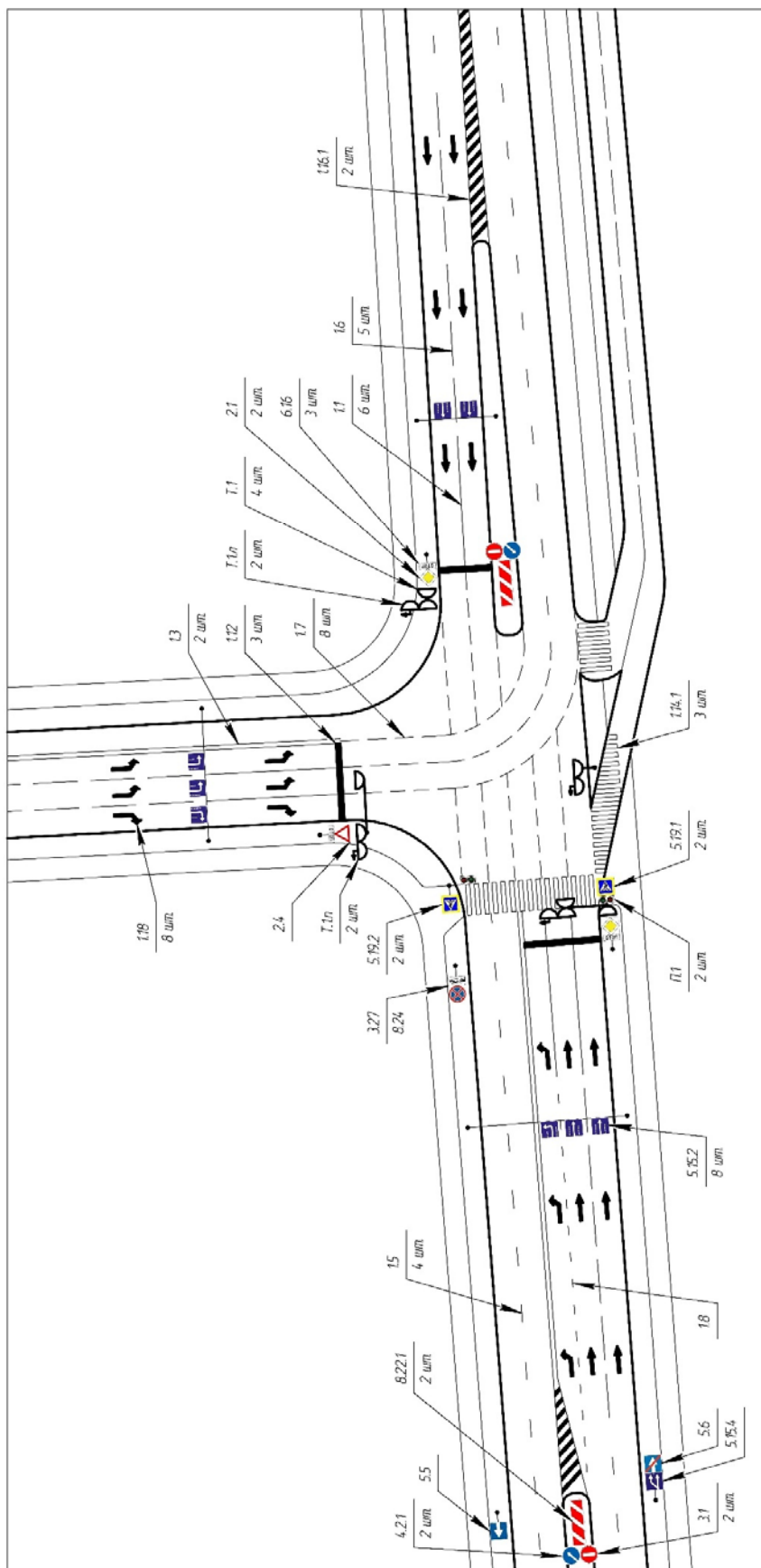


Рис. 92. Существующая схема организации дорожного движения

Анализ режимов светофорного регулирования
Расчет задержек для существующего светофорного цикла

Исходные данные:

$$T = 150 \text{ с};$$

$$t_{o1} = 40 \text{ с},$$

$$t_{o2} = 25 \text{ с},$$

$$t_{o3} = 70 \text{ с}.$$

$$N_1 = 728 \text{ ед./ч},$$

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

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

$$\gamma_1 = 2,55,$$

$$\gamma_2 = 3,05,$$

$$\gamma_3 = 3,05.$$

Расчет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Вариант альтернативного режима светофорного регулирования

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

1. Расчет потока насыщения.

Коэффициент многополосности равен:

$$\gamma_1 = 2,55,$$

$$\gamma_2 = 3,05,$$

$$\gamma_3 = 3,05.$$

Тогда потоки насыщения равны:

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

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

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

2. Расчет фазовых коэффициентов.

$$y_1 = \frac{N_1}{M_{H1}} = \frac{728}{3187,5} = 0,23,$$

$$y_2 = \frac{N_2}{M_{H2}} = \frac{875}{3812,5} = 0,23,$$

$$y_3 = \frac{N_3}{M_{H3}} = \frac{1104}{3812,5} = 0,29.$$

3. Расчет длительности промежуточных тактов для транспортных потоков.

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

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

Расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки:

$$l_1 = 26 \text{ м}, l_2 = l_3 = 27 \text{ м}.$$

Ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами, $B_{пш} = 20$ м.

Длительность основного такта для пешеходов

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

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

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

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

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

4. Сумма всех промежуточных тактов $T_{п} = 5 + 5 + 5 = 15$ с.

5. Длительность цикла регулирования

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

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

$$t_{o1} = \frac{(108,9 - 15)0,23}{0,23 + 0,23 + 0,29} = 29 \text{ с, принимаем } 30 \text{ с},$$

$$t_{o2} = \frac{(108,9 - 15)0,23}{0,23 + 0,23 + 0,29} = 29 \text{ с, принимаем } 30 \text{ с},$$

$$t_{o3} = \frac{(108,9 - 15)0,29}{0,23 + 0,23 + 0,29} = 36 \text{ с}.$$

7. Уточненная длительность цикла

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

8. Задержка на перекрестке:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. Средняя задержка на всем пересечении составляет

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

Структура альтернативного светофорного цикла приведена на рис. 93. Сравнение параметров светофорного регулирования приведено в табл. 66.

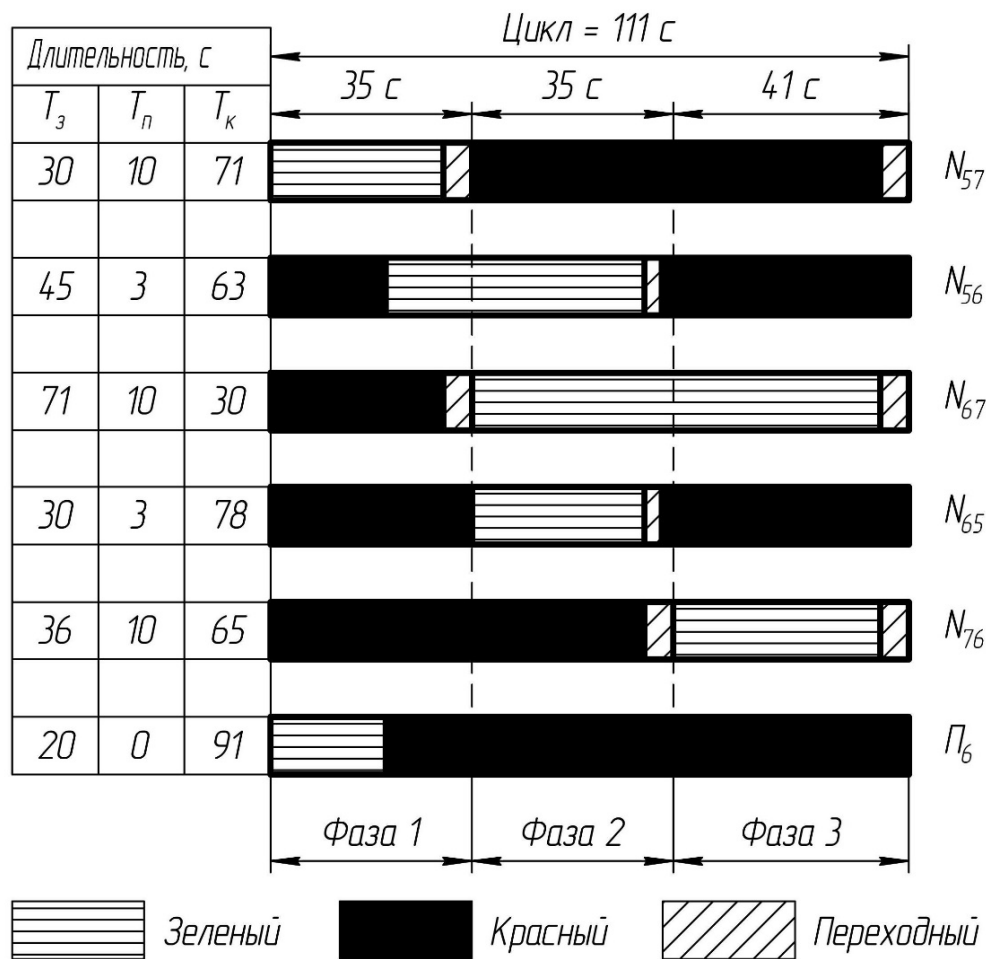


Рис. 93. Структура альтернативного светофорного цикла

Таблица 66. Сравнение параметров светофорного регулирования

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

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

Выводы по второй главе

1. Существующий перекресток при работающей светофорной сигнализации является простым.

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

3. Из анализа дорожных условий установлено, что:

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

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

- состояние покрытия дороги хорошее, ровное.

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

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

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа над проектно-ориентированными темами преддипломной практики является более трудоемкой по сравнению с обычной тематикой, так как необходимо представить полную информацию по всему существующему и усовершенствованному транспортному узлу, что требует согласования экспериментальных и расчетных данных.

Учебное пособие носит рекомендательный характер и включает в себя все необходимые сведения для выполнения работ по преддипломной практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов, профиль «Организация и безопасность движения».

Автор рекомендует студентам самостоятельно изучить и освоить такие программные продукты, как Компас 2D, Excel и MatLab для выполнения расчетной и графической частей курсового проекта и выпускной квалификационной работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ 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. агентство. – М. : РОСАВТОДОР, 2013. – 212 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. 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.

3. Положение по оформлению выпускных квалификационных работ по основным профессиональным образовательным программам высшего образования ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ) : утв. ректором Владим. гос. ун-та им. А. Г. и Н. Г. Столетовых от 25.05.2016. № 231/1 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.vlsu.ru/fileadmin/info_00/2015/4_obrazovanie/Uchebnoe_upravlenie/Pol_oforml_VKR_26052016.pdf (дата обращения: 18.11.2021).

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. АЛЬБОМ СХЕМ

Существующие и усовершенствованные схемы организации дорожного движения перекрестков

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

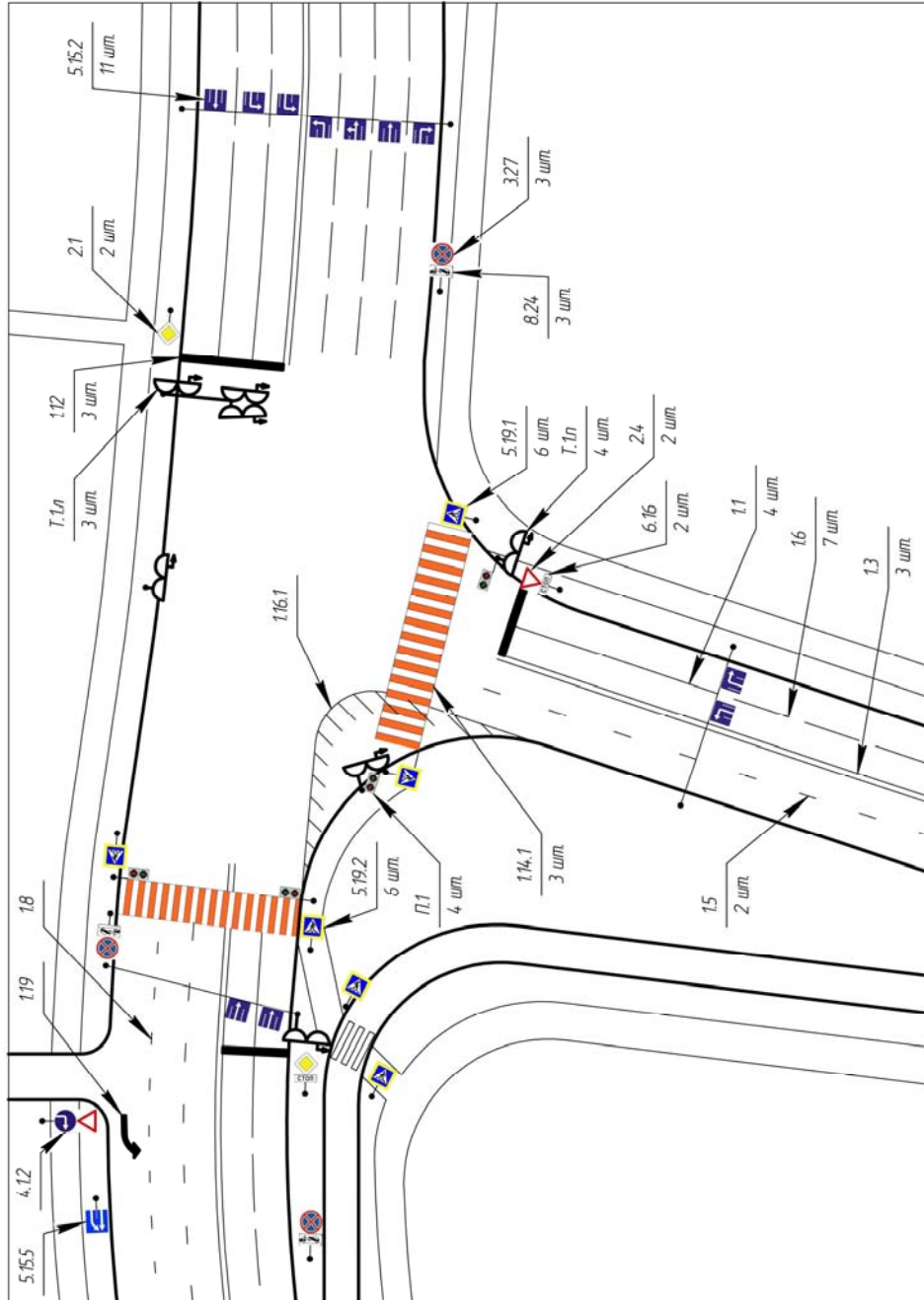


Рис. П1. Существующая схема организации дорожного движения

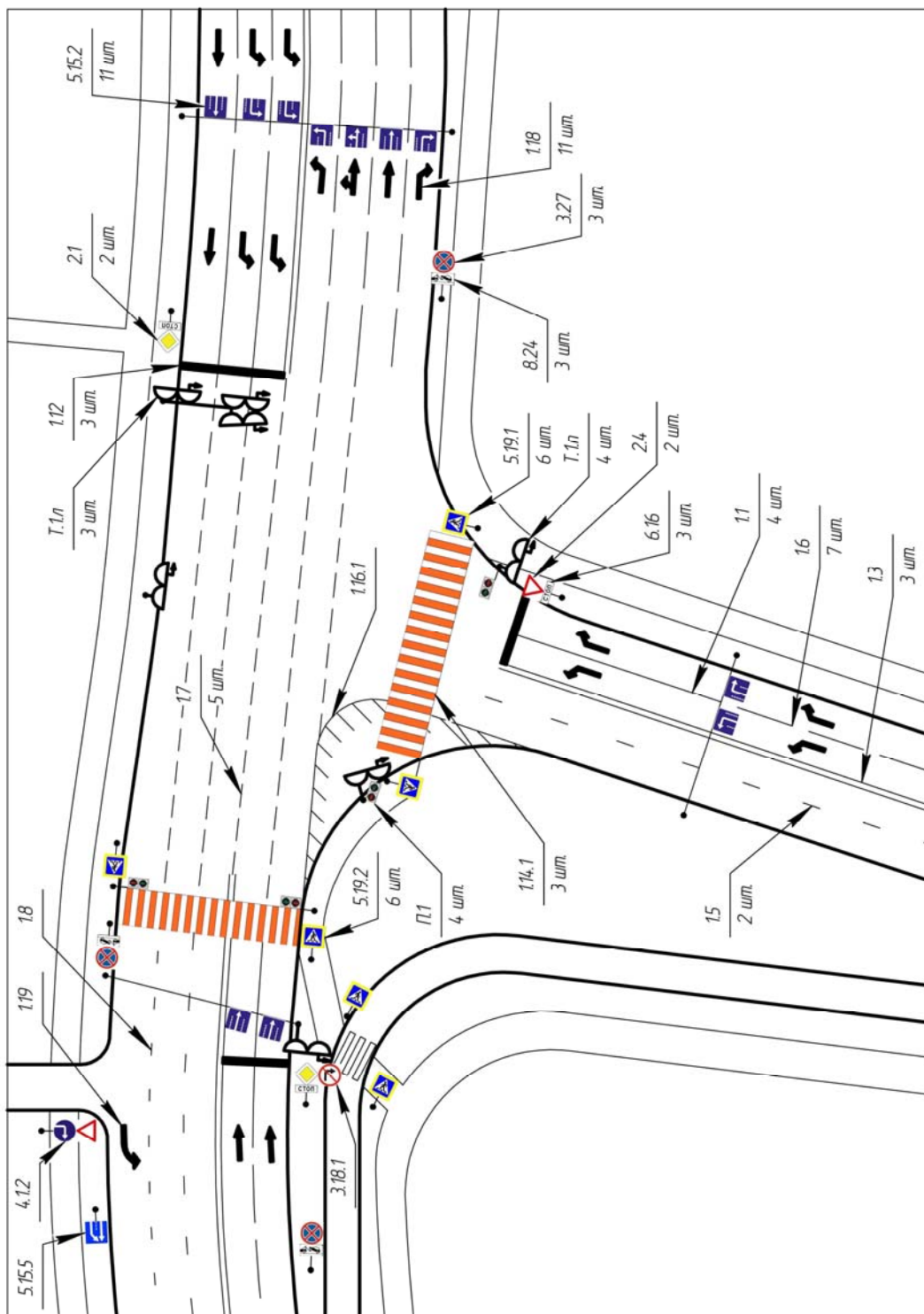


Рис. П2. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

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

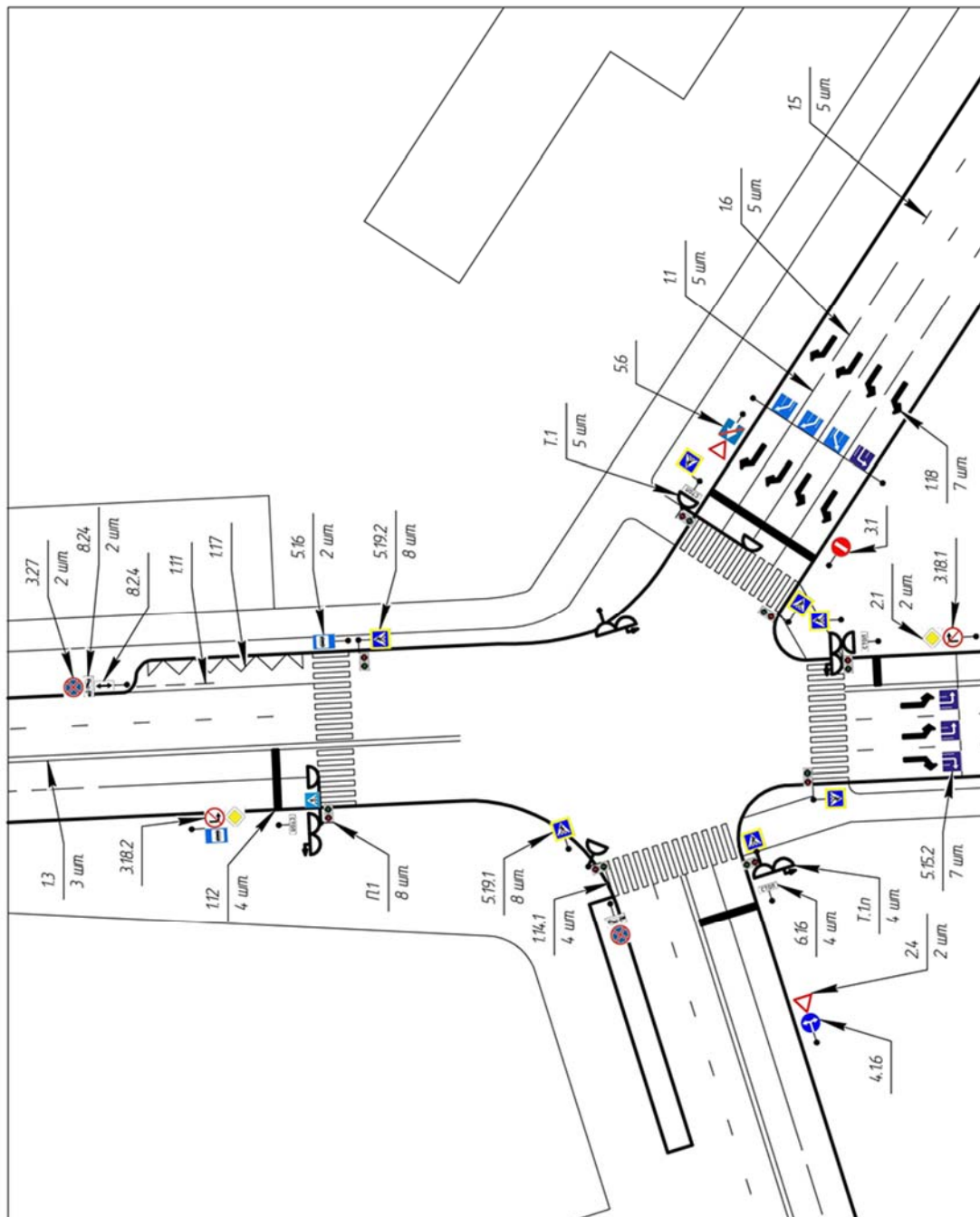


Рис. ПЗ. Существующая схема организации дорожного движения

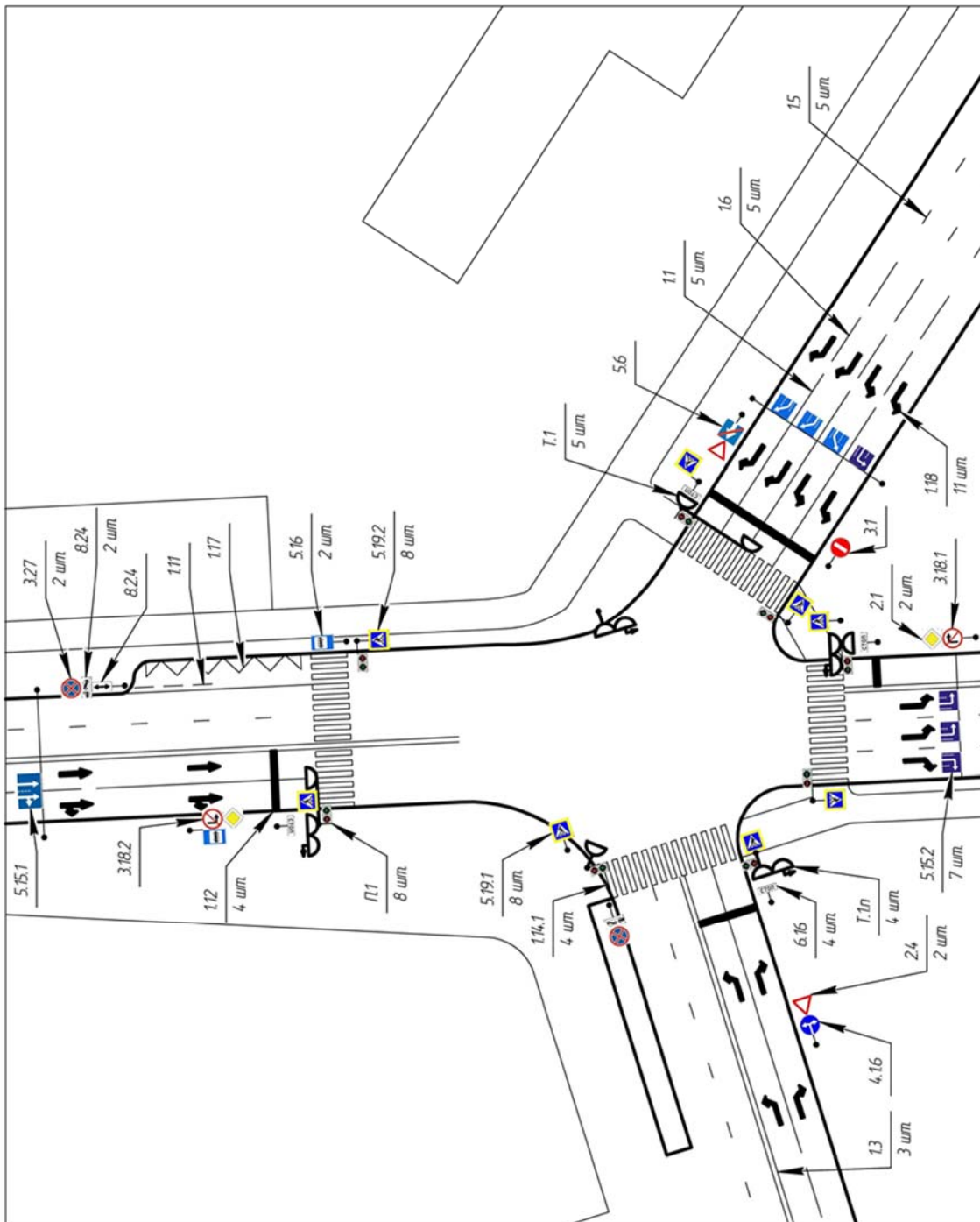


Рис. П4. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

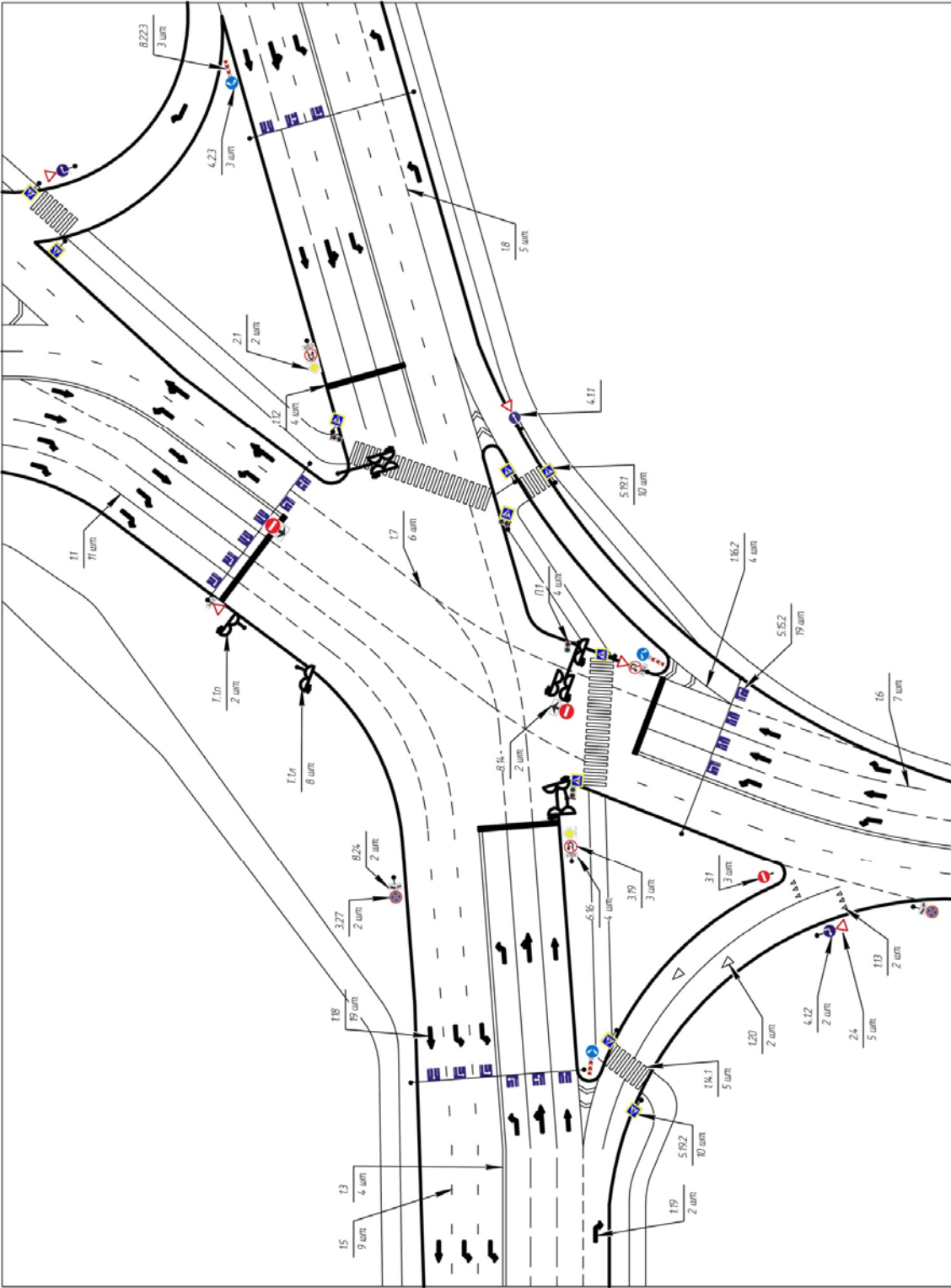


Рис. Пб. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

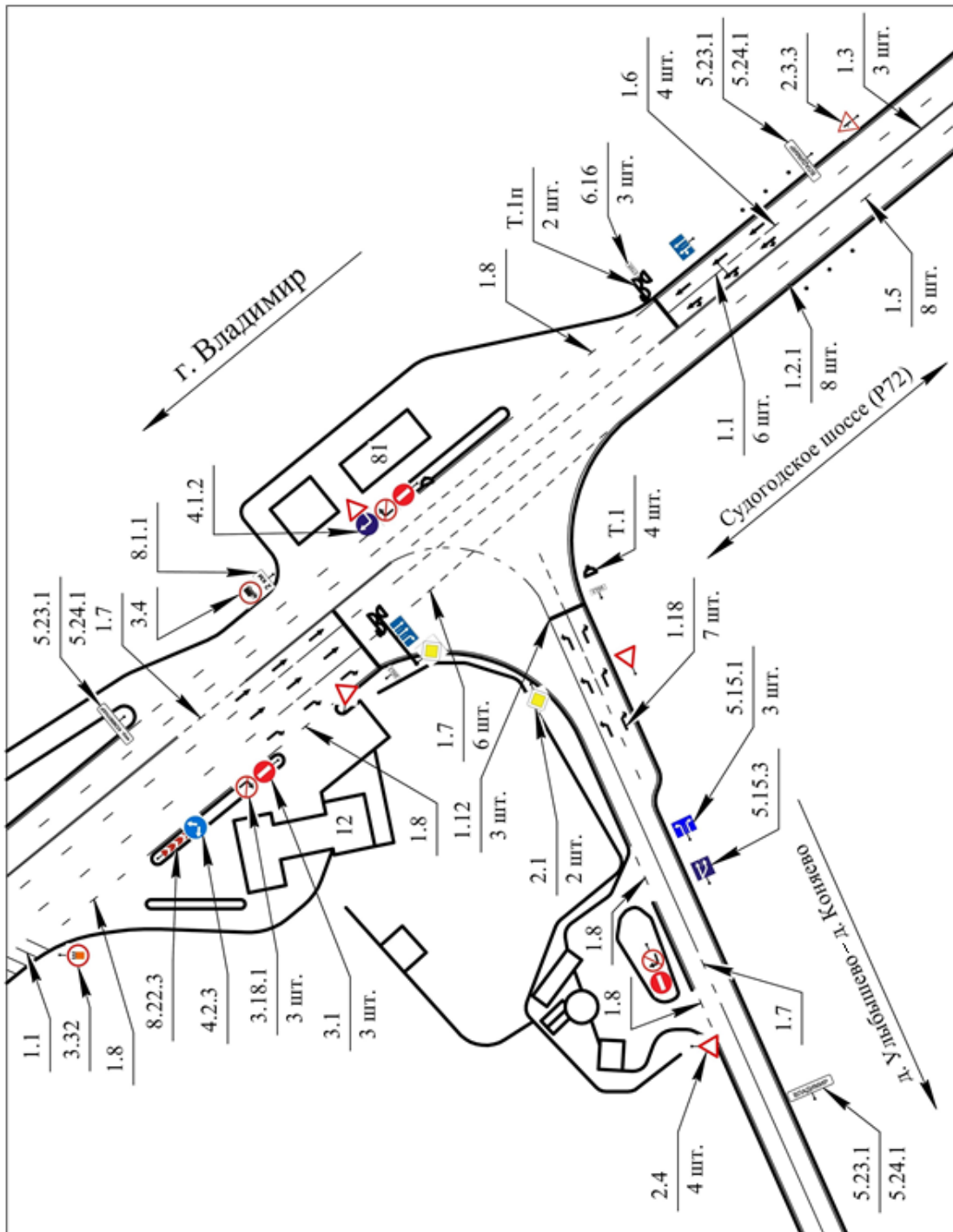


Рис. П8. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

5. Регулируемый перекресток улица Горького – улица Мира (рис. П9 и П10).

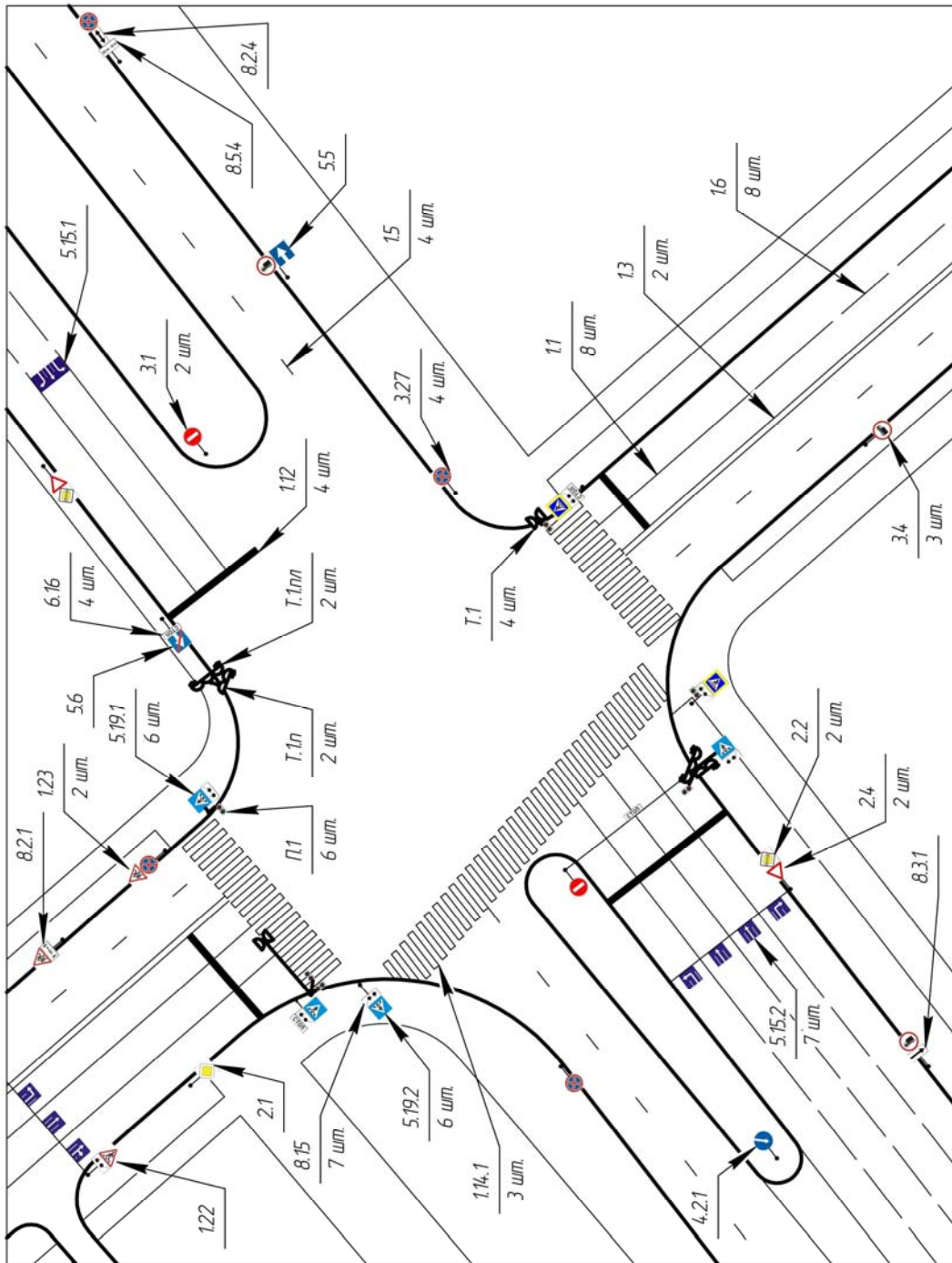


Рис. П9. Существующая схема организации дорожного движения

6. Регулируемый перекресток улица Ленина – улица Крупской – улица Нетека г. Суздаль (рис. П11 и П12).

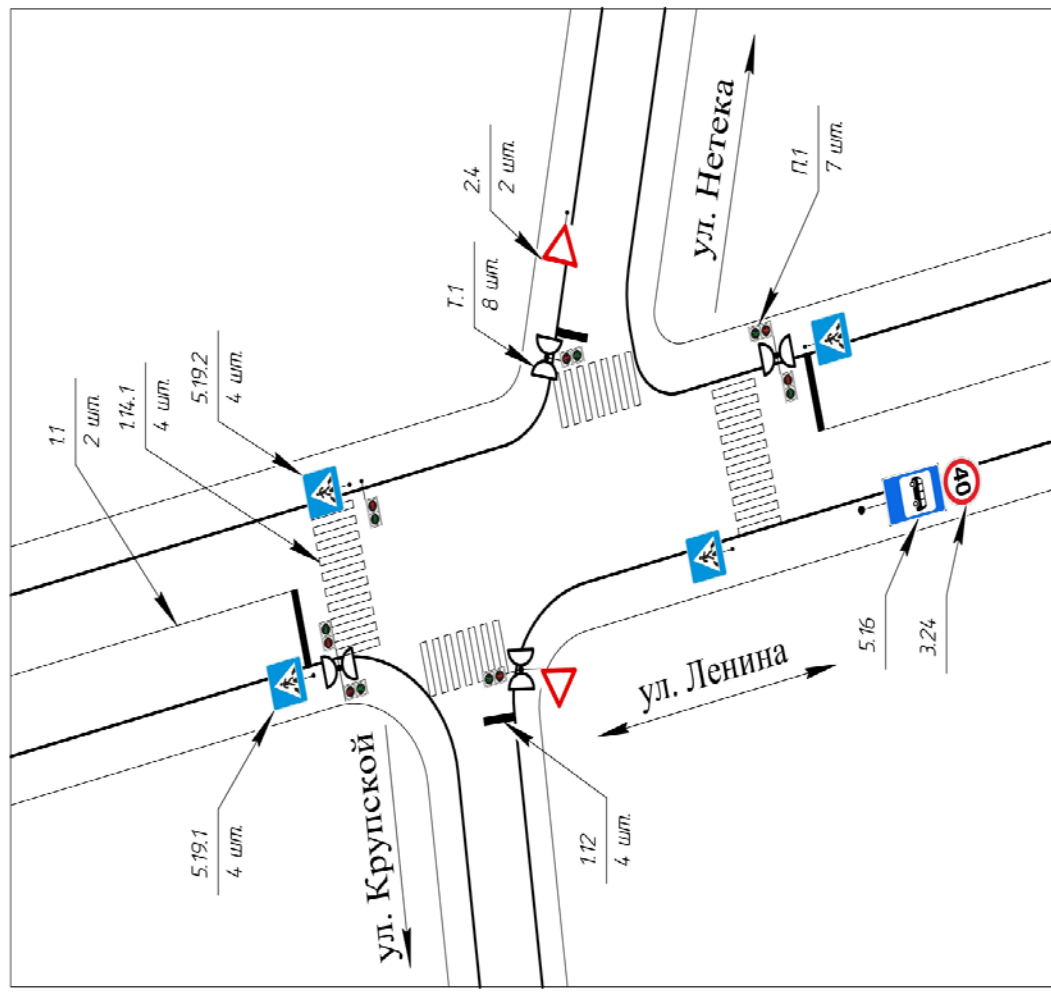


Рис. П11. Существующая схема организации дорожного движения

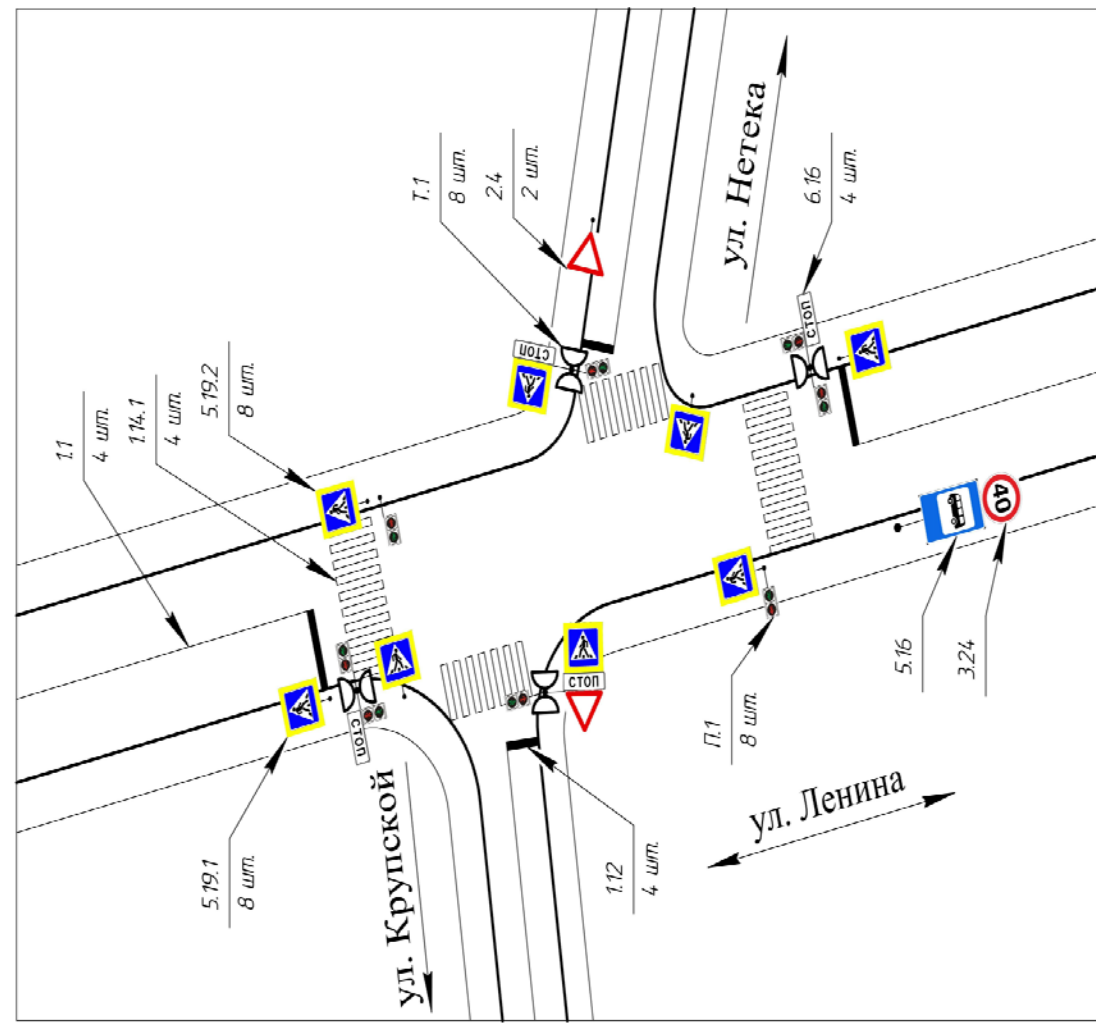


Рис. П12. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

7. Регулируемый перекресток улица Луначарского – улица Багурина (рис. П13 и П14).

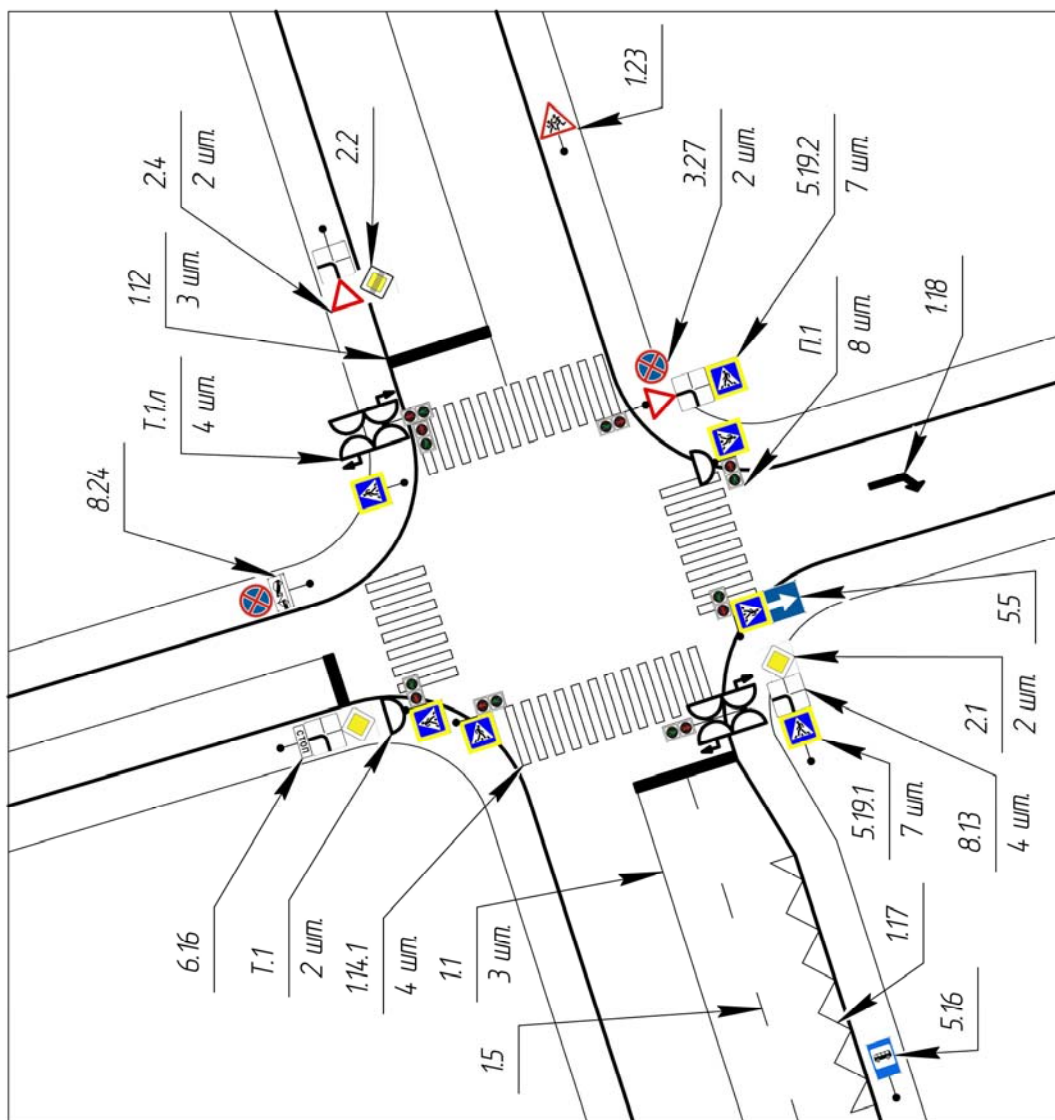


Рис. П13. Существующая схема организации дорожного движения

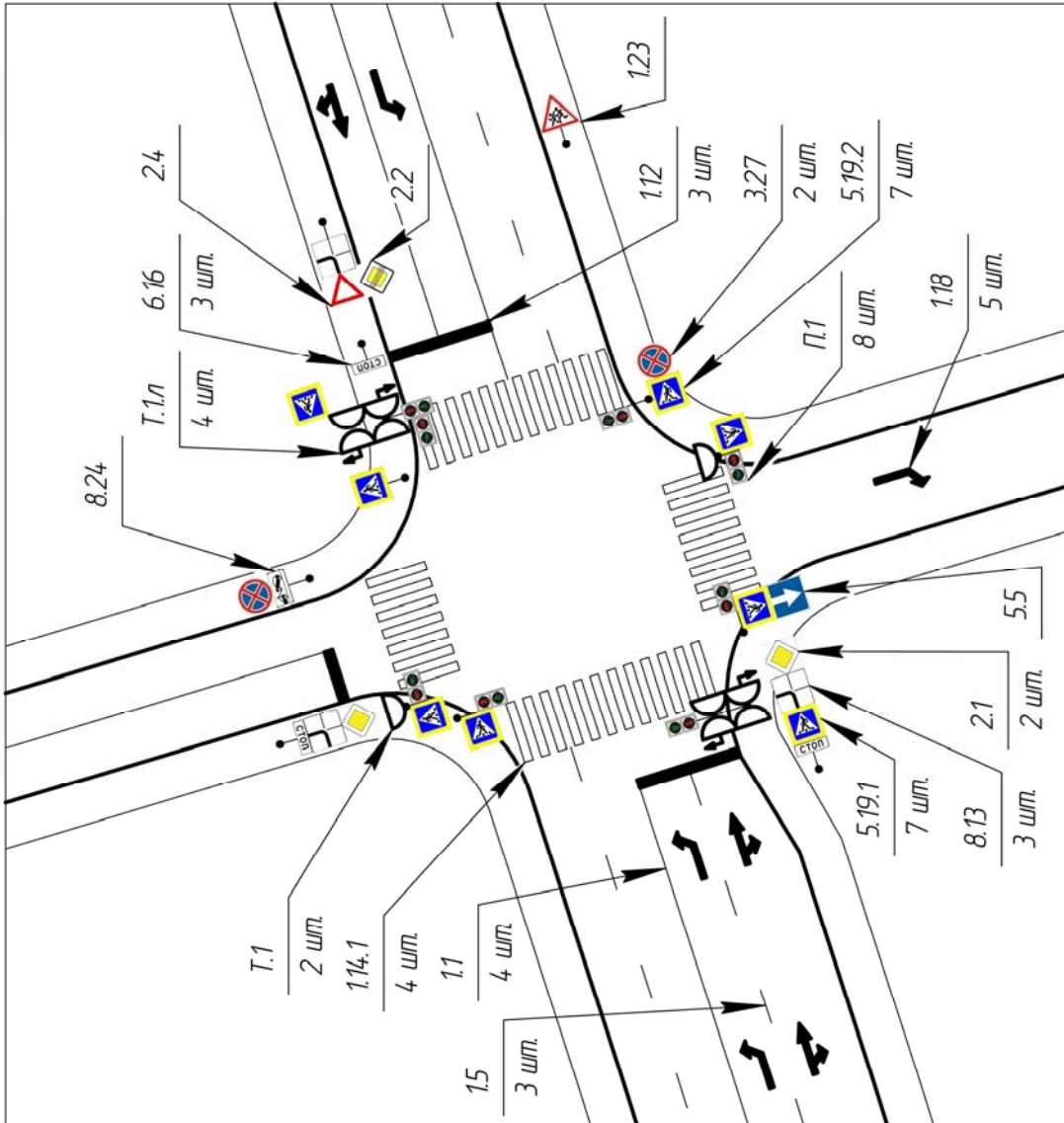


Рис. П14. Усовершенствованная схема организации дорожного движения

2. Пример оформления дневника и отчета по практике

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

ДНЕВНИК преддипломной практики

_____ Иванов _____
(фамилия)
_____ Иван Иванович _____
(имя и отчество)
студента _____ Института машиностроения и автомобильного транспорта
направления _____ 23.03.01 _____
курса _____ IV _____ группы _____ ТП-122 _____

ВЛАДИМИР 2022 г.

ПРОХОЖДЕНИЕ ПРАКТИКИ НА ЧЕТВЕРТОМ КУРСЕ

1. Место практики Территориальный отдел транспортного контроля и государственного автодорожного надзора по Владимирской области Восточного межрегионального управления государственного автодорожного надзора Центрального федерального округа Федеральной службы по надзору в сфере транспорта

(наименование предприятия)

Преддипломная

(характер практики)

Срок практики с 12.04.2022 г. по 09.05.2022 г.

Руководитель практики

Шулаев Владимир Николаевич, доцент кафедры АТБ

(фамилия, имя, отчество, должность)

Прибыл на место практики Территориальный отдел транспортного контроля и государственного автодорожного надзора по Владимирской области Восточного межрегионального управления государственного автодорожного надзора Центрального федерального округа Федеральной службы по надзору в сфере транспорта, 12.04.2022 г.

(наименование предприятия и дата прибытия)

МП

Подпись _____

и приступил к работе 12.04.2022 г.

(дата)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРОХОЖДЕНИЯ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

студентом

IV

курса

гр. № ТТП-122 в Территориальном отделе транспортного контроля и государственного автодорожного надзора по Владимирской области Восточного межрегионального управления государственного автодорожного надзора Центрального федерального округа Федеральной службы по надзору в сфере транспорта

с 12.04.2022 г. по 09.05.2022 г.

Всего недель 4

Виды выполняемых работ, рабочее место
и баланс времени студента

№ п/п	Виды выполняемых работ	Рабочее место студента	Время в днях или неделях	Отметка о выпол- нении
1	Анализ параметров дорожного движения		14	Вып.
2	Анализ дорожных условий и состояния организации дорожного движения		14	Вып.

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

ОТЧЕТ ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ

Студент Иванов Иван Иванович
Институт Машиностроения и автомобильного транспорта
Направление 23.03.01 Технология транспортных процессов

Тема:

Разработка мероприятий по организации дорожного движения
на перекрестке Лыбедская магистраль – улица Усти-на-Лабе, г. Вла-
димир

Руководитель _____ Шулаев В. Н.
(подпись) (ФИО)

Студент _____ Иванов И. И.
(подпись) (ФИО)

2022 г.

Утверждаю
Зав. кафедрой _____
«_____» _____ 2022 г.

З А Д А Н И Е

на _____ преддипломную практику _____

студента _____ Иванова Ивана Ивановича _____

_____ IV _____ курса, направления _____ 23.03.01 _____
группы _____ ТТП-122 _____

Предприятие _____ Территориальный отдел транспортного контроля и
государственного автодорожного надзора по Владимирской области
Восточного межрегионального управления государственного автодо-
рожного надзора Центрального федерального округа Федеральной
службы по надзору в сфере транспорта _____

Последовательность прохождения практики: пройти практику, отчи-
таться по итогам практики _____

За время прохождения практики необходимо выполнить:

1. Анализ параметров дорожного движения.
2. Анализ дорожных условий и состояния организации дорожного движения.

Отчет по практике составить к _____ 09.05.2022 г. _____

Задание выдал: _____ / Шулаев В. Н. /

Задание получил: _____ (подпись студента, дата)

Пример оформления содержания отчета

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	4
1.1. Определение интенсивности и состава транспортного потока	4
1.2. Построение картограмм интенсивности транспортных потоков	7
1.3. Расчет теоретической пропускной способности полосы	8
1.4. Расчет фактической пропускной способности полосы	12
1.5. Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости	14
1.5.1. Определение скоростей движения	14
1.5.2. Выбор предела допустимой скорости.....	16
1.6. Выводы по главе 1	20
2. АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ И СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	22
2.1. Оценка сложности пересечения	22
2.2. Анализ дорожных условий	24
2.3. Дорожные знаки и разметка	25
2.4. Анализ существующего светофорного регулирования.....	26
2.5. Выводы по главе 2	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	30
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	33

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ВЫДЕРЖКИ ИЗ ПРОГРАММЫ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ	4
Глава 2. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ...	12
2.1. Определение интенсивности и состава транспортного потока	12
2.2. Построение картограмм интенсивности транспортных потоков	17
2.3. Расчет фактической пропускной способности полосы	19
2.4. Расчет скоростей движения и выбор предела допустимой скорости	20
2.4.1. Определение скоростей движения	20
2.4.2. Выбор предела допустимой скорости	22
2.5. Исследование параметров пешеходного движения	24
<i>Контрольные вопросы</i>	27
Глава 3. АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ И СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	29
3.1. Оценка сложности пересечения.....	29
3.2. Анализ дорожных условий.....	31
3.3. Дорожные знаки и разметка.....	31
3.4. Анализ существующего светофорного регулирования	32
3.5. Анализ режимов светофорного регулирования	35
<i>Контрольные вопросы</i>	42
Глава 4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ	44
4.1. Пример выполнения проектно-ориентированной темы в транспортном узле	44
4.2. Пример расчета четырехстороннего регулируемого перекрестка.....	87

4.3. Пример расчета трехстороннего нерегулируемого перекрестка	110
4.4. Пример расчета трехстороннего регулируемого перекрестка	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	161
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	162
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	165
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	166

Учебное издание

ТОЛКОВ Алексей Владимирович

ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

Учебное пособие для бакалавров направления подготовки
23.03.01 – Технология транспортных процессов

Редактор А. А. Амирсейидова
Технический редакторы Ш. В. Абдуллаев, Н. В. Пустовойтова
Компьютерный набор А. В. Толкова
Компьютерная верстка Е. А. Кузьминой
Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Подписано в печать 22.08.22.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 11,16. Тираж 40 экз.

Заказ

Издательство

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