

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный  
университет (СибАДИ)»

С.М. Порхачёва, М.Г. Симуль, Ю.А. Рябоконт

## ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Лабораторный практикум

2-е изд., дополненное



Омск – 2022

УДК 656.1  
ББК 39.808  
П60

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит.

*Рецензент* канд. техн. наук, доц. И.М. Князев (СибАДИ)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве лабораторного практикума.

**Порхачёва, Светлана Михайловна.**

**П60 Организация дорожного движения** : лабораторный практикум [Электронный ресурс] / С.М. Порхачёва, М.И. Симуль, Ю.А. Рябоконе. 2 изд., доп. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2022. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/MegaPro>, для авторизованных пользователей. – Загл. с экрана.

Предназначен для организации выполнения лабораторных работ студентами очной и заочной форм обучения. Перечень и содержание заданий к лабораторным работам ориентированы на закрепление учебного материала специальной дисциплины «Организация дорожного движения» и приобретения практических навыков у студентов для выполнения практических задач в сфере дорожного движения. Для каждой лабораторной работы приведен основной теоретический материал, позволяющий понять технологию обследований условий движения транспортных и пешеходных потоков, измерения их характеристик. Учтено влияние на дорожное движение основных факторов, характерных для текущего времени.

Имеет интерактивное оглавление в виде закладок.

Лабораторный практикум обеспечит студентам приобретение компетенции, соответствующих направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов». Предназначен для студентов направлений подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

Подготовлен на кафедре «Организация и безопасность движения».

Текстовое (символьное) издание (3,9 Мб)  
Системные требования: Intel, 3,4 GHz; 150 Мб; Windows XP/Vista 7;  
1Гб свободного места на жестком диске; программа для чтения  
pdf-файлов: Adobe Acrobat Reader; Foxit Reader

Редактор И.Г. Кузнецова  
Техническая подготовка Л.Р. Усачева

Издание второе. Дата подписания к использованию

Издательско-полиграфический комплекс СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5  
РИО ИПК СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2014  
© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2022



## СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

БДД –	безопасность дорожного движения.
ГПП –	городской пассажирский транспорт.
ДД –	дорожное движение.
ДЗ –	дорожный знак.
ДР –	дорожная разметка.
ДТП –	дорожно-транспортное происшествие.
ДТС –	дорожно-транспортная ситуация.
ДУ –	дорожные условия.
ОДД –	организация дорожного движения.
ОП –	остановочный пункт.
ПС –	пропускная способность.
ПЧ –	проезжая часть.
РФ –	Российская Федерация.
ТП –	транспортный поток.
ТС –	транспортные средства.
ТСРД –	технические средства регулирования движения.
УДС –	улично-дорожная сеть.
ГПТ –	городской пассажирский транспорт.

## ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы являются составной и весьма важной частью освоения дисциплины «Организация дорожного движения», так как обеспечивают студентам возможность овладения навыками обследования условий движения, измерения характеристик и показателей транспортных и пешеходных потоков, используемых на практике специалистами, деятельность которых направлена на обеспечение безопасности и эффективности дорожного движения.

Увеличение интенсивности транспортных потоков, пропускной способности дорожных сетей, повышение средней скорости движения транспортных средств и безопасности движения базируются на достоверных и достаточно полных знаниях о процессах, происходящих на дорожной сети. Такие знания о дорожном движении являются основными показателями качества функционирования областей автомобилизации – проектирования, эксплуатации автомобильных дорог и организации дорожного движения.

Среди первоочередных исследований в области влияния дорожных условий и организации движения на безопасность является совершенствование методов по учету и сбору достоверных данных о дорожном движении, на основе которых решаются следующие задачи:

- а) выполнение рационального распределения транспортных потоков на имеющейся дорожной сети с учетом оптимальной скорости транспортных средств;
- б) обоснование применения технических средств регулирования движения;
- в) определение сложности пересечений и назначение оптимальных режимов регулирования движением;
- г) установление очередности движения транспортных средств через перекрестки;
- д) обеспечение равномерных пространственной и временной загрузок магистральной улично-дорожной сети.

# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ»

---

---

## 1.1. Цели и задачи лабораторных работ

Получение характеристик дорожного движения служит для закрепления умений по оформлению и анализу полученных данных для последующего решения инженерных задач организации дорожного движения транспортных и пешеходных потоков.

Выполнение лабораторных работ ставит целью ознакомление студентов с планированием экспериментальных исследований, порядком их выполнения и обработкой полученных результатов, а также возможностью их применения при решении инженерных задач в области организации дорожного движения с учетом обеспечения безопасности всех участников движения.

Основными задачами курса лабораторных работ по дисциплине «Организация дорожного движения» являются:

- формирование у студентов достаточного объема знаний о характеристиках транспортных и пешеходных потоков, таких как: интенсивность транспортных потоков, скорость движения, плотность транспортной сети, пропускная способность, уровень загрузки отдельных элементов магистралей, транспортные задержки и другие;
- использование практических методик для выполнения экспериментальных исследований на улично-дорожной сети;
- выполнение анализа изменения характеристик транспортных и пешеходных потоков в зависимости от условий движения;
- выявление мест концентрации дорожно-транспортных происшествий на участках улично-дорожной сети;
- оформление схем движения транспортных потоков с учетом их обустройства техническими средствами регулирования движения.

Таким образом, лабораторные работы по курсу «Организация дорожного движения» охватывают основные направления по исследованию влияния условий движения на изменение характеристик дорожного движения, а также позволяют сформировать комплекс знаний практического характера, необходимый для специалистов в области организации и обеспечения безопасности дорожного движения.

## 1.2. Основные термины и понятия, используемые при выполнении лабораторных работ

**Аварийный участок дороги** (место концентрации дорожно-транспортных происшествий) – участок дороги, улицы, не превышающий 1000 м вне населенного пункта или 200 м в населенном пункте, либо пересечение дорог, улиц, где в течение отчетного года произошло три и более дорожно-транспортных происшествий одного вида или пять и более дорожно-транспортных происшествий независимо от их вида, в результате которых погибли или были ранены люди.

**Безопасность дорожного движения (БДД)** – состояние дорожного движения, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий.

**Дорога** – обустроенная или приспособленная и используемая для движения транспортных средств полоса земли либо поверхность искусственного сооружения. Дорога включает в себя одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии.

**Дорожное движение (ДД)** – это процессы по перемещению и размещению транспортных средств и пешеходов на улично-дорожной сети.

**Дорожно-транспортное происшествие (ДТП)** – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб.

**Дорожные условия (ДУ)** – факторы и показатели, которые описывают соответствие условий движения транспортных средств и пешеходов установленным нормам.

**Интенсивность транспортных потоков** – количество транспортных средств, проходящих через некоторое сечение дороги в единицу времени.

**Маршрутное транспортное средство** – транспортное средство общего пользования (автобус, троллейбус, трамвай), предназначенное для перевозки по дорогам людей и движущееся по установленному маршруту с обозначенными местами остановок.

**Обеспечение безопасности дорожного движения (ОБДД)** – деятельность, направленная на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий и снижение тяжести их последствий.

**Организация дорожного движения (ОДД)** – комплекс организационно-правовых, организационно-технических мероприятий распорядительных действий по управлению движением на дорогах.

**Основной такт светофорного регулирования** – период, в течение которого разрешено движение определенной группе транспортных средств и пешеходов.

**Плотность транспортного потока** является пространственной характеристикой, определяющей степень стесненности движения на полосе дороги. Ее измеряют числом транспортных средств, приходящихся на 1 км протяженности полосы дороги.

**Пропускная способность дорог** – максимальное число транспортных средств, которые могут пройти в сечении дороги за 1 ч при обеспечении заданной скорости и безопасности движения.

**Регулирование дорожного движения** – распорядительные действия регулировщиков или сигналов технических средств, устанавливающие очередность или направление движения транспортных средств и пешеходов на улично-дорожной сети. Регулирование дорожным движением является составной частью управления дорожным движением и представляет собой процесс реализации организации дорожного движения.

**Режим работы светофорной сигнализации** – характеристика параметров регулирования движения на светофорном объекте, определяемая количеством, порядком чередования и продолжительностью отдельных тактов и фаз, а также длительностью цикла.

**Такт (в светофорном цикле)** – период времени, в течение которого не изменяется сочетание включенных сигналов.

**Фаза** – совокупность основного такта, при котором разрешается движение группы потоков, и одного или нескольких вспомогательных тактов, при которых осуществляется подготовка к передаче права на движение очередной группе потоков.

**Переходный интервал** – совокупность вспомогательных тактов в конце фазы.

**Цикл** – периодически повторяющаяся последовательность всех фаз.

**Режим регулирования** – количество, порядок чередования и продолжительность отдельных тактов и фаз, а также длительность цикла.

**Поток насыщения** – это выраженная в единицах за час максимальная интенсивность движения в данном направлении (направлениях) при включенном зеленом сигнале.

**Фазовый коэффициент** – это отношение фактической часовой интенсивности движения в данном направлении (направлениях) к потоку насыщения.

**Транспортная задержка** – потеря времени транспортным средством из-за вынужденных остановок и снижения скорости движения (по сравнению с разрешенной на данном участке).

**Светофорный объект** – локальный участок улично-дорожной сети, последовательность движения по которому конфликтующих транспортных потоков или транспортных и пешеходных потоков регулируется светофорной сигнализацией.

**Транспортное средство (ТС)** – устройство, предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем.

**Управление дорожным движением** – регулировочное, организационное и иное распорядительное воздействие на транспортные и пешеходные потоки на улично-дорожной сети, осуществляемое в соответствии с заданной системой организации дорожного движения и объектом управления и техническими средствами регулирования движения.

**Участник дорожного движения** – лицо, принимающее непосредственное участие в процессе дорожного движения в качестве водителя транспортного средства, пешехода, пассажира транспортного средства.

**Фаза регулирования** – совокупность основного такта и следующего за ним переходного интервала в светофорном цикле.

**Фазовый коэффициент** – отношение фактической часовой интенсивности движения транспортных средств в рассматриваемом направлении (направлениях) к потоку насыщения.

### 1.3. Технология выполнения и защиты лабораторных работ

Практическая работа студентов нацелена на формирование у них навыков проведения экспериментальных исследований в области организации дорожного движения. При выполнении лабораторных работ по дисциплине «Организация дорожного движения» следует уделить особое внимание изучению теоретических положений по теме исследований. Задания могут предусматривать индивидуальную работу на сравнительно простых перекрестках либо обследование в составе группы из нескольких человек при снятии характеристик на одном перекрестке в течение заданного времени или на одном перекрестке с высокими интенсивностями движения на подходах (500 авт./ч и более). Обязательными условиями для правильного проведения лабораторных работ являются соблюдение последовательности измерений конкретных величин (характеристик дорожного движения), формирование протоколов исследования и соответствующая обработка результатов наблюдений. Алгоритм выполнения лабораторных работ состоит из четырёх этапов и представлен на рис 1.1.

Подготовительный этап предполагает постановку целей и задач соответствующей лабораторной работы, изучение теоретического

материала по теме лабораторной работы, выбор методики измерения соответствующих величин, подготовку бланков для фиксации измерений исследуемых параметров, определение числа учетчиков, конкретизацию выполняемых ими действий.

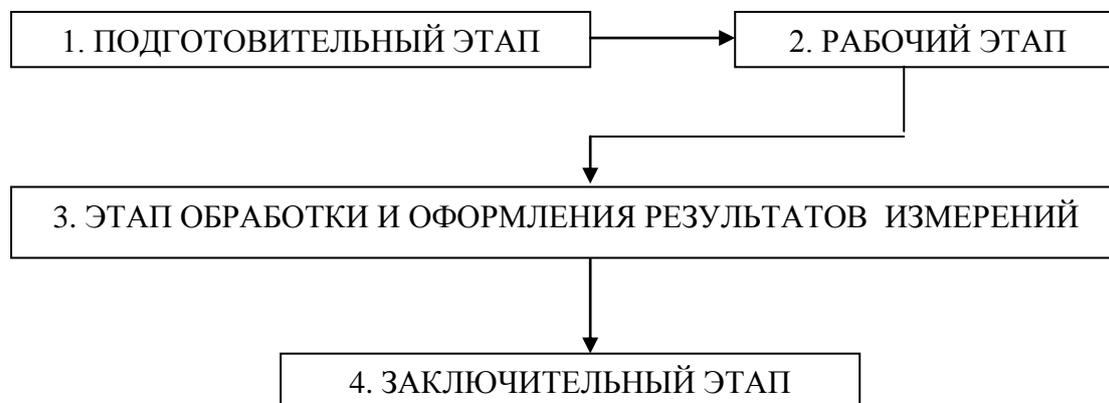


Рис. 1.1. Алгоритм выполнения лабораторных работ

На рабочем этапе предполагаются выезд группы учетчиков на определенный участок исследования (полигон обследования определяется преподавателем), непосредственное выполнение измерений в соответствии с выбранной методикой, фиксация результатов измерений в протокол. Обследования проводятся на основных магистралях города в периоды наибольшей загрузки пересечений движением транспорта – с 8:00 до 19:00 часов в рабочие дни недели. В обследования не включаются дороги (или их участки), находящиеся в «нештатном» состоянии (реконструкция, специальные мероприятия).

На третьем этапе выбирается вариант обработки результатов измерений в зависимости от поставленных задач в лабораторной работе. Анализ результатов предполагает установление или отсутствие какой-либо зависимости (факта). Так, например, в ходе лабораторных работ может быть установлено, что пропускная способность изменяется в зависимости от дорожных и погодных условий, а не просто равна конкретной величине.

Таким образом, анализ результатов измерений должен быть выражен наглядным способом с помощью диаграмм, гистограмм, таблиц, графиков зависимости, кумулятивных кривых, соответствующих пояснений и выводов к ним.

Заключительный этап предполагает устную защиту лабораторной работы по вопросам самоконтроля, обозначенным в каждой из лабораторных работ.

Перечень лабораторных работ, подлежащих выполнению, формируется преподавателем с учетом отведенного количества часов, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. В случае, если в задании к лабораторной работе указано несколько вариантов, то преподаватель определяет, каким вариантом необходимо руководствоваться.

#### **1.4. Требования к оформлению отчета по лабораторным работам**

По результатам выполнения каждой из заданных лабораторных работ студентом (группой студентов) должен быть составлен отчет по выполненной работе.

Отчет по лабораторной работе должен быть представлен в письменной форме, оформленный на листах формата А4.

На титульном листе необходимо указать ФИО, курс, группу, наименование лабораторной работы, элемент УДС, где выполнялась практическая часть работы, дата выполнения работы.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- название лабораторной работы;
- задание лабораторной работы;
- исходные данные или условия к выполнению работы;
- описание порядка выполнения работы;
- выводы о результатах выполненной работы;
- дорожные протоколы (в приложении).

Общие требования к отчету:

1. При составлении отчета необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображений, рисунков, текста и таблиц.

2. Таблицы и иллюстрации в отчете должны быть пронумерованы (сквозная нумерация) и иметь наименование. Иллюстрации (графики, схемы, диаграммы, фотоснимки, компьютерные распечатки, чертежи) и таблицы следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. При этом между текстом и иллюстрацией (таблицей) должна быть оставлена одна свободная строка.

3. Страницы отчета по лабораторным работам должны быть пронумерованы и скреплены (сшиты), черновики измерений прикладываются в качестве приложений. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета.

При оформлении отчета по лабораторным работам возможно для иллюстрирования результатов использовать графические редакторы («Компас», AutoCAD) либо воспользоваться функцией «Мастер построения диаграмм» в редакторе Excel.

**В отчете должна быть отражена самостоятельная работа студента путем проведения анализа поставленных задач.**

### **1.5. Техника безопасности при выполнении лабораторных работ**

В целях обеспечения безопасности во время выполнения лабораторных работ студенты проходят инструктаж по технике безопасности, который проводит преподаватель перед началом выполнения первой лабораторной работы по дисциплине «Организация дорожного движения». Прохождение студентами инструктажа регистрируется в специальном журнале путем проставления даты и подписи с расшифровкой (ФИО). **Студент, не прошедший такой инструктаж, к выполнению лабораторных работ не допускается.**

При выполнении лабораторных работ с использованием автомобиля-лаборатории следует строго выполнять все требования техники безопасности, обозначенные преподавателем или инструктором (водителем).

При выполнении исследований в дорожных условиях должно обеспечиваться непрерывное наблюдение за движущимися транспортными средствами на дороге специально назначенным старшим в группе, который наблюдает за изменением дорожно-транспортной ситуации и быстро сообщает об опасности.

При выполнении лабораторных работ студенты обязаны выполнять все требования Правил дорожного движения РФ, предъявляемые к пешеходам и пассажирам. Строгое соблюдение этих требований обеспечивает безопасное выполнение лабораторных работ студентами.

При выполнении наблюдений, измерений по заданиям лабораторной работы в условиях дорожного движения **студенты должны находиться вне проезжей части дороги** – на обочине, на тротуаре или в автомобиле-лаборатории.

## 2. ИССЛЕДОВАНИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЯХ

### 2.1. Классификация исследований в дорожном движении

Исследования являются важнейшей и неотъемлемой частью процесса управления, без них невозможно нормальное функционирование и развитие дорожного движения. Для принятия оптимального решения необходимо располагать полной и достоверной информацией, которая может быть получена только при проведении исследований. Однако в дорожном движении нет четких критериев целесообразности проведения и выбора уровня исследований, нет унифицированных нормативов, регламентирующих методику их проведения, представление результатов, порядок хранения для повторного использования данных. Поэтому все многообразие исследований в дорожном движении условно классифицируют по нескольким признакам (табл. 2.1) [1].

Таблица 2.1

**Классификация исследований в дорожном движении**

Критерий	Виды		
По методу проведения	Измерение	Обследование	Моделирование
	Опрос	Анализ документации	
По уровню	Прикидочные	Оценочные	Нормальные
	Детальные (специальные)		
По широте охвата	Один параметр		Комплексные
	Группа взаимосвязанных параметров		
По периодичности	Разовые	Периодические	Постоянные
По месту проведения	Камеральные		Натурные
По назначению	Информационные	Технологические	Предпроектные
	Постановочные	Контрольные	Учебные
	Научные	Судебно-технические	
По принадлежности	Ведомственные	Межведомственные	

При выполнении лабораторных работ следует использовать следующие понятия из области исследования объектов и процессов:

**Анализ документации** – вид исследования, при котором объектом является техническая, отчетная или статистическая информация.

**Измерение** – вид исследования, в результате которого определяются (измеряются) количественные характеристики реально существующих объектов: транспортных и пешеходных потоков и их взаимодействия, дорог и их обустройства.

**Моделирование** – вид исследования, объектом которого являются математические, физические, имитационные или другие модели отдельных элементов дорожного движения.

**Обследование** – вид исследования, в результате которого определяются в основном качественные характеристики реально существующих объектов. При этом возможно проведение простейших измерений, имеющих вспомогательные значения.

**Опрос** – вид исследования, при котором источником информации являются ответы респондентов, чаще всего участников или специалистов дорожного движения.

Детальные (специальные) исследования имеют целью получение подробной (детальной) информации об элементах дорожного движения и их взаимосвязях. Они требуют тщательной подготовки, значительных затрат и выполняются в основном в научных целях для улучшения работы больших или тяжело нагруженных систем.

Ориентировочные исследования имеют целью ознакомление с состоянием дорожного движения на заданном участке в первом приближении.

Исследования одного параметра имеют целью получение информации о состоянии исключительно одного определяющего параметра.

Исследования группы взаимосвязанных параметров являются наиболее распространенными и имеют целью получение информации о нескольких параметрах для оценки качества дорожного движения.

Комплексные исследования имеют целью получение возможно большего количества информации о дорожном движении. Такие исследования являются самыми производительными и весьма выгодными.

## **2.2. Определение достаточного числа измерений исследуемых параметров**

Особенностью измерений в дорожном движении является тот факт, что в большинстве случаев измеряемая величина представляется случайной, вследствие чего обработка и представление результатов измерений должны быть выполнены в соответствии с общепринятыми требованиями математической статистики.

При исследовании случайных величин точность результатов зависит от точности самих измерений и количества выполняемых замеров, поэтому важ-

но обеспечить достаточный объем информации для объективной оценки изучаемого параметра. Таким образом, необходимым разделом программы исследований является обоснование требуемого числа измерений.

Совокупность значений, которые может принимать величина в результате проводимых наблюдений, называется *генеральной совокупностью* [16]. Это достаточно большая совокупность однородных объектов, некоторая характеристика которых меняется случайным образом, от объекта к объекту [16]. Исследовать все элементы генеральной совокупности невозможно и нецелесообразно.

Первой задачей обоснования необходимого объема выборки является принятие уровня доверительной вероятности (надежности), достаточного для решения поставленной задачи. Обычно доверительная вероятность  $B_i$  принимается в пределах 0,8–0,9, причем низший предел используют при ориентировочных расчетах, а высший – при подготовке окончательных рекомендаций.

Выбранному значению устанавливают показатель надежности  $t_i = f(B_i)$ , значения которого приведены в табл. 2.2 [16].

Таблица 2.2

**Значения показателя надежности в зависимости от доверительной вероятности**

$B_i$	0,8	0,90	0,95
$t_i$	1,29	1,64	1,96

Доверительный интервал зависит от размаха значений наблюдаемого показателя и числа наблюдений. Доверительные границы устанавливают исходя из значения функции  $t_i$ . Это значение  $t_i$  показывает число средних квадратичных отклонений  $\sigma$ , которые нужно отложить вправо и влево от центра рассеивания для обеспечения вероятности попадания  $B_i$  в полученный интервал. Для большинства практических расчетов вполне достаточно, чтобы исследуемый показатель находился в пределах  $\pm 2\sigma$  от среднего значения [7,16]. Следовательно, размах значений показателей  $R = 6\sigma$  [ $\sigma = R/6 = (R_{\max} - R_{\min})/6$ , где  $R_{\max}$ ,  $R_{\min}$  – размах значений исследуемой характеристики, соответственно максимум и минимум].

Минимально необходимое число наблюдений  $n$  определяется по формуле [7,16]

$$n = \frac{t_i^2 \cdot \sigma^2}{\Delta^2}, \quad (2.1)$$

где  $\Delta$  – требуемая точность измерений.

В практике исследований характеристик движения обычно оперируют данными наблюдений, получаемыми с надежностью 0,8–0,9.

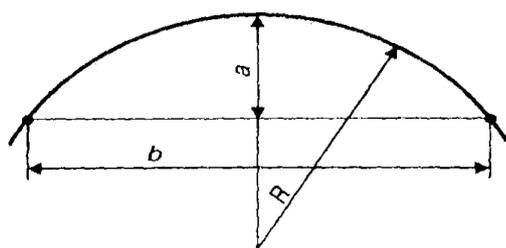
Это означает, что значение исследуемого параметра будет соответственно получено с ошибкой не более 20% [7].

### 2.3. Особенности выполнения измерений на элементах улично-дорожной сети

Обследования являются составной и неотъемлемой частью для разработки проектов ОДД. Основной их целью является получение исходной информации, которая не могла быть получена в результате анализа материалов, ранее выполненных проектно-изыскательских работ, статистических сводок, инвентаризационных ведомостей и прочих материалов, имеющих в распоряжении городских учреждений, и которая необходима для выработки управленческих решений по ОДД.

При выполнении лабораторных работ по дисциплине «Организация дорожного движения» могут возникнуть некоторые вопросы о порядке измерения на отдельных элементах УДС. Их следует рассмотреть более подробно [3].

Радиус закругления кромки проезжей части определяется путем измерения высоты сегмента  $a$  и длины хорды  $b$  (рис. 2.1).



$$R = \frac{\sqrt{b^2 + 4a^2}}{4\cos\alpha};$$

$$\alpha = \arctg \frac{b}{2a}.$$

Рис. 2.1. Схема определения радиуса закругления

Общая видимость проезжей части в направлении движения определяется путем измерения расстояния, на котором с высоты 120 см обнаруживается большой (не менее 30x30x20 см) предмет – белый светоотражающий (может быть использован белый лист бумаги формата А4) [1]. Аналогично может быть определена видимость транспортного средства, только вместо легкового автомобиля можно использовать второго наблюдателя, которому на высоту 120 см закрепляют яркую матерчатую или бумажную ленту шириной не менее 10–15 см.

При определении треугольника боковой видимости в конфликте «транспорт–транспорт» существует несколько подходов, однако наиболее простой способ предполагает определение катетов равностороннего

треугольника боковой видимости, вершина которого является вероятной конфликтной точкой транспортных средств (рис. 2.2).

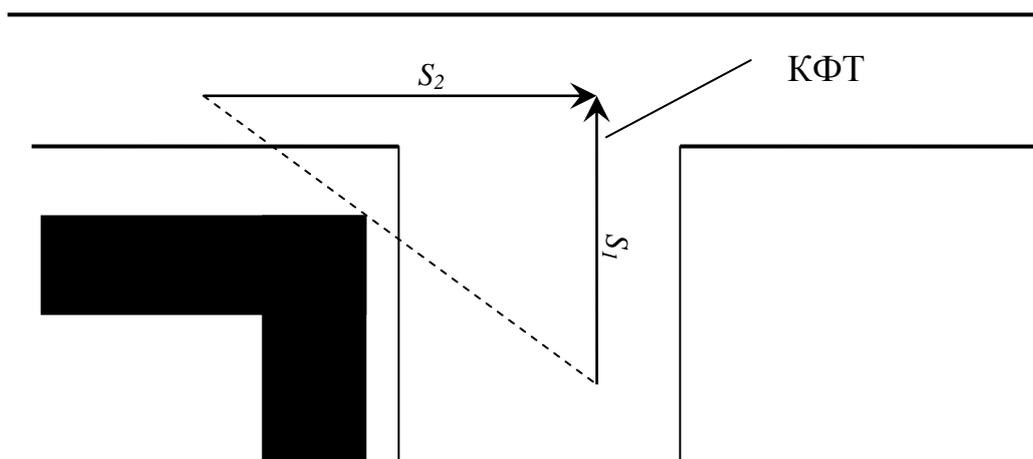


Рис. 2.2. Схема определения параметров треугольника боковой видимости при конфликте «транспорт–транспорт»

В случае конфликта «транспорт–пешеход» боковая видимость определяется с учетом предполагаемого направления движения пешехода и разрешенной максимальной скорости движения транспортного средства по заданному участку дороги (рис. 2.3). Таким образом, с точки, расположенной в 1 м от кромки проезжей части на расстоянии  $S_1=3V_1$  от вероятной конфликтной точки, определяют наибольшее расстояние на траектории движения пешеходов, где виден отдельный пешеход высотой приблизительно 120 см [1].

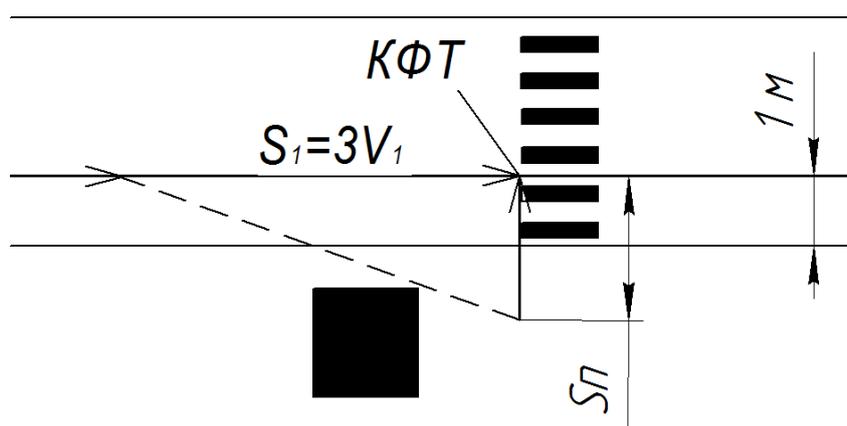


Рис. 2.3. Схема определения боковой видимости при конфликте «транспорт–пешеход»

При измерениях геометрических параметров дорог, а также при их привязке следует особое внимание уделить наличию всевозможных объектов, находящихся на участке обследования. На начальном этапе с использованием технических средств измерения наблюдатели проводят замеры, которые заносят на безмасштабный план обследуемого элемента УДС. Геометрические измерения на проезжей части должны быть выполнены с использованием технических средств (обычная или электронная рулетка). Следует особое внимание уделить фиксации *всех необходимых измерений и расстояний* на конкретном элементе УДС. При составлении такого плана должны быть отражены расстояния до ближайших объектов придорожной инфраструктуры, объектов притяжения пешеходов, при этом обязательным является и фиксация возможных причин неудовлетворительной ОДД, конфликтных ситуаций.

При выполнении геометрических измерений элементов УДС следует выбирать периоды времени, когда наблюдается наименьшая загрузка транспортной сети в целом, а при выполнении обследований параметров транспортных потоков – наибольшая загрузка (с 8:00 до 19:00 часов в рабочие дни недели).

При выполнении измерений геометрических параметров проезжей части следует использовать дорожное мини-колесо, позволяющее производить замеры с быстрой и высокой точностью. Обязательным атрибутом всех измерений, связанных с процессом движения транспортных потоков, является секундомер, а также заранее подготовленные формы и бланки протоколов обследований характеристик ДД.

При проведении любых измерений целесообразно на начальном этапе составить схему разрешенных направлений движения на участке обследования, например транспортного пересечения (рис. 2.4), где обязательно должны быть:

- указано количество полос на каждом подходе;
- выполнена нумерация полос движения, начиная с крайней правой;
- указаны имеющиеся ТСРД на подходах перекрестка;
- осуществлена привязка перекрестка к общегородскому ориентиру (например, к ж.-д. вокзалу и другому общеизвестному объекту);
- указаны номера регулируемых направлений движения РН1, РН2, ..., РН5 [под регулируемым направлением движения понимается один или несколько рядов с одного подхода, имеющих право движения одновременно на общий для них сигнал светофора (или общее правило приоритетности проезда)].

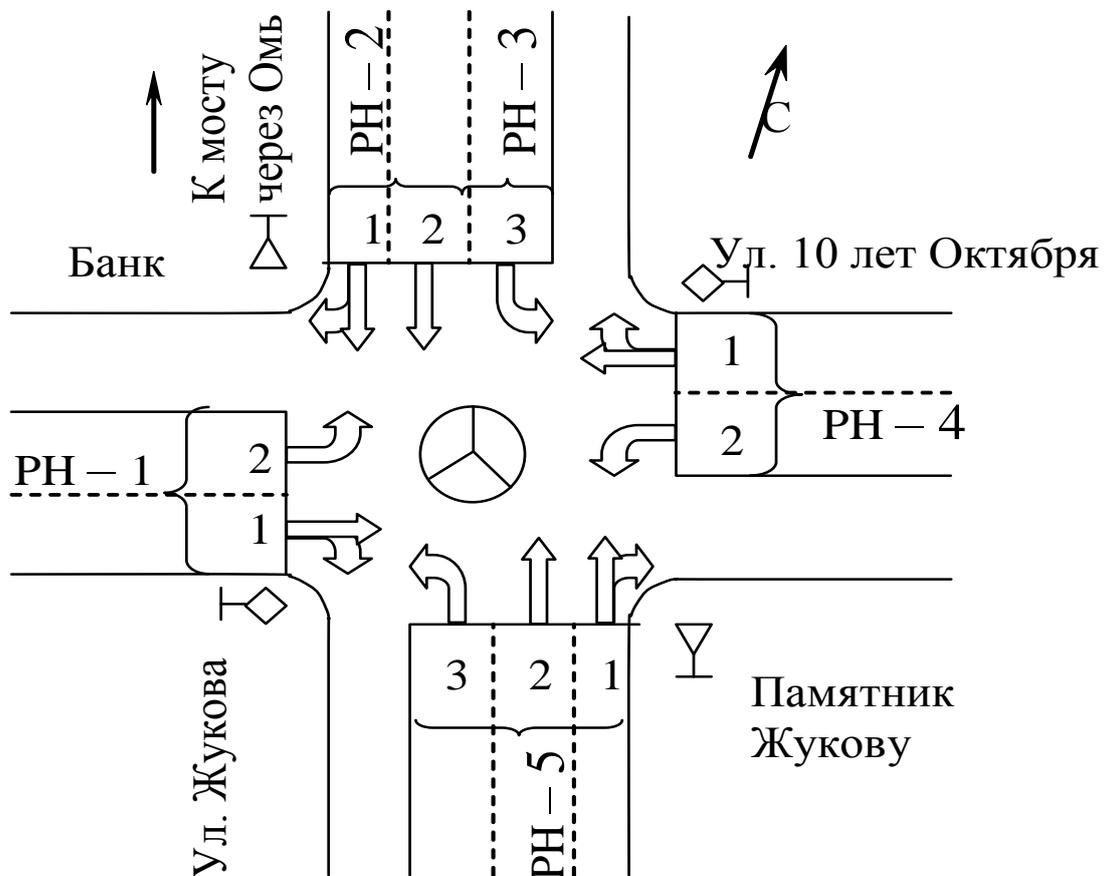


Рис. 1.3. Схема перекрестка №126.

### Регулируемые направления

Рис. 2.4. Пример оформления схемы транспортного пересечения с указанием регулируемых направлений движения

При обследовании организации движения через перекресток необходимо составление схем пофазного пропуска транспортных и пешеходных потоков, характеризующих очередность движения на перекрестке. При составлении пофазной организации движения отражают направления движения, первыми двигающиеся на разрешающий сигнал (первая фаза), далее фиксируют последующие направления, осуществляющие движение во второй фазе (и в последующих). На рис. 2.5 представлен пример оформления пофазной организации движения на перекрестке.

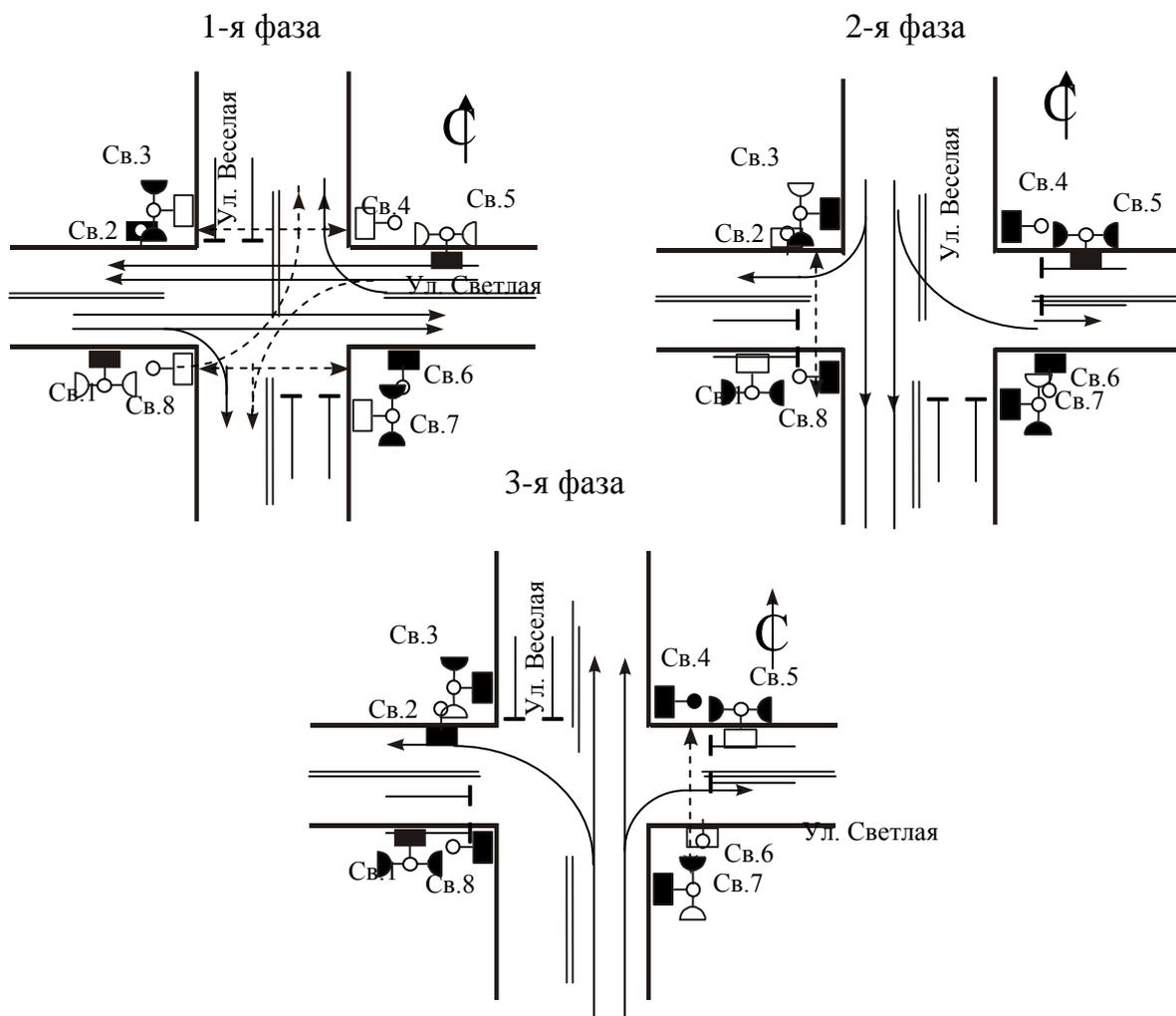


Рис. 2.5. Пример оформления схемы пофазной организация движения на регулируемом пересечении

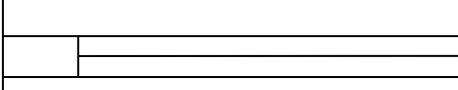
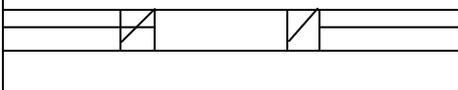
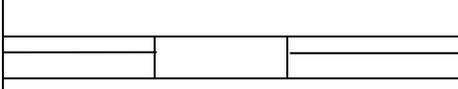
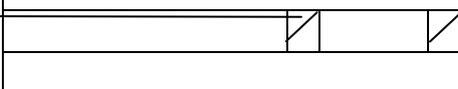
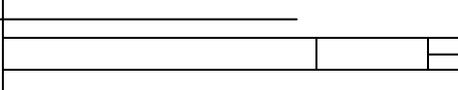
В табл. 2.3 приведен пример оформления программы светофорного регулирования, построение которой основывается на измерении длительности цикла и времени горения разрешающего  $t_3$ , вспомогательных  $t_{жс}$  ( $t_{кжс}$ ) и запрещающего сигналов  $t_{кр}$  ( $\varphi$  – сдвиг разрешающего сигнала относительно контрольной линии) на основе действующей пофазной организации движения на рассматриваемом участке УДС.

Построение ленты времени для каждой фазы выполняется в выбранном масштабе. Для этого, используя пофазную организацию движения, откладывают последовательно значение длительности светофорных сигналов, начиная с разрешающего сигнала первой фазы.

На основании ленты времени составляется формула времени цикла  $T_{Ц}$ :

$$T_{Ц} = (t_{31} + t') + (t_{32} + t') + (t_{33} + t') = 00, \text{ с.} \quad (2.2)$$

**Программа светофорного регулирования по состоянию  
на 20 апреля 202\_ года. Время 10<sup>00</sup> – 11<sup>00</sup> (пример оформления)**

Номер фазы	Номера двигающихся потоков	Номера светофоров	$T_{\varphi} = (22+5)+(32+3)+(27+4) = 93 \text{ с}$	$\varphi$	$t_3$	$t_{жс}$	$t_{кр}$	$t_{кжс}$
1	$N_1, N_2, N_3, N_7, N_8, N_9$	1,5		0	22	3 (+2)	59	3 (+1)
	$N_{П2}, N_{П4}$	3,4, 7,8		0	22	-	71	-
2	$N_4, N_5, N_6$	3,7		27	32	3	49	3 (+2)
	$N_{П1}$	1,2		27	32	-	61	-
3	$N_{10}, N_{11}, N_{12}$	3,7		62	27	3 (+1)	54	3
	$N_{П3}$	5,6		62	27	-	66	-

*Примечание.*

 – желтый сигнал;  – зеленый сигнал;  – красный с желтым сигнал;  
 – красный сигнал.

### 3. ОБСЛЕДОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЯХ

---

#### Лабораторная работа № 1

#### *Анализ аварийности элементов городских магистралей*

#### Общие положения теории

**Аварийность** – показатель безопасности дорожного движения в виде абсолютного числа дорожно-транспортных происшествий, числа погибших и раненых или в виде отношения количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) к числу транспортных средств, численности населения или пробегу автомобилей за определенный промежуток времени.

Распространенными видами дорожно-транспортных происшествий в России являются наезд на пешехода, столкновение и опрокидывание. Свыше трех четвертей всех дорожно-транспортных происшествий связаны с нарушениями водителями транспортных средств Правил дорожного движения Российской Федерации. Около трети всех происшествий связаны с неправильным выбором скорости движения. Вследствие выезда на полосу встречного движения регистрируется около 13% ДТП. Каждое восьмое ДТП совершил водитель, находившийся в состоянии опьянения, каждое седьмое – водитель, не имевший права на управление транспортным средством.

Определяющее влияние на аварийность оказывают водители транспортных средств, принадлежащих физическим лицам. Удельный вес превышает 80% из всех происшествий, связанных с несоблюдением водителями требований безопасности дорожного движения. Каждый год в результате ДТП более 10 миллионов человек в мире погибают и получают увечья. Глобальный экономический ущерб, причиняемый ДТП, составляет около 500 миллиардов долларов в год. Россия занимает одно из первых мест в мире по числу ДТП в расчете на единицу автотранспорта: на 10 тысяч машин в год приходится 12% аварий, что соответствует самой высокой степени аварийности при низком уровне автомобилизации.

Правила учета ДТП утверждены Постановлением Правительства РФ от 29 июня 1995 г. № 647 и обязательны для выполнения на всей территории Российской Федерации.

Учету подлежат все дорожно-транспортные происшествия. Он осуществляется для изучения причин и условий возникновения ДТП и

принятия мер по их устранению. Структура учета дорожно-транспортных происшествий представлена на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Структура учета ДТП

В государственную статистическую отчетность по аварийности включаются сведения только о ДТП, в которых погибли или были ранены люди. Не включаются в отчетность ДТП, возникшие: во время проведения мероприятий по автомобильному или мотоциклетному спорту; при выполнении технологических операций, не связанных с перевозкой людей или грузов; в результате стихийных бедствий; в связи с нарушением правил техники безопасности и эксплуатации ТС; в связи с попыткой покончить жизнь самоубийством; в результате умышленных посягательств на жизнь и здоровье граждан или действий, направленных на причинение имущественного ущерба.

Для анализа используются абсолютные, удельные и относительные показатели аварийности.

Абсолютные показатели образуются в результате накопления данных о единичных ДТП. Основное назначение абсолютных показателей – отражение масштабов аварийности, оценка ущерба от ДТП, анализ динамики аварийности. К абсолютным показателям относятся: количество ДТП, число погибших, число раненых, количество ДТП из-за технической неисправности транспортных средств и другие. Для анализа должны использоваться также абсолютные показатели, характеризующие условия, в которых осуществляется деятельность по обеспечению БДД. Абсолютные показатели малопригодны для сопоставительного анализа уровня обеспечения безопасности дорожного движения. Например, по абсолютному количеству ДТП, погибших и раненых нельзя сравнить уровень безопасности движения в различных регионах из-за различия в численности транс-

портных средств, протяженности дорог и других специфических особенностей, объективно влияющих на эти показатели.

Удельные показатели представляют собой процентную долю одного абсолютного показателя аварийности от общего числа. Наиболее часто используют: удельный вес ДТП, совершенных нетрезвыми водителями, в общем количестве ДТП по вине водителей или удельный вес ДТП по вине водителей ТС отдельных типов; удельный вес пострадавших (погибших, раненых) различных категорий участников дорожного движения в общем числе пострадавших и др. Удельные показатели применяются для описания структуры аварийности.

Относительные показатели образуются делением одного абсолютного показателя на другой. Наиболее часто используются такие относительные показатели, как количество ДТП, погибших или раненых на 1 миллион км пробега транспортных средств, на 10 тысяч транспортных средств, на 10 тысяч водителей, на 100 тысяч населения, на 100 км автодорог и т.д.

Методы анализа сведений о ДТП в местах их концентрации можно разделить на: количественные, качественные и топографические.

Количественный анализ обеспечивает получение фактических показателей состояния аварийности, их сравнение (сопоставление) по годам и за другие календарные сроки с целью выявления общих тенденций изменения. Простейшие показатели количественного анализа – это данные об общем числе ДТП, о количестве погибших и раненых людей, тяжести последствий ДТП.

Целью качественного анализа материалов ДТП является выявление причинных факторов и установление степени влияния каждого из них на состояние аварийности.

Для выявления очагов ДТП необходимо проведение топографического анализа, который заключается в нанесении на карту или схему изучаемой территории мест совершения ДТП.

### **Методические указания к выполнению работы**

Цель лабораторной работы: ознакомление с методами анализа аварийности, приобретение практических навыков работы со статистической базой данных по аварийности.

Техническое обеспечение: ПЭВМ.

Задания к лабораторной работе:

1. Выполнить анализ аварийности участка магистрали УДС по следующим параметрам: вид ДТП, пострадавшие, элемент УДС, период (тенденция за 3 года), времени суток.
2. Отобразить данные статистического анализа в графическом виде.
3. Сформулировать выводы.

## Рекомендации к выполнению лабораторной работы

При выполнении данного задания необходимо использовать статистическую базу по аварийности (массив статистических данных по ДТП выбирается не менее чем за последние три года), выполненную в формате программы Microsoft Excel. Для удобства работы в базе данных необходимо установить фильтр в основной строке базы данных. Для этого в командной строке выбрать «Данные», далее «Фильтр» и «Автофильтр». Таким образом, появляется возможность задать необходимый параметр анализа аварийности: по округам, видам, времени, дате, названию улицы, привязке, пострадавшим (рис. 3.2).

В качестве примера рассмотрим анализ аварийности в г. Омске по дате, для этого выполняем следующие действия:

1. Для поиска ДТП по определенной дате выбрать в столбце «Дата» необходимый день, месяц и год произошедшего ДТП. Выбрав нужную дату (например: 31.12.2019), на мониторе в нижнем левом углу отображается найденное количество записей, где первое число – это количество произошедших ДТП, а второе число – это общее количество ДТП за исследуемый год (рис. 3.3).

2. Для возврата в первоначальное основное окно программы необходимо в столбце «Дата» нажать на стрелочку и выбрать «Все».

Аналогичным образом проводится выбор остальных критериев аварийности. Для представления результатов анализа аварийности следует использовать функцию «Мастер диаграмм» в программе Microsoft Excel. На рис. 3.4 приведен пример оформления результатов статистического анализа аварийности по видам ДТП.

Номер	Дата	Время	Вид ДТП	Место	Улица	Дом	Дорога	Киломе	Метр	Погибл	Погибл	Ранено	Ранено	НДУ	НДУ	НДУ	НДУ
5	520018832	14:00	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	ООТ 6 Линия					0	0	1	0	0	0	0	0
22	520018606	9:00	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	105					0	0	1	0	0	0	0	0
36	520018482	13:27	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	199					0	0	1	0	0	0	0	0
51	520018590	8:00	Падение	Омская of 10 лет Ом	ООТ 25 Линия					0	0	1	0	0	0	0	0
81	520018396	21:07	Столкновение	Омская of 10 лет Ом	40					0	0	1	0	0	0	0	0
83	520018105	15:10	Столкновение	Омская of 10 лет Ом	127					0	0	1	0	0	0	0	0
119	520017825	17:10	Столкновение	Омская of 10 лет Ом	ОЗТУ					0	0	1	0	0	0	0	0
129	520018315	0:00	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	138					0	0	1	0	0	0	0	0
137	520018041	9:00	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	180					0	0	1	0	0	0	0	0
141	520017709	20:00	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	ООТ "6 Линия"					0	0	1	0	0	0	0	0
155	520017692	19:00	Падение	Омская of 10 лет Ом	98					0	0	1	0	0	0	0	0
236	520017069	8:10	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	180/1					0	0	1	0	0	0	0	0
241	520016973	11:10	Столкновение	Омская of 10 лет Ом	ул. Хмельницкого					0	0	1	0	0	0	0	0
309	520016627	16:50	Столкновение	Омская of 10 лет Ом	33					0	0	1	0	0	0	0	0
366	520016174	20:30	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	189					0	0	1	0	0	0	0	0
373	520016125	11:00	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	ООТ "25-я Линия"					0	0	1	0	0	0	0	0
400	520015953	18:05	Наезд на пешехода	Омская of 10 лет Ом	ОТ 208/А					0	0	1	0	0	0	0	0
420	520015778	13:11	Падение	Омская of 10 лет Ом	10					0	0	1	0	0	0	0	0
454	520015553	09:11	Падение	Омская of 10 лет Ом	10					0	0	1	0	0	0	0	0
458	520015518	08:11	Падение	Омская of 10 лет Ом	10					0	0	1	0	0	0	0	0
478	520015434	07:11	Падение	Омская of 10 лет Ом	10					0	0	1	0	0	0	0	0

Рис. 3.2. Интерфейс базы данных по аварийности

Список ДТП																	
Омская область, с 01.12.2019 по 31.12.2019																	
Номер	Дата	Время	Вид ДТП	Место	Улица	Дом	Дорога	Киломе	Метр	Погиблс	Погиблс	Ранено	Ранено	НДУ	НДУ	НДУ	НДУ
520018832	31.12.2019	14:00	Наезд на	Омская of 10 лет Ок	ООТ 6 Линия					0	0	1	0	Недостат	Отсутствие пешеходных ограждений в не		
520018826	31.12.2019	12:50	Столкнов	Омская of Маршала ул.	Красных Зорь					0	0	1	0	Недостат	Отсутствие, дорожных знаков в необходи		
520018697	31.12.2019	11:45	Наезд на	Омская of Юбилейн	78					0	0	1	0	Отсутствие	недостатков транспортно-эксплуатаци		
520018680	31.12.2019	8:55	Наезд на	Омская of Рельсоваг	22					0	0	1	0	Отсутствие	недостатков транспортно-эксплуатаци		

ДАТА 31.12.2019»

Рис. 3.3. Пример выбора ДТП по дате

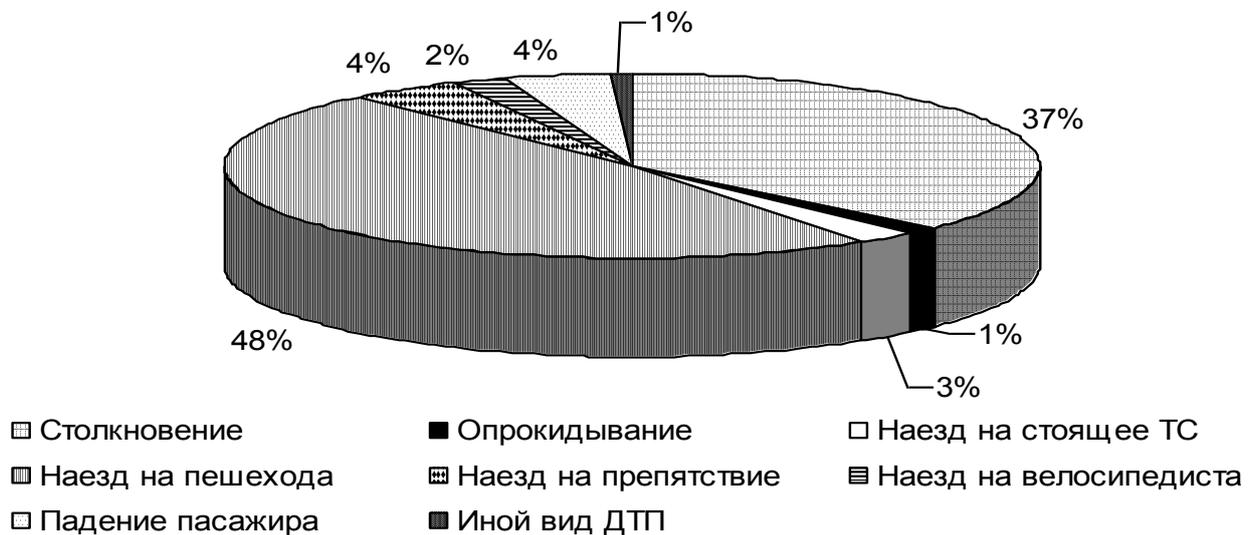


Рис. 3.4. Пример оформления результатов анализа аварийности по видам ДТП

### Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определения терминам: *аварийность, ДТП, место концентрации ДТП.*
2. Назовите назначение и основные цели проведения анализа аварийности.
3. Перечислите методы анализа аварийности и их назначение.
4. Назовите виды и назначение показателей аварийности.
5. Какие показатели аварийности включены в государственную статистическую отчетность?
6. На основании каких нормативных документов и кем ведется учет ДТП?

## Лабораторная работа № 2

### Обследование условий движения на элементах УДС

#### Общие положения теории

Планировочные особенности и геометрические параметры путей сообщения оказывают решающее влияние как на характеристики транспортных потоков, так и на инженерные методы организации дорожного движения.

Дорожные условия существенно зависят от методов организации дорожного движения на конкретном участке: регулирование пересечений транспортных и пешеходных потоков, ограничения скорости, обгонов, поворотов, разворотов, организации одностороннего движения, движения с приоритетом транспорта общего пользования, ограничения движения определенными категориями транспортных средств.

Основными геометрическими параметрами улиц и дорог, оказывающими влияние на условия и режим дорожного движения, являются: ширина проезжей части, полос движения, пешеходных путей сообщения (тротуары, пешеходные переходы), полос парковки, конструкция остановок общественного транспорта. В последние десятилетия все чаще существенное влияние на дорожные условия оказывают факторы, относящиеся к транспортной инфраструктуре города, неотъемлемой частью которой являются многочисленные торговые и офисные помещения, расположенные вдоль проезжей части основных городских магистралей.

Для оценки условий движения на элементах УДС наиболее распространенным и достоверным является метод визуального обследования, который включает:

1. Определение объекта обследования (транспортное пресечение, перегон, остановочный пункт ГПТ и т.д.).

2. Составление ситуационного плана объекта обследования с указанием привязок к несмещаемым придорожным объектам (рис. 3.5). Все элементы, характеризующие дорожную ситуацию, оформляются условными обозначениями и отражаются в цвете, где должны быть отражены:

- 1) ширина проезжей части, количество и ширина полос движения;
- 2) взаимное расположение входов, радиусы и закругления кромки проезжей части;
- 3) дислокация существующих технических средств регулирования движения;
- 4) расположение и размеры остановочных пунктов, опоры освещения, деревья, кустарники;

5) другие характерные элементы, оказывающие влияние на процесс движения: торговые ларьки и киоски, рекламные щиты, павильоны, выступающие или утопающие канализационные люки, решетки, неровности местности;

6) наличие придорожных объектов притяжения ТС на расстоянии не менее 0,1 км в каждую сторону (например: торговая зона, жилой массив, офисные здания и т.д.) с указанием технических средств организации движения [(дорожные знаки, дорожная разметка (осевая, по полосам, отсутствует)], пешеходный переход, ОП ГПТ.

Все входы на перекрестке, начиная с левого подхода на чертеже, нумеруются по часовой стрелке цифрами 1, 2, 3, 4, при этом главную дорогу желательно располагать горизонтально. Принятая нумерация (1 – слева, 2 – сверху, 3 – справа, 4 – снизу) сохраняется независимо от наличия или отсутствия входа, поэтому, например, трехсторонний перекресток может иметь нумерацию подходов: 1,2,4 или 1,2,3. На схеме должен быть обязательно указан объект ориентирования, например: «К центру», «К ж.-д. вокзалу».

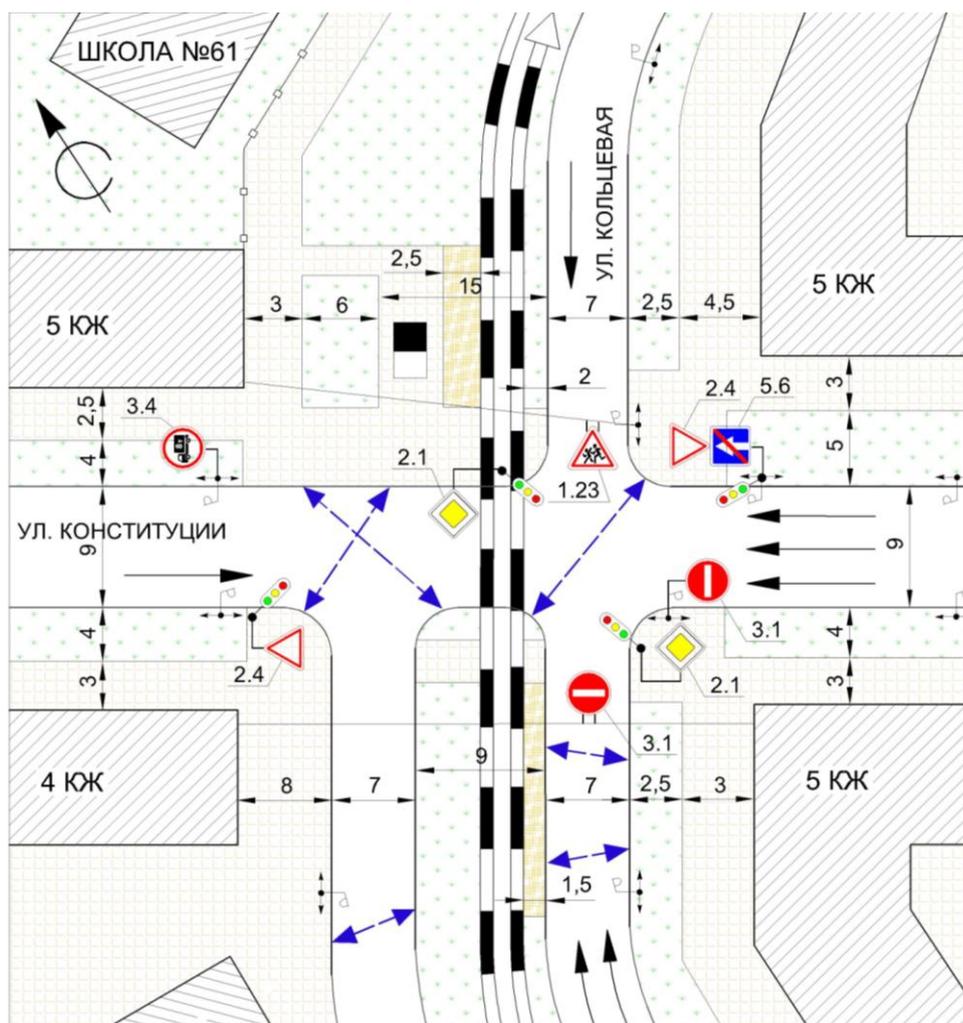


Рис. 3.5. Ситуационный план участка УДС

При описании перекрестка кроме основных геометрических характеристик отмечаются видимые недостатки в организации движения: недостаточна боковая видимость, значительные транспортные задержки, нарушение Правил дорожного движения участниками, состояние технических средств регулирования и обустройства.

На ситуационной схеме необходимо разным цветом («заливкой») обозначить: проезжую часть, пешеходные пути, газоны, разделительные полосы, здания. Рекомендуется проезжую часть обозначить желтым цветом, пешеходные пути – коричневым, газоны – зеленым.

3. Составление схемы разрешенных направлений движения. Схема выполняется без масштаба, указываются направления движения (возможные либо разрешенные) транспортных потоков, наносятся технические средства регулирования движения (см. раздел 2, рис. 2.5).

4. Выявление недостатков в организации движения на обследуемом элементе УДС, подлежащих устранению (используют общий перечень факторов повышенной опасности, где отмечают наличие либо отсутствие фактора на обследуемом объекте).

Для городов характерна высокая плотность улично-дорожной сети. Однако чем выше плотность дорожной сети, тем чаще расположены пересечения дорог, которые являются источниками задержек транспортных средств и дорожно-транспортных происшествий. Исследования показали, что значительное число ДТП происходит в так называемых *конфликтных точках* – местах, где имеет место специфическое взаимодействие транспортных и пешеходных потоков (на перекрестках).

Для транспортных пересечений характерно разделение потоков по направлениям, а также слияние и пересечение траекторий движения. Места, где осуществляется это взаимодействие потоков, называют конфликтными точками, характерной особенностью каждой является не только потенциальная опасность столкновения транспортных средств, но и вероятность их задержки. Число конфликтных точек определяется существующими или разрешенными направлениями движения и количеством разрешенных рядов движения транспортных средств. Четырехсторонний перекресток дорог со всеми разрешенными маневрами для однопольных потоков автомобилей встречного направления имеет 32 типичные конфликтные точки, в том числе 16 точек пересечения, 8 отклонения и 8 слияния (рис. 3.6).

В зарубежных и отечественных работах по организации движения приняты различные методы к количественной оценке каждой конфликтной точки и их совокупности. Наибольшее применение нашла пятибалльная система оценки узла, при которой считают, что точка отклонения оценивается одним условным баллом, слияния – тремя и пресечения – пятью баллами.

Сложность (условная опасность) любого пересечения определяется

$$m = n_0 \cdot n_c + 5 \cdot n_n, \quad (3.1)$$

где  $n_0$ ,  $n_c$ ,  $n_n$  – число точек соответственно отклонения, слияния и пересечения.

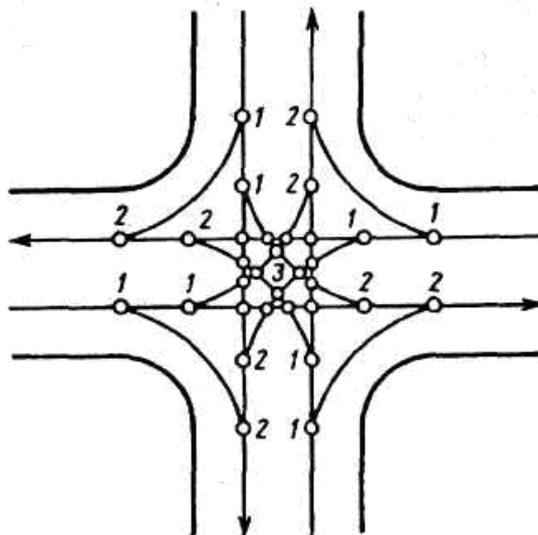


Рис. 3.6. Конфликтные точки отклонения 1, слияния 2 и пересечения 3 на перекрестках с различной конфигурацией

Принято считать: перекресток малой сложности (простой), если  $m < 40$ ; если  $m = 40 \div 80$ , – средней сложности; если  $m = 80 \div 150$ , – сложный; если  $m > 150$ , – очень сложный.

На реальном перекрестке число конфликтных точек определяют с учетом числа полос движения по каждому направлению и разрешенных направлений движения, т.е. число конфликтных точек увеличивается с увеличением числа полос.

Данные обследования могут быть использованы при выборе рациональных методов и средств организации движения на улицах и дорогах, а также при реконструкции или проектировании УДС.

### Методические указания к выполнению работы

Цели лабораторной работы: изучение планировочных особенностей и определение геометрических параметров отдельных элементов УДС, оценка дорожных условий на объектах обследования.

Техническое обеспечение: фотокамера (видеокамера), измерительное колесо, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаши).

Задания к лабораторной работе:

1. Составить ситуационный план объекта обследования.
2. Составить схему разрешенных направлений движения на объекте обследования.
3. Выявить факторы, оказывающие влияние на ухудшение условий движения на объекте обследования, подлежащие устранению.
4. Определить сложность транспортного узла.
5. Составить предложения по устранению выявленных недостатков в организации движения.
6. Сформулировать выводы.

ВАРИАНТ 1.

Объект обследования – регулируемое транспортное пересечение.

ВАРИАНТ 2.

Объект обследования – нерегулируемое транспортное пересечение.

### **Рекомендации к выполнению лабораторной работы**

Ситуационная схема территории должна дать представление об условиях движения на участках протяженностью 50–100 м перед перекрестком; объектах, расположенных на прилегающих к подходам территориях и оказывающих влияние на условия движения; наличии и расположении технических средств регулирования; привязке перекрестка к сторонам света и общегородским ориентирам. Составление ситуационного плана перекрестка выполняется в виде безмасштабной схемы с применением размерной привязки между объектами, значимыми для условий движения ТС (пешеходов), и его привязкой в соответствии с топографической картой. Перечень условных обозначений для оформления ситуационного плана приведен в приложении.

При выполнении задания 2 данной лабораторной работы следует руководствоваться общими положениями теории, изложенными выше (пример оформления схемы регулируемых направлений движения приведен в разделе 2 на рис. 2.4).

Для выявления факторов, оказывающих влияние на условия движения на объекте обследования, необходимо провести анализ фактически сложившейся дорожно-транспортной ситуации на заданном перекрестке. Результаты обследования подходов к перекрестку следует оформить таблицей (табл. 3.1), в которой отражаются все основные факторы, характеризующие условия движения на подходах к перекрестку и соответствующих выходах.

**Пример оформления учета факторов, оказывающих влияние  
на условия движения**

Транспортное пересечение улиц : \_\_\_\_\_ Дата 202\_ г.

№ п/п	Показатель	Подход			
		1	2	3	4
1	Длина обследованного участка, м	50	50	50	50
2	Ширина проезжей части всей дороги в сечении стоп-линий, м	22	8	22	8
3	Число полос на подходе	3	1	3	1
4	Радиус закругления бортового камня (правого), м	8	8	8	8
5	Дальность видимости на подходе от стоп-линий в прямом направлении движения, м	100	50	100	50
6	Наличие уличной парковки на подходе	Нет	Нет	Нет	Нет
7	Наличие остановочного пункта	Нет	Нет	Нет	Нет
8	Наличие обозначенного перехода для пешеходов	Нет	Нет	Да	Нет
9	Количество съездов (разрывов в бортовом камне)	Нет	Да	Нет	Нет
10	Наличие трамвайных или ж.-д. путей	Нет	Нет	Нет	Нет
11	Расстояние боковой видимости вправо/влево в сечении за 20 м до стоп-линий, м	50/ 50	30/ 50	50/ 50	30/ 50
12	Наличие ограждений между тротуаром и ПЧ	Нет	Нет	Нет	Нет
13	Наличие уличного освещения	Да	Да	Да	Да
14	Наличие большого количества зон притяжения пешеходов	Да	Да	Да	Да
15	Высокая интенсивность транспортных средств (длительные транспортные задержки)	Да	Да	Нет	Да
16	Наличие дефектов дорожного покрытия	Нет	Да	Нет	Да
17	Наличие объектов, ограничивающих видимость или отвлекающих участников ДД (рекламные щиты, экран)	Да	Нет	Нет	Нет

В выводе по лабораторной работе должны быть анализ условий движения на обследуемом объекте (основные недостатки в существующей ОД) и предложены мероприятия, способствующие снижению факторов, влияющих на ухудшение условий движения.

**Контрольные вопросы и задания**

1. Что представляет собой схема разрешенных направлений движения на перекрестке? Каков порядок составления схемы разрешенных направлений движения?
2. Что представляет собой ситуационный план перекрестка? Каков порядок составления ситуационного плана перекрестка?
3. Перечислите основные факторы, ухудшающие транспортные ситуации на объекте обследования, выявленные при выполнении лабораторной работы. Поясните характер их действия.
4. Дайте определения терминам: *дорожные условия, дорога, перекресток, организация движения.*

## Лабораторная работа № 3

### Изучение состава и интенсивности транспортного потока на элементах улично-дорожной сети

#### Общие положения теории

Характеристиками дорожного движения являются: интенсивность, плотность, скорость, состав, задержки, распределение транспортных потоков по направлениям. Транспортный поток характеризуется взаимодействием в пространстве и во времени транспортных средств (ТС) (рис. 3.7).

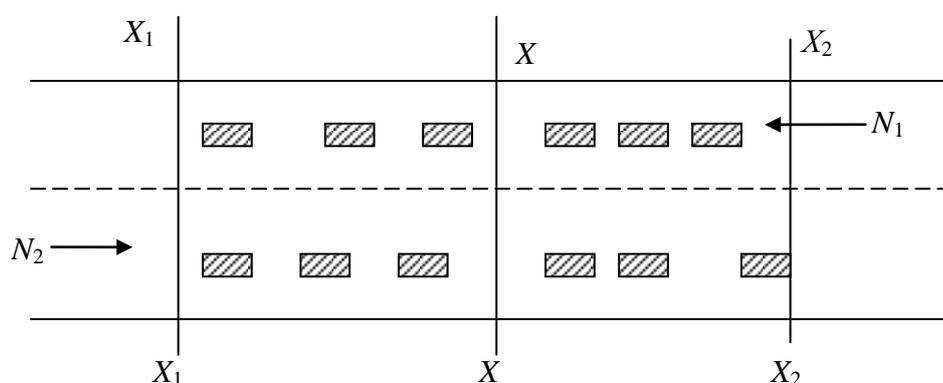


Рис. 3.7. Схема движения транспортных средств на участке  $X_1X_2$  в течение времени  $t_1, t_2$

Определяющей характеристикой в организации движения является *интенсивность движения* ( $x; t_1; t_2$ ) – количество ТС, которые прошли в обоих направлениях через сечение дороги  $X - X$  за единицу времени (час или сутки) ( $t_1; t_2$ ). Если дорога имеет разделительную полосу и встречные потоки изолированы друг от друга, то суммарная интенсивность встречных направлений не определяет условий движения, а характеризует лишь суммарную работу дороги как сооружения. Для таких дорог интенсивность движения имеет самостоятельное значение в каждом направлении. При движении в городских условиях особое значение имеет интенсивность транспортных потоков по полосам движения или так называемая *удельная интенсивность*.

Неравномерность транспортных потоков в течение года, месяца, суток имеет важнейшее значение в задачах организации движения. Типичные кривые распределения интенсивностей движения в течение суток на городской магистрали приведены на рис. 3.8.

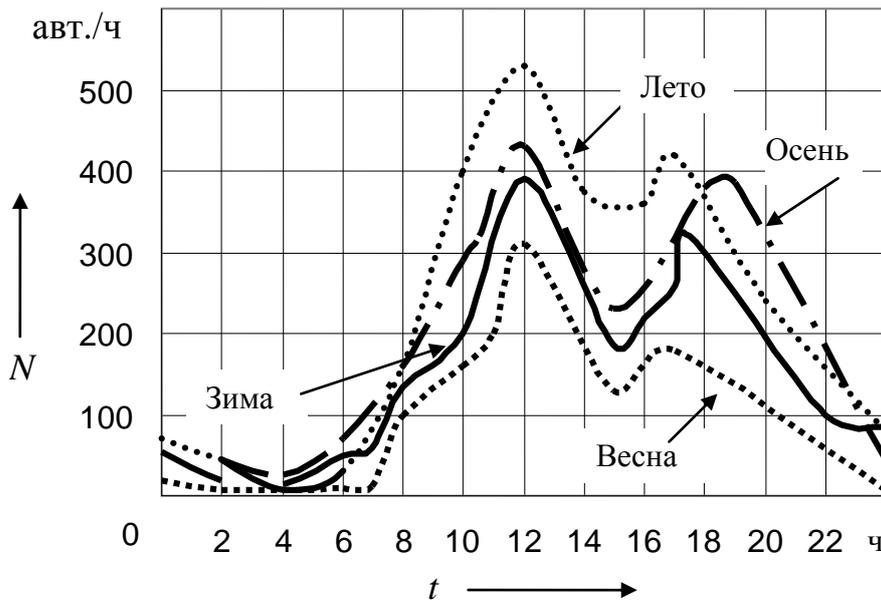


Рис. 3.8. Распределение интенсивности движения транспортных потоков в течение суток

Кривые позволяют выделить так называемые *пиковые часы* или периоды, в которые возникают наиболее сложные задачи организации и регулирования движения.

Причинами резкого снижения интенсивности движения в зимние месяцы года являются неблагоприятные погодные условия и ухудшение дорожных условий (скользкое покрытие, сужение проезжей части), а также уменьшение случаев использования личных автомобилей (исключением являются южные города).

Наиболее часто интенсивность движения ТС характеризуют их часовыми значениями. При этом наибольшее значение имеет этот показатель в пиковые периоды. Необходимо, однако, иметь в виду, что интенсивность движения в часы пик в различные дни недели, месяца и года может иметь неодинаковое значение. На дорогах с более высоким уровнем интенсивности движения транспортных средств меньше неравномерность движения и стабильнее значения в пиковые периоды. Для двухполосных дорог со встречным движением общую интенсивность характеризуют обычно суммарным значением встречных потоков, так как условия движения и, в частности, возможность обгонов определяются загрузкой обеих полос. Во многих случаях, особенно при решении вопросов регулирования движения в городских условиях, имеет значение не только суммарная интенсивность потока по данному направлению, но и удельная интенсивность автомобилей.

При определении интенсивности транспортных потоков используют натурные, автоматизированные или аналитические методы получения информации. Одним из способов представления данных по интенсивности автомобилей является карта совмещения расчетного метода, опирающегося на теорию транспортной активности районов города, и топографического метода. Таким образом, для создания математической модели, описывающей распределение интенсивности по УДС города, надо знать транспортную активность каждого района города. Для этого классифицируют районы города по уровню и структуре транспортной активности. Выделяют следующие типов районы: жилые районы, промышленные районы, торговые районы, районы отдыха, коммерческие и административные районы. Таким образом, весь город разбивается на типовые районы согласно характеристикам транспортной активности, назначаются транспортные корреспонденции, которые «накладываются» на УДС города.

К автоматизированным устройствам определения интенсивности транспортных средств относят детекторы транспорта и передвижные пункты измерения характеристик ДД.

**Детектор транспорта** – измерительный прибор, который включает в себя чувствительный элемент, усилитель-преобразователь и выходное устройство. Факт прохождения или присутствия автомобиля в контролируемой зоне изменяет какую-либо физическую характеристику чувствительного элемента детектора, на основании чего вырабатывается первичный сигнал. Этот сигнал усиливается, обрабатывается и преобразовывается к виду, удобному для регистрации измеряемого параметра транспортного потока. Различают три группы детекторов – контактного типа, электромагнитные и детекторы излучения.

**Детекторы контактного типа** (первое поколение) – электромеханические, пневматические и пьезоэлектрические. Сигнал о появлении автомобиля возникает от непосредственного соприкосновения его колес с протяженным чувствительным элементом, который располагается на дорожном полотне перпендикулярно движению. Детекторы этой группы дешевы и просты по конструкции и монтажу. Они способны определять давление осей автомобиля на дорожное покрытие. Однако эти детекторы ограничены по своим возможностям – они осуществляют только подсчет числа осей и могут быть использованы только на однополосных или двухполосных дорогах с низкой интенсивностью движения. Кроме этого, их работоспособность зависит от климатических условий. Поэтому такие детекторы не получили широкого распространения

**Чувствительные элементы электромагнитных детекторов** (второе поколение) – катушка с магнитным сердечником или индукционная петля – закладываются под дорожное покрытие на некоторую глубину.

Автомобиль, обладающий металлической массой, регистрируется благодаря искажению магнитного поля или изменению индуктивности рамки в момент его прохождения над чувствительным элементом детектора. Разные модификации таких детекторов предназначены для установления факта прохождения автомобилем контролируемой зоны (измерения интенсивности движения), для определения длины очереди, задержки, затора в движении, для измерения скорости движения потока, состава потока (грузовые и легковые автомобили), плотности потока. Недостаток – дорогостоящая и сложная установка детектора.

**К детекторам излучения** (третье поколение) относятся ультразвуковые, инфракрасные, радарные и видеодетекторы. По ряду причин наибольшее распространение получили детекторы последних двух групп. Радарный чувствительный элемент представляет собой направленную антенну, устанавливаемую сбоку от проезжей части или над ней. Излучение направляется вдоль дороги и, отражаясь от движущегося автомобиля, принимается антенной. В случае направленности излучения вдоль движения радарный детектор может фиксировать не только факт проезда автомобилем контролируемой зоны, но и его скорость (эффект Доплера).

Использование современных микропроцессоров позволяет с помощью специального программного обеспечения анализировать полученное изображение, выделять движущиеся автомобили, определять интенсивность, скорость и другие необходимые параметры транспортного потока. Установка детекторов третьего поколения не требует проведения дорожных работ. Кроме того, такие детекторы могут работать в условиях плохой оптической видимости – недостаточное освещение или туман, помехи от дождя или снега.

Также интенсивность движения и состав транспортного потока могут быть зафиксированы с помощью передвижного пункта. С его помощью можно идентифицировать транспортные средства по их боковому профилю, определять скорость, направление движения, габаритные размеры.

Перечисленные способы определения интенсивности движения являются весьма точными, но дорогостоящими, поэтому на практике наряду с инструментальными методами определения интенсивности используют натурные наблюдения.

Для подсчета интенсивности транспортных потоков определяют необходимое число учетчиков, которое зависит от объекта исследования (перегон, перекресток). При измерении интенсивности на перегоне достаточно двух учетчиков, в этом случае каждый учетчик учитывает число транспортных средств и их состав (легковые автомобили, грузовые автомобили, автобусы) в заданном направлении. В случае, если измерения ин-

тенсивности ведутся на транспортном пересечении, то число учетчиков должно быть не менее четырех человек.

Счетчики-наблюдатели располагаются таким образом, чтобы было удобно производить учет проследовавших в исследуемом направлении ТС. Для снижения числа ошибок каждый наблюдатель подсчитывает транспортные средства только по одному направлению.

Наблюдения ведут с регистрацией результатов в течение 20 минут непрерывного счета (с последующим приведением к одному часу путем умножения), что в большей степени позволяет выявить влияние неравномерности движения во времени. Каждый наблюдатель заполняет протокол, в котором указывает состав транспортного потока, при этом использует принятые обозначения (рис. 3.9). При описании характеристик транспортного потока следует обращать внимание на необходимость указывать соответствующую размерность в физических (авт./ч) или в приведенных (ед./ч) единицах.

Категории ТС	Условные обозначения
Легковые автомобили	••• или 
Грузовые автомобили	I
Автобусы	Λ

Рис. 3.9. Обозначения, используемые при определении интенсивности ТП

Все учитываемые транспортные средства объединяются в три группы: легковые автомобили, грузовые автомобили и автобусы.

При подсчете относить:

– к легковым автомобилям – все легковые, микроавтобусы, малые грузовые (УАЗ, «ГАЗель» и т.д.);

– к автобусам – только автобусы, движущиеся по установленным маршрутам;

– к грузовым – все грузовики, начиная с грузоподъемности 2,5 т и более (т.е. ГАЗ-52 и т.п.), а также автобусы немаршрутные.

Кроме измерения интенсивности движения необходимо иметь представления о составе транспортного потока, который характеризуется соотношением в нем транспортных средств различного типа. Состав транспортного потока влияет на загрузку дорог из-за разницы в габаритных размерах автомобилей и их динамических свойств.

При движении в транспортном потоке важна разница не только в статическом, но и в динамическом габарите автомобиля, который зависит от скорости и тормозных качеств транспортного средства. Под динамиче-

ским габаритом подразумевается участок дороги, минимально необходимый по длине для безопасного движения в потоке с заданной скоростью.

Длина этого участка должна включать: длину транспортного средства  $l_a$ , дистанцию безопасности, которая состоит из длины остановочного пути и зазора безопасности  $d$ , принимаемого в расчетах равным 1–2 м как зазор между передним и задним бамперами остановившихся друг за другом автомобилей (рис. 3.10).

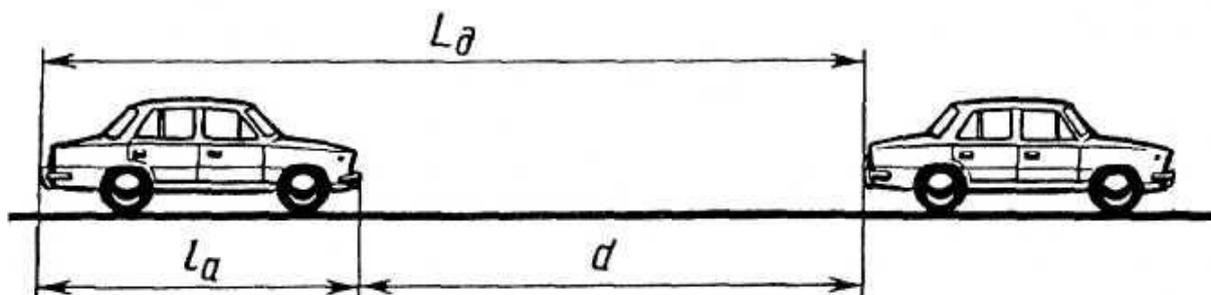


Рис. 3.10. Динамический габарит автомобиля в плотном транспортном потоке:  $L_d$  – динамический габарит автомобиля;  $l_a$  – длина автомобиля;  $d$  – дистанция безопасности

Понятие динамического габарита используется при решении ряда задач в организации движения. В данном случае с использованием динамического габарита можно определять значение коэффициента приведения  $K_i$  всех категорий транспортных средств к легковому автомобилю.

$$N_{np} = \sum_1^n (N_i \cdot K_i), \text{ ед.} \quad (3.2)$$

где  $N_i$  – число транспортных средств данной категории;  $n$  – число категорий транспортных средств в потоке.

Коэффициент приведения  $K_i$  рассчитывается как отношение динамического габарита транспортного средства какой-либо категории к динамическому габариту легкового автомобиля.

В табл. 3.2 приведены значения коэффициента приведения, заимствованные из отечественных нормативных документов для различных категорий транспортных средств.

**Коэффициенты приведения к легковому автомобилю**

Тип ТС	$K_{пр}$
1. Легковые автомобили	1,0
2. Грузовые автомобили грузоподъёмностью, т:	
- до 2	1,5
- 2-5	1,7
- 5-8	2,0
- 8	3,5
3. Автобусы	2,5
4. Троллейбусы	3,0
5. Сочленённые автобусы и троллейбусы	4,0
6. Мотоциклы и мопеды	0,5

**Методические указания к выполнению работы**

Цель лабораторной работы: приобретение навыков измерения интенсивности и состава транспортного потока

Техническое обеспечение: измерительное колесо, секундомер, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А4, линейка, карандаши).

Задания к лабораторной работе:

1. Составить схему разрешенных направлений движения на объекте обследования.
2. Выполнить измерения интенсивности движения и состава ТС на объекте обследования.
3. Составить цифrogramму транспортных потоков на объекте обследования.
4. Сформулировать выводы.

**ВАРИАНТ 1.**

Объект обследования – регулируемое транспортное пересечение.

**ВАРИАНТ 2.**

Объект обследования – перегон улично-дорожной сети.

**Рекомендации к выполнению лабораторной работы**

Все измерения интенсивности движения выполняются в дневное время в течение 20 мин непрерывного учета транспортных средств. Перед выполнением натурных измерений следует заготовить бланки дорожных протоколов, которые должны содержать: дату и время измерения, назва-

ния улиц, указать привязку плана перекрестка (перегона) к общегородскому ориентиру (ближайшая улица).

Пример оформления бланка дорожного протокола интенсивности приведен на рис. 3.11. Дорожные протоколы прикладываются к отчету по лабораторной работе.

По результатам измерений необходимо оформить табл. 3.3, при этом значения интенсивности транспортных потоков приводятся в приведенных единицах (с учетом коэффициентов приведения) за один час. На основании результатов измерений интенсивности транспортных потоков строится цифrogramма транспортных потоков, пример которой приведен на рис. 3.12.

Таблица 3.3

**Пример оформления данных по интенсивности движения  
автомобилей на обследуемом объекте**

Перекресток ул. Герцена – ул. Рабиновича				
Дата <u>22.03.22</u> Время <u>14:00</u> Состояние покрытия <u>сухое</u>				
Потоки	Интенсивность, авт./ч			Интенсивность в привед. ед./ч
	легковые	грузовые	автобусы	
$N_1$	54	-	-	54
$N_2$	888	-	66	1053
$N_3$	12	-	-	12
$N_4$	60	-	-	60
$N_5$	120	6	-	135
$N_6$	30	-	-	30
$N_7$	18	-	-	18
$N_8$	990	2	60	1145
$N_9$	48	-	-	48
$N_{10}$	84	-	-	84
$N_{11}$	102	6	-	117
$N_{12}$	54	-	-	54

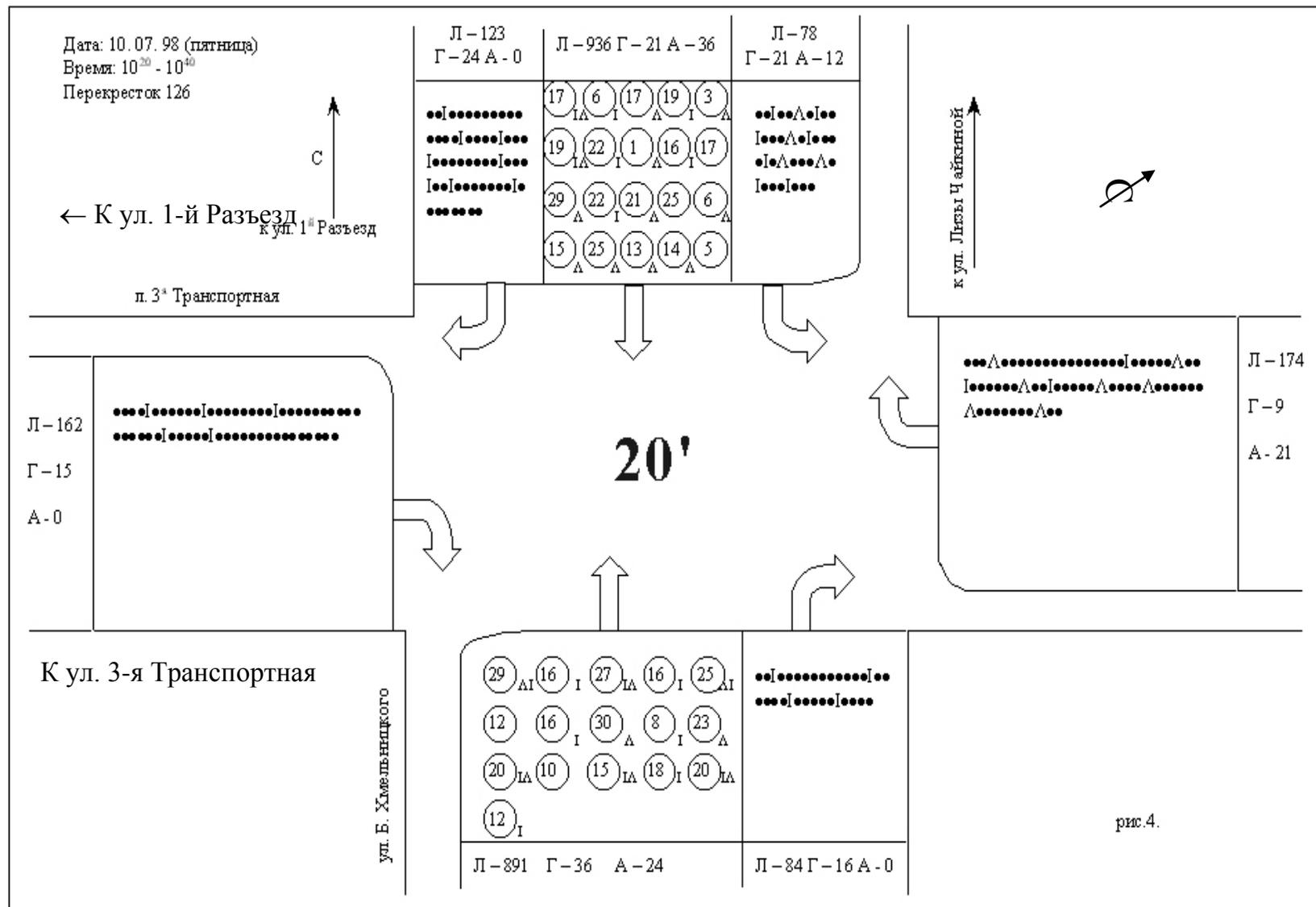


Рис. 3.11. Протокол измерения интенсивности движения транспортных потоков

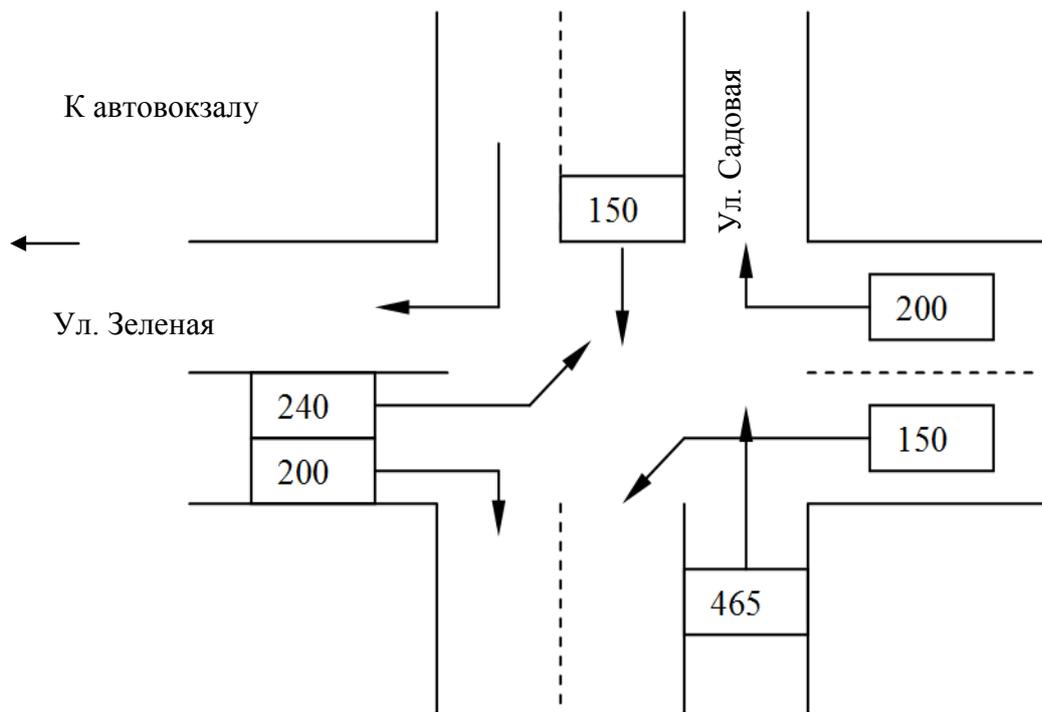


Рис. 3.12. Пример оформления цифрограммы транспортных потоков на перекрестке

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Что такое интенсивность транспортных потоков?
2. Охарактеризуйте понятие «удельная интенсивность транспортных потоков».
3. Перечислите методы определения интенсивности движения транспортных потоков.
4. Каков порядок определения интенсивности движения транспортных потоков на перегоне УДС?
5. Каков порядок определения интенсивности движения транспортных потоков на перекрестке?
6. От каких факторов зависит изменение интенсивности движения транспортных потоков?
7. Что такое состав транспортного потока?

## Лабораторная работа № 4

### Изучение характера распределения скоростей транспортных средств на участке городской магистрали

#### Общие положения теории

Оценка степени удобства поездки на автомобиле связана со скоростью движения  $V$  или с ее обратной величиной – продолжительностью поездки. По возможности водители двигаются со скоростью, которая, по их мнению, является наиболее оптимальной для данного участка дороги. Факторами, влияющими на выбор скорости, являются: состояние водителя и автомобиля, дороги и дорожного движения, состояние окружающей среды, установленные ограничения скорости. Скорость  $V$  определяется как отношение пройденного участка дороги к промежутку времени  $t$ , за который этот участок пройден. На практике выделяют несколько видов скорости движения (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Виды скорости движения

Мгновенная скорость характеризуется мгновенным фиксированным значением  $V_m$  в определенном сечении дороги.

Скорость сообщения  $V_c$  определяется как отношение расстояния между пунктами сообщения ко времени нахождения транспортного средства на маршруте. Темп движения – время, затрачиваемое на преодоление единицы длины пути, то есть величина, обратная скорости сообщения:  $T = 1/V_c$ .

Верхний предел определяется максимальной конструктивной скоростью  $V_{max}$ , заложенной в конструкцию транспортного средства

заводом-изготовителем. Однако реализация максимальной скорости в условиях движения происходит кратковременно в чрезвычайных случаях.

Техническая скорость  $V_T$  определяется отношением пройденного расстояния к сумме времени движения и остановок, связанных с организацией дорожного движения (светофоры, ж.-д. переезды и т.п.).

Эксплуатационная скорость  $V_{Э}$  определяется отношением пройденного расстояния ко всему времени нахождения транспортного средства на маршруте, включая время, связанное с технологией перевозок.

Скорость транспортного потока  $V_{ТП}$  – это средняя скорость движения транспортных средств на определенном отрезке пути за определенный отрезок времени.

Скорость движения является такой характеристикой, которая определяет условия движения с позиции как безопасности, так и общего функционирования транспортной системы в целом. Наиболее объективной характеристикой процесса движения транспортного средства по дороге может служить график изменения его скорости на протяжении всего маршрута движения. Однако получение таких пространственных характеристик для множества движущихся автомобилей является сложным, так как требует непрерывной автоматической записи скорости на каждом из них. В практике организации движения принято оценивать скорость движения транспортных средств мгновенными ее значениями  $V_m$ , зафиксированными в отдельных типичных сечениях (точках) дороги.

Мгновенная скорость транспортного средства, и соответственно скорость сообщения, зависят от многих факторов и подвержены значительным колебаниям. Скорость одиночно движущегося автомобиля в пределах его тяговых возможностей определяет водитель в зависимости от его квалификации, психофизиологического состояния, условий движения. Исследования показывают, что водитель ведет автомобиль с максимальной скоростью лишь в исключительных случаях и кратковременно, а в остальных случаях придерживается крейсерской скорости, которая составляет  $0,75 \div 0,85$  от максимальной  $V_{max}$ .

Важнейшими факторами, оказывающими влияние на режимы движения через восприятие водителя, являются расстояние (дальность) видимости  $S_B$  на дороге и ширина полосы  $B_o$  (полоса проезжей части, предназначенная для движения автомобилей в один ряд). Под расстоянием видимости понимается протяженность участка дороги перед автомобилем, на котором водитель в состоянии различить поверхность дороги. Расстояние  $S_B$  определяет возможность для водителя заблаговременно оценивать условия движения и прогнозировать обстановку. Обязательным условием безопасности движения является превышение расстояния  $S_B$  над значением остановочного пути  $S_o$  данного транспортного средства в любых конкретных дорожных условиях:  $S_B > S_o$ .

Если сопоставить различные результаты исследований, посвященные изучению влияния условий внешней среды на скорость транспортных потоков в целом, то можно выделить несколько групп факторов:

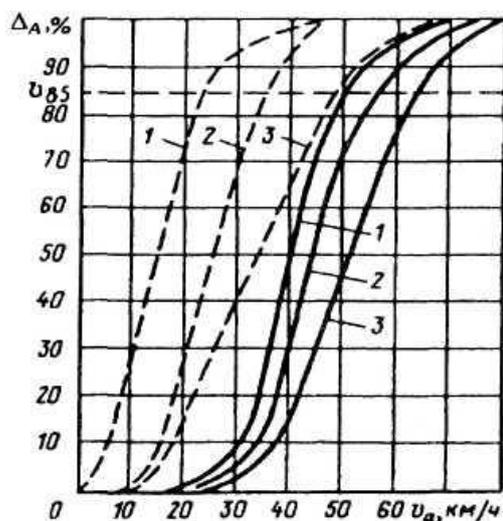
- характеристики транспортных средств;
- параметры дороги (покрытие, количество полос);
- социально-психологические факторы;
- природно-климатические условия.

В последнее время все большее распространение получают факторы, характеризующие инфраструктуру города. К таким факторам, прежде всего, следует отнести:

- остановки общественного транспорта;
- организацию стоянок транспортных средств;
- организацию пешеходного движения;
- установку искусственных неровностей;
- размещение рекламных щитов и экранов вдоль проезжей части.

Мгновенные скорости транспортных средств можно определять при помощи секундомера, автоматических или полуавтоматических приборов. При этом измеряют время проезда автомобилем базового расстояния, отмеченного на дороге линиями или другими ориентирами. Базовое расстояние должно соответствовать уровню скоростей на данном участке. Обычное базовое расстояние при ручном измерении с помощью секундомера – 30–60 м.

Результаты измерений группируют и обрабатывают методами математической статистики, а графически оформляют в виде кумулятивных кривых (рис. 3.14) или гистограмм [12].



Сплошные линии на горизонтальном участке; пунктирные линии – на подъеме.

- 1 – автопоезда;
- 2 – грузовые автомобили;
- 3 – легковые автомобили.

Рис. 3.14. Кумулятивные кривые мгновенных скоростей при свободных условиях движения

## **Методические указания к выполнению работы**

Цели работы: овладеть навыками измерения скорости движения одиночных автомобилей, ознакомиться с методами обработки и представления результатов измерения скорости движения.

Техническое обеспечение: измерительное колесо, секундомер, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А4, линейка, карандаши), дорожные сигнальные конусы.

Задания к лабораторной работе:

1. Составить ситуационный план объекта (участка) обследования.
2. Выполнить измерения скорости движения одиночных автомобилей в потоке на участке обследования.
3. Вычислить процент нарушений скоростного режима водителями транспортных средств на участке обследования.
4. Построить зависимость изменения скорости движения автомобилей по разным полосам проезжей части (крайняя правая, средняя, крайняя левая) на участке обследования.
5. Построить кумулятивную кривую распределения скоростей по одной полосе магистрали.
6. Определить границы доверительного интервала значения скоростей движения транспортных средств по одной из полос движения.
7. Сформулировать выводы по работе.

### **ВАРИАНТ 1.**

Объект обследования – перегон городской магистрали без локального ограничения скорости.

### **ВАРИАНТ 2.**

Объект обследования – перегон городской магистрали с ограничением скорости до 40 км/ч.

### **ВАРИАНТ 3.**

Объект обследования – участок городской магистрали на подходе к обозначенному пешеходному переходу.

### **ВАРИАНТ 4.**

Объект обследования – участок городской магистрали на подходе к остановочному пункту городского пассажирского транспорта.

## **Рекомендации к выполнению лабораторной работы**

Определение мгновенной скорости одиночного автомобиля на участке дороги производится путем измерения времени проезда им некоторого базового расстояния. За базовое расстояние может быть принято расстоя-

ние между соседними опорами освещения (либо участок протяженностью 50 – 100 м), ограниченное сигнальными конусами.

При проведении исследований необходимо:

1. Определить длину участка обследования, назначив две контрольные точки и обозначив их дорожными конусами (на выбранном участке обследования выбирают два неподвижных объекта, рулеткой определяют расстояние между ними).

2. Определить ширину полосы движения, где будут проводиться измерения.

3. Измерить скорости движения ТС путем включения секундомера в момент прохождения переднего бампера автомобиля мимо первого базового объекта (точка 1) и выключением секундомера, после того как передний бампер автомобиля окажется в точке 2 (рис. 3.15). Зафиксировать время проезда контрольного участка в протоколе обследования.

Пример оформления протокола измерения скорости ТС представлен на рис. 3.16. Объем измерений должен составлять не менее 50 замеров.

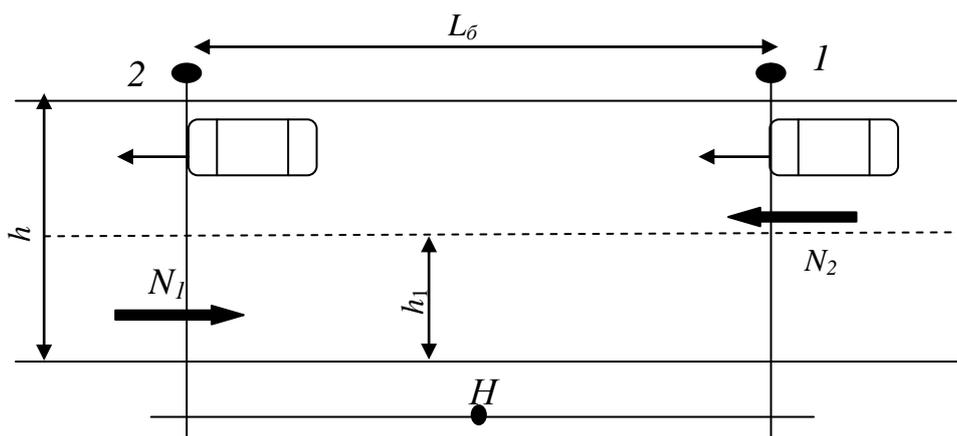


Рис. 3.15. Схема расстановки наблюдателей при измерении скорости движения ТС: точка 1 – момент включения секундомера; точка 2 – момент остановки секундомера; точка H – место наблюдателя;  $L_б$  – базовое расстояние, м

Скорость движения автомобиля определяют по формуле

$$V_{мг} = \frac{L_б}{t} 3,6, \quad (3.3)$$

где  $V_{мг}$  – мгновенная скорость автомобиля, км/ч;  $L_б$  – базовое расстояние между контрольными точками, м;  $t$  – время проезда контрольного участка, с.

## ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТС

участок УДС \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_  
направление \_\_\_\_\_

Номер замера	Время проезда автомобилем базового расстояния $t$ , с		Скорость движения ТС $V$ , км/ч	
	$L$	$A$	$L$	$A$
1				
2				
...				
50				

Рис. 3.16. Пример оформления протокола измерения скорости движения

При выполнении третьего задания лабораторной работы необходимо определить процент водителей, нарушивших установленный скоростной режим, по формуле

$$R = \frac{r_x \cdot 100\%}{r}, \quad (3.4)$$

где  $R$  – процент водителей, нарушающих установленный скоростной режим, %;  $r_x$  – число измерений, где отмечается превышение установленного скоростного режима;  $r$  – общее число измерений проезда контрольного участка.

Известно, что средняя скорость транспортного потока  $V_{cp}$  является величиной условной. Для объективной оценки рассеяния фактических значений скоростей транспортных средств на любом участке УДС можно представлять их доверительным интервалом, определяемым как «полоса» возможных значений измеряемой величины с заданной доверительной вероятностью. Для оценки рассеяния значений скоростей в потоке можно назначить доверительную вероятность  $P=80-90\%$ . Это условие будет означать, что при повторном измерении скоростей ТС в потоке 80–90% получаемых значений попадут в данный доверительный интервал, а остальные могут иметь меньшее или большее значение в сравнении с интервальными.

Границы доверительного интервала можно определить, используя следующее выражение:

$$V = V_{cp} \pm 2 \cdot \sigma = V_{cp} \pm 2 \cdot \left( \sqrt{\frac{\sum |V_{cp} - V_i|^2}{n-1}} \right), \quad (3.5)$$

где  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение;  $V_{cp}$  – среднее значение скорости, км/ч;  $V_i$  – конкретное значение скорости;  $n$  – количество измерений.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Охарактеризуйте понятие *мгновенной скорости движения транспортных средств*.
2. Какие факторы оказывают влияние на изменение скорости движения одиночных автомобилей в транспортном потоке?
3. Поясните порядок определения мгновенной скорости движения на участке улично-дорожной сети.
4. Чем скорость сообщения отличается от мгновенной скорости транспортных средств?
5. Что такое доверительный интервал, порядок определения?
6. Поясните порядок построения кумулятивной кривой распределения скоростей транспортных средств в потоке.

## **Лабораторная работа № 5**

### **Определение уровня загрузки элементов городских магистралей**

#### **Общие положения теории**

Условия дорожного движения в современных городах определяется в первую очередь всевозрастающей плотностью транспортных потоков, что приводит к снижению пропускной способности участков дорог или транспортных пересечений. Возникновение длительных задержек неизбежно приводит к заторовым ситуациям на дороге, повышая психологическую напряженность водителей, способствует массовым нарушениям Правил дорожного движения (ПДД), таким как выезд на встречную полосу, поворот из средних рядов, несоблюдение установленной очередности проезда и другие. Для предупреждения предзаторового состояния участков УДС необходимо достаточно точно знать уровень загрузки конкретного элемента транспортной сети.

Одним из оценочных критериев, характеризующих состояние УДС, является уровень ее загрузки  $Z$ , который определяется как отношение текущего значения интенсивности  $N_i$  и пропускной способности (ПС)  $P_i$   $i$ -го элемента УДС:

$$Z = \frac{N_i}{P_i}. \quad (3.6)$$

Степень использования уровня загрузки характеризуется выражением  $0 \leq Z \leq 1$ . Чем ближе  $Z$  к 1, тем выше плотность транспортного потока, ниже

скорость, сложнее условия движения. Считается, что при уровне загрузки  $Z = 0,5 \div 0,75$  городская магистраль функционирует в оптимальном режиме.

По удобству и комфортности движения загрузку улицы движением делят на шесть уровней (табл. 3.4).

Таблица 3.4

#### Уровни загрузки дороги

Уровень загрузки	Z	Скорость, км/ч	Интенсивность ТП, авт./ч	Характеристика движения потока автомобилей
А	0,2	85	360	Свободный поток, взаимные помехи автомобилей отсутствуют
Б	0,2÷0,5	75	900	В потоке появляется большое число связанных быстро движущихся автомобилей
В	0,5÷0,7	60	1200	Обгоны затруднены, в потоке еще встречаются отдельные большие интервалы
Г	0,7÷0,9	45	1600	На дороге сплошной поток автомобилей
Д	0,9÷1	30÷40	1800	Все больше интервалы заполнены. Поток движется сплошной колонной с незначительной скоростью
Е	≤1	≥30	1800	Движение происходит с периодическими остановками

Под пропускной способностью понимают максимальное число автомобилей, которое может пропустить участок в единицу времени в одном или в двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодных условиях. Следует различать теоретическую, практическую и расчетную пропускные способности (рис. 3.17) [14].

Правильное прогнозирование пропускной способности и сравнение её с существующей (или ожидаемой) интенсивностью движения является важным условием разработки мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения, обеспечению благоприятных условий функционирования городского пассажирского транспорта.

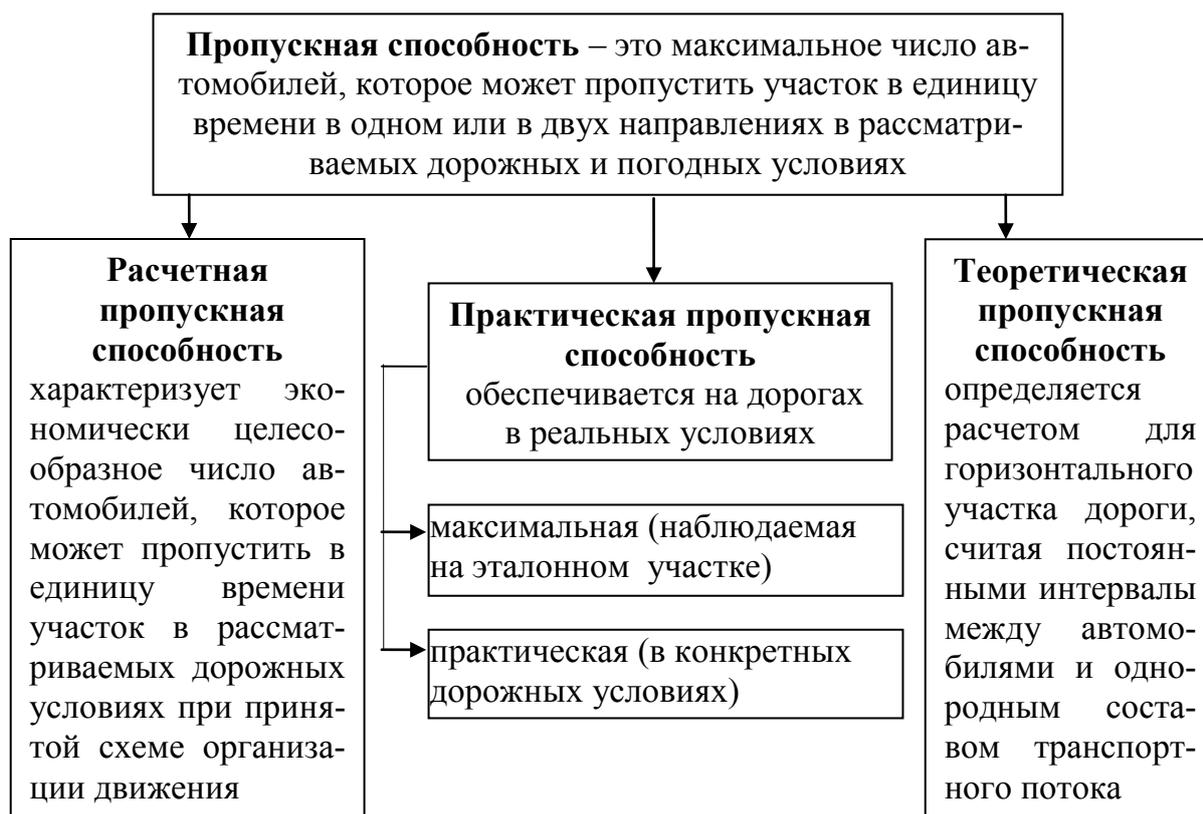


Рис. 3.17. Основная классификация пропускной способности

Следует отметить, что на снижение пропускной способности участка дороги существенное влияние оказывает снижение скорости движения транспортного потока, на которую могут оказывать воздействие множество факторов влияния, входящих в соответствующую подсистему общей системы «ВАДДС». Примерный перечень факторов, влияющих на скорость движения транспортных средств, представлен в табл. 3.5.

Таблица 3.5

**Перечень факторов, оказывающих влияние на скорость движения ТС и способствующих снижению пропускной способности элементов УДС**

Группа, к которой относятся факторы	Перечень подгрупп факторов	Характеристика факторов в подгруппе
1	2	3
Факторы подсистемы «Водитель»	Качество средств информации	Дорога; расположение средств информации в поле зрения водителя; дорожные знаки; дорожная разметка; светофорная сигнализация
	Квалификация	Стаж; опыт работы; уровень владения профессиональными навыками
	Индивидуальные качества	Состояние органов восприятия информации; динамика функционального состояния нервной системы; сила и устойчивость нервной системы; работоспособность

1	2	3
Факторы подсистемы «Автомобиль»	Конструктивные особенности	Геометрические параметры; надежность; параметры рабочего места водителя; распределение масс; компоновочные параметры; информативность; обзорность
	Эксплуатационные свойства	Тягово-скоростные, тормозные свойства; управляемость; устойчивость; плавность хода; техническое состояние; загрузка
Факторы подсистемы «Дорога»	Сооружения и инженерные устройства	Мост; эстакада; перегон; тоннель; пешеходный переход; перекресток; трамвайные пути; остановка ОГПТ; парковка ТС (уличная, внеуличная); ж.-д. переезд
	Геометрические параметры	Ширина ПЧ; ширина обочины; ширина тротуара; ширина разделительной полосы; радиус по внутренней кромке ПЧ; наличие бортового камня, краевой полосы
	Вид покрытия	Асфальтобетон; асфальтобетон с поверхностной обработкой; цементобетон; щебеночный (гравий); щебеночный, обработанный вяжущим материалом; грунтовый; иной
	Состояние проезжей части	Дефекты покрытия (сухое; мокрое; загрязненное; заснеженное; гололед; обработанное противогололедным материалом); свежееуложенная поверхностная обработка
	Элементы плана и профиля	Прямая в плане; кривая в плане; уклон
Факторы подсистемы «Среда»	Состояние погоды	Ясно; пасмурно; туман; дождь; снегопад, мороз
	Освещение	Темное время суток (включено, выключено, отсутствует); светлое время суток

Важным показателем при решении задач по ОД является плотность движения. Плотность движения  $p$  – число автомобилей на единицу длины дороги. Интенсивность находится в прямой зависимости от плотности и скорости потока.

$$N = v \cdot p. \quad (3.7)$$

Эта связь графически выражена зависимостью «интенсивность–плотность» (рис. 3.18). Максимум кривой соответствует максимальной пропускной способности.

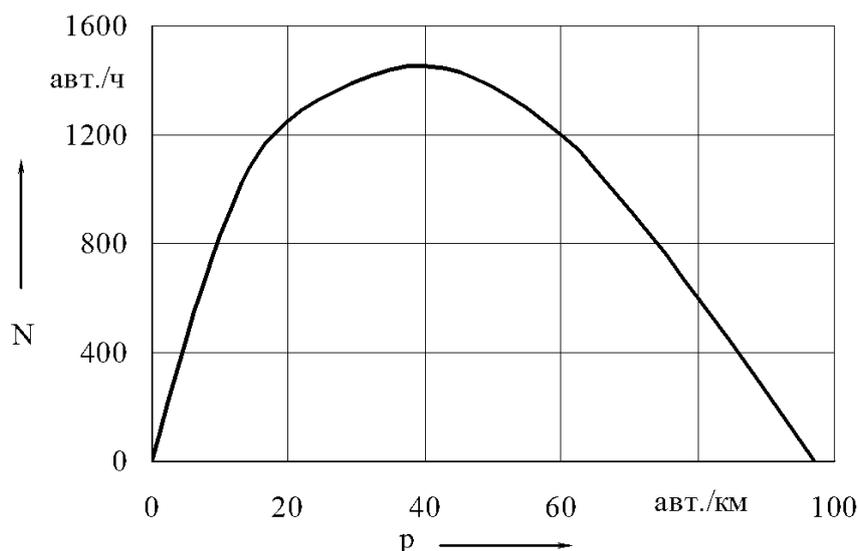


Рис. 3.18. Зависимость «интенсивность – плотность»

При образовании затора движение транспорта прекращается, плотность достигает максимального значения  $p_{\max}$ , а интенсивность и скорость движения становятся равными нулю:  $N(p) = 0$ ;  $v(p) = 0$ . В случае нулевой плотности, то есть когда движение отсутствует, интенсивность движения также равна нулю. Между этими двумя крайними точками расположена неизвестная функция  $N(p)$ , которая в определенных условиях может достичь своего максимального значения  $N_{\max}$ .

Максимальное количество автомобилей, которые могут пройти за единицу времени через сечение полосы движения (дороги), называют максимальной пропускной способностью полосы (дороги):  $P_{\max} = N_{\max}$ . Данная диаграмма показывает, что в определенных дорожных условиях, когда скорость движения не ограничена ни геометрическими элементами, ни состоянием проезжей части, скорость потока может быть больше оптимальной. Вынужденное уменьшение скорости или вынужденное увеличение плотности приводит к образованию очередей и заторов на предыдущих участках дороги.

Теоретически пропускная способность на перегоне одной полосы проезжей части можно определить по формуле

$$P_T = \frac{3600 V}{L_g}, \quad (3.8)$$

где  $V$  – скорость движения автомобилей, м/с;  $L_g$  – расстояние между передними бамперами движущихся друг за другом автомобилей, м (значения динамического габарита представлены в табл. 3.6).

**Рекомендуемые значения динамического габарита при определении ПС  
для автомобильной дороги**

Скорость ТС, км/ч	Доля легковых автомобилей в транспортном потоке, %						
	40	50	60	70	80	90	100
15-19	20,3-22,5	19,4-21,5	18,5-20,5	17,6-19,5	16,7-18,5	15,8-17,5	14,9-16,5
20-24	23,1-25,5	22,0-24,3	21,0-23,2	20,0-22,1	19,0-21,0	18,0-19,8	17,0-18,7
25-29	26,1-28,7	24,9-27,4	23,8-26,2	22,6-24,9	21,5-23,6	20,3-22,4	19,2-21,1
30-34	29,4-32,2	28,1-30,8	26,8-29,4	25,5-28,0	24,2-26,5	22,9-25,1	21,6-23,7
35-39	32,2-36,0	31,5-34,4	30,0-32,8	28,6-31,2	27,1-29,6	25,7-28,0	24,2-26,5
40-44	36,8-40,0	35,2-38,3	33,5-36,5	31,7-34,7	30,3-33,0	28,7-31,2	27,0-29,4
45-49	40,9-44,3	39,1-42,4	37,2-40,4	35,5-38,5	33,7-36,5	31,9-34,5	30,0-32,6
50-54	45,2-48,9	43,2-46,8	41,2-44,6	39,2-42,4	37,2-40,3	35,2-38,1	33,3-36,0
55-59	49,8-53,7	47,6-51,4	45,4-49,0	43,2-46,6	41,0-44,2	38,8-41,9	36,6-39,5
60-65	54,7-59,9	52,3-57,2	49,9-54,6	47,5-52,0	45,1-49,3	42,7-46,7	40,2-44,0

Следует отметить, что фактические наблюдаемые расстояния между автомобилями могут оказаться значительно меньшими, чем определяемые по условиям безопасности. Происходит это потому, что в реальных условиях движения водитель заднего автомобиля зачастую приближается к идущему впереди на расстояние, меньшее, чем требует условие безопасности.

Пропускную способность проезжей части магистральной улицы определяют в двух сечениях – между перекрестками и на границе перекрестка в сечении линии «Стоп», поскольку условия пропуска транспорта в них различны. В качестве расчетной пропускной способности для конкретного участка принимают наименьшую из двух величин.

Теоретическую пропускную способность на регулируемом транспортном пересечении можно определить по формулам:

$$PC = \frac{3600 \cdot t_{zi}}{T_u \cdot t_u}; \quad (3.9)$$

$$t_u = \frac{L_g}{V}. \quad (3.10)$$

где  $PC$  – ПС полосы движения на транспортном пересечении, ед./ч;  $t_u$  – средний интервал ухода ТС с линии «Стоп», с;  $t_{zi}$  – время горения разрешающего сигнала по  $i$ -му направлению, с;  $T_u$  – время цикла, с.

Для измерения интервалов движения  $t_u$  между транспортными средствами с линии «Стоп» на регулируемых перекрестках и установления зависимости их изменения от свойств ТП используют методику, основанную на измерении потока насыщения.

## **Методические указания к выполнению работы**

Цель работы: приобрести навыки определения пропускной способности и уровня загрузки элементов городских магистралей.

Техническое обеспечение: секундомер, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаши).

Задания к лабораторной работе:

1. Составить ситуационный план объекта (участка) обследования.
2. Составить схему разрешенных направлений движения на участке обследования.
3. Составить схему пофазной организации движения на перекрестке (только для ВАРИАНТА 2).
4. Выполнить измерения интенсивности транспортных потоков на участке обследования.
5. Выполнить измерения интервалов движения между автомобилями на регулируемом транспортном пересечении по двум разрешенным направлениям.
6. Рассчитать пропускную способность на участке обследования.
7. Определить уровень загрузки на участке обследования.
8. Сформулировать выводы.

### **ВАРИАНТ 1.**

Объект обследования – перегон улично-дорожной сети.

### **ВАРИАНТ 2.**

Объект обследования – регулируемое транспортное пересечение.

## **Рекомендации к выполнению лабораторной работы**

При определении пропускной способности на транспортном пересечении следует зафиксировать длительность разрешающих, запрещающих и переходных сигналов по каждому конкретному направлению движения.

Методика и порядок измерения интенсивности транспортных потоков подробно изложены в лабораторной работе № 3. Интенсивность транспортных потоков следует представлять в приведенных единицах по соответствующей форме (см. табл. 3.3 в лабораторной работе № 3).

Выполнение третьего задания предусмотрено на регулируемом транспортном пересечении (ВАРИАНТ 2).

Последовательность проведения измерений (ВАРИАНТ 2):

1. Измерения выполняются поочередно для каждой полосы конкретного подхода к перекрестку относительно автомобилей, проезжающих по разрешенным направлениям.
2. Определяются длительность разрешающего такта для рассматри-

ваемого направления и начало конфликтной зоны на пересечении. При наличии стоп-линии на полосе движения учет транспортных средств, пересекающих перекресток, ведется согласно нанесенной дорожной разметке, при ее отсутствии – самостоятельно назначается рубежная точка выезда на перекресток.

3. Измерения интервалов  $t_u$  выполняются в период интенсивного движения (период «пик») по исследуемому направлению:

а) назначается фиксированное контрольное время  $t$ , составляющее  $0,8 \dots 0,9$  от длительности разрешающего такта  $t_3$  для данного направления (для отсекаания ТС, проезжающих перекресток в конце разрешающего такта, а также с нарушением ПДД – с заездом в смежные полосы, с опасным ускорением, движением в переходный интервал);

б) задачей учетчика является фиксация числа и типа ТС, прошедших стоп-линию (или заменяющий ее ориентир) за время  $t$ , с учетом состава транспортных потоков (рис. 3.19).

Результаты исследований заносят в протокол (табл. 3.7). Далее на основании выполненных измерений следует, используя формулы (3.9) и (3.10), определить значения пропускной способности на обследуемых элементах УДС и рассчитать уровень загрузки по формуле (3.7).

При формулировании выводов по лабораторной работе следует указать значения уровня загрузки на обследуемом элементе УДС, определить условия движения транспортных потоков в соответствии с классификацией уровней загрузки, а также в случае необходимости составить предложения по снижению уровня загрузки на рассматриваемом элементе УДС.

Таблица 3.7

**Пример оформления протокола исследования интервалов движения между автомобилями  $t_u$  на перекрестке ул. Орджоникидзе – ул. 7-я Северная**

Дата: 14.09.21 г.		Длительность разрешающего сигнала $t_3 = 20$ с									
Время	№ подхода 1	Номер измерения									
7:15	№ полосы 1	1	2	3	....	20					
Направления движения		Нп	Пр	Нп	Пр	Нп	Пр	Нп	Пр	Нп	Пр
Вид ТС	Легковые	8	12	10	11	2	7	9	13	0	9
	Грузовые		1		2		3				2
	Автобусы	2					1	2	4	2	
Время разъезда очереди, с		18	19	14	18	5	20	17	20	18	20
Общее число ТС, ед./ч		14	14,5	10	16	2	16	15	23	16	14

*Примечание.* Разрешенные направления движения с рассматриваемой полосы – прямо и направо (Нп – направо; Пр – прямо).

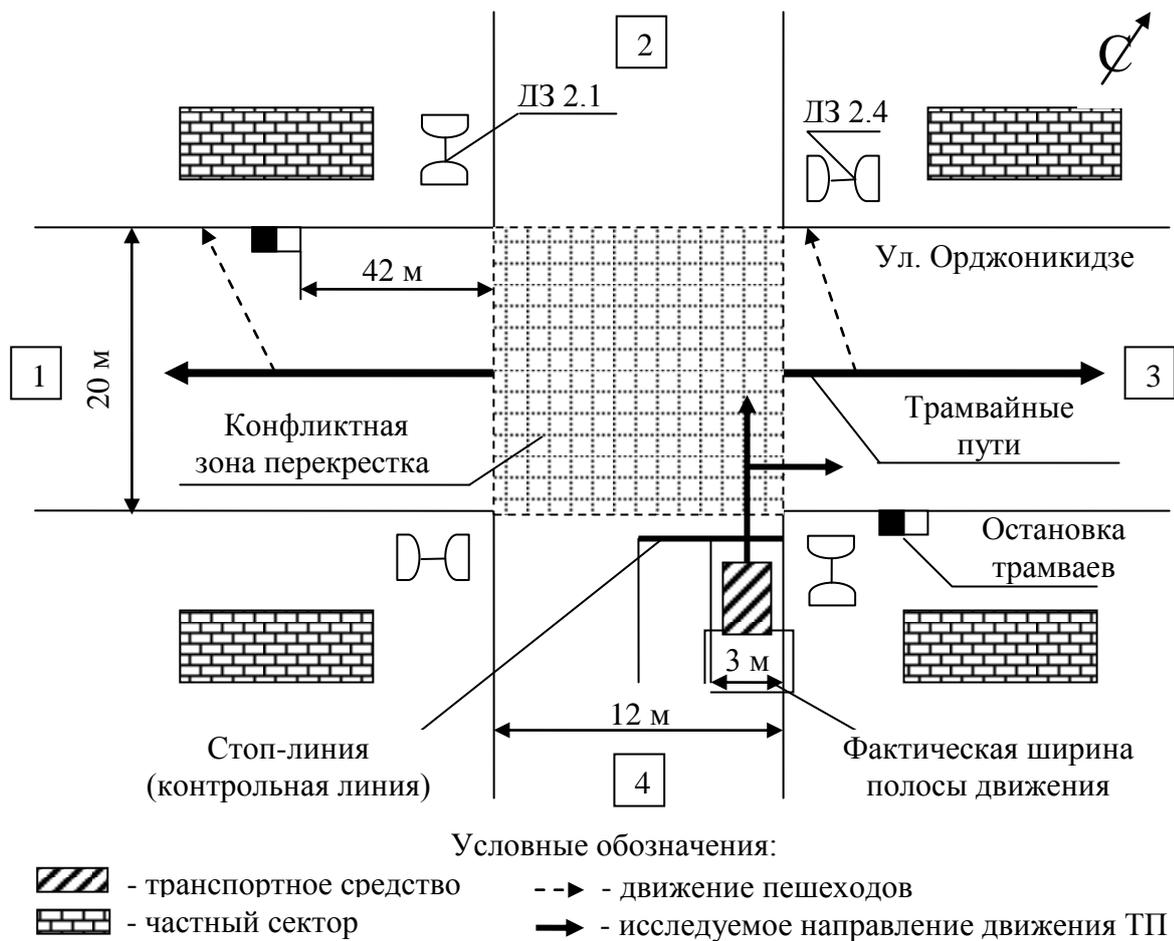


Рис. 3.19. Схема определения интервалов движения между автомобилями на регулируемом транспортном пересечении

### Контрольные вопросы и задания

1. Охарактеризуйте понятие и виды пропускной способности.
2. Охарактеризуйте расчетную и теоретическую пропускную способности одного и того же элемента городской транспортной сети.
3. Какие факторы влияют на пропускную способность элементов городских магистралей?
4. Дайте определение пропускной способности на перегоне УДС.
5. Дайте определение пропускной способности на транспортном пересечении.
6. Охарактеризуйте понятие уровня загрузки дороги.
7. Как классифицируются уровни загрузки дорог?

## Лабораторная работа № 6

### Определения потерь времени транспортными средствами на перекрестке

#### Общие положения теории

Транспортные задержки характеризуются неоправданными потерями времени по маршруту движения автомобиля, вызванными остановками ТС в связи с движением через регулируемые перекрестки, пешеходные переходы, остановки общественного транспорта. Наибольшие потери времени приходятся на пересечение регулируемых перекрестков, что обусловлено ожиданием пропуска потоков, двигающихся согласно пофазной ОД.

Потери времени транспортными средствами на перекрестке зависят от изменений условий движения, что приводит к изменению потока насыщения (пропускной способности). При увеличении потока насыщения необходимым условием является изменение величины времени цикла  $T_u$ . В иных случаях будет неоправданно возрастать задержка ТС, так как она является величиной, обратно пропорциональной времени цикла, и характеризует работу транспортной сети в целом.

В общем виде транспортная задержка может быть определена по формуле, предложенной Ф. Вебстером:

$$t_{\Delta i} = \frac{T_u(1-\lambda_i)^2}{2(1-\lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i(1-x_i)} - 0,65 \cdot \left( \frac{T_u}{N_{ij}^2} \right)^{1/3} \cdot x_i^{(2+5\lambda_i)}, \quad (3.11)$$

где  $t_{\Delta i}$  – средняя задержка автомобиля у перекрестка в  $i$ -м направлении, с;  $\lambda_i$  – эффективная доля данной фазы в цикле регулирования;  $N_{ij}$  – отношение длительности разрешающего сигнала к циклу;  $x_i$  – степень насыщения в  $i$ -м направлении, определяемая по уравнению

$$x_i = \frac{T_u}{t_3} \cdot \frac{N_i}{M_i}. \quad (3.12)$$

Первая составляющая формулы (3.11) Ф. Вебстера позволяет определить задержку при регулярном прибытии автомобилей к перекрестку. Вторая составляющая учитывает случайный характер прибытия. Она получена на основе теории массового обслуживания и позволяет определить среднюю задержку в данном направлении перекрестка, который представляется одноканальной системой

обслуживания, куда поступает поток заявок с постоянной интенсивностью. Третья составляющая является корректирующим членом и позволяет учесть погрешность при расчете задержки по первым двум составляющим формулы по сравнению с ее значением, определенным экспериментально.

В среднем эта погрешность составляет 10%. При проведении исследований Вебстером была установлена зависимость средней задержки автомобиля от длительности цикла регулирования, представленная на рис. 3.20.

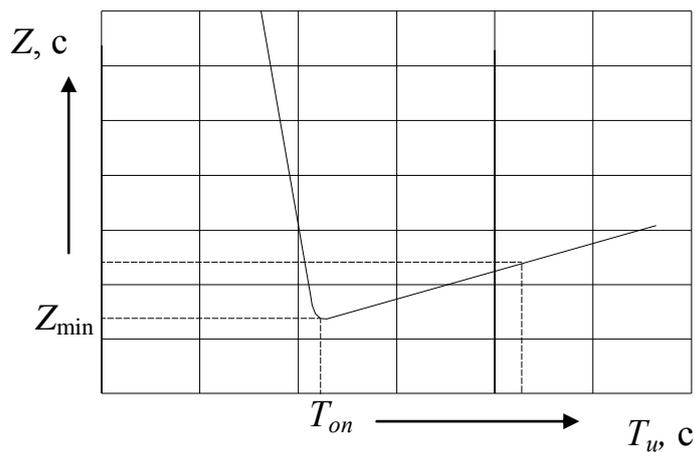


Рис. 3.20. Зависимость средней задержки автомобиля у перекрестка от длительности цикла регулирования

Следует отметить, что при минимальных длительностях цикла регулирования и случайном прибытии автомобилей средняя задержка асимптотически стремится к бесконечности. Длительность задержки определяется приростом объемов движения. Поэтому увеличение интенсивности ТП приводит к неоправданным потерям времени в пути. Однако увеличение задержки может наблюдаться и при постоянной интенсивности транспортных потоков, что объясняется изменением величины ПС перекрестка в зависимости от различных условий движения. Таким образом, при насыщенности городских магистралей необходимо минимизировать задержку ТС для поддержания должного уровня транспортного обслуживания. Решением этой задачи может быть повышение ПС элементов городских магистралей.

Расчетное значение задержки определяется по измеренным значениям тактов светофорного цикла и интенсивности транспортных потоков в каждой фазе.

Задержка в  $i$ -й фазе

$$T_{pzi} = \frac{(t_{zi} + t_i)^2}{7200 T_{ц}} (N_{\Sigma} - N_i), \quad (3.13)$$

где  $T_{pzi}$  – часовая задержка в  $i$ -й фазе, авт./ч;  $N_{\Sigma}$  – суммарная интенсивность на перекрестке со всех подходов, авт./ч;  $N_i$  – интенсивность транспортных потоков, пропускаемых в  $i$ -й фазе, авт./ч;  $t_{zi}$ ,  $t_i$  – длительности разрешающего такта и переходного интервала в  $i$ -й фазе;  $T_{\text{ц}}$  – длительность цикла, с.

Общая задержка на перекрестке определяется суммированием задержек в отдельных фазах. Экспериментальная общая задержка на перекрестке является суммарной задержкой, накопленной остановленными на данном направлении автомобилями, приведенной к условному автомобилю, следовавшему через перекресток по данному направлению.

### **Методические указания к выполнению работы**

Цель работы: овладение умением определить транспортную задержку на транспортных пересечениях

Техническое обеспечение: секундомер, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаши).

Задания к лабораторной работе:

1. Составить ситуационный план объекта обследования.
2. Составить схему разрешенных направлений движения на перекрестке (только для ВАРИАНТА 2).
3. Составить схему пофазной организации движения на транспортном пересечении (только для ВАРИАНТА 1).
4. Составить график работы светофорных объектов на транспортном пересечении (только для ВАРИАНТА 1).
5. Выполнить измерения интенсивности транспортных потоков.
6. Рассчитать транспортную задержку на перекрестке по данным об интенсивности движения и о светофорном цикле.
7. Произвести расчет часовой задержки для заданного перекрестка на основании экспериментальных данных.
8. Сформулировать выводы.

**ВАРИАНТ 1.**

Объект обследования – регулируемое транспортное пересечение.

**ВАРИАНТ 2.**

Объект обследования – нерегулируемое транспортное пересечение.

### **Рекомендации к выполнению лабораторной работы**

При выполнении заданий 1 и 2 данной лабораторной работы следует руководствоваться общими положениями теории, изложенными выше (порядок оформления см. «Общие положения теории» к лабораторной работе № 2).

Для выполнения задания 4 необходимо на транспортном пересечении со светофорным регулированием зафиксировать длительность светофорного цикла и сигналов регулирования (разрешающий, запрещающий, переходный). Далее, используя схему пофазной организации движения, необходимо построить график работы светофорных объектов («лента времени»).

Программа работы светофора представляет собой таблицу, в которой указаны: последовательность фаз, длительности горения сигналов светофора, которые отображаются на лентах времени условными обозначениями в принятом масштабе (пример оформления представлен на рис. 3.21). Длительность горения запрещающего сигнала определяется вычитанием из времени цикла суммы переходного и разрешающего сигналов в  $i$ -й фазе.

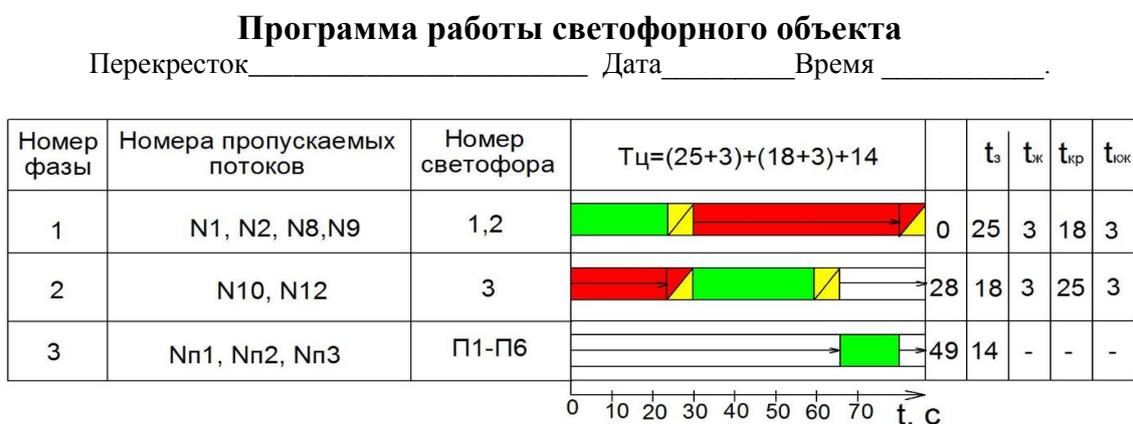


Рис. 3.21. Пример оформления графика работы светофорного объекта на транспортном пересечении

Методика и порядок измерения интенсивности транспортных потоков (представлять в приведенных единицах по соответствующей форме) подробно изложены в лабораторной работе № 3.

Расчет задержки в одной фазе по данным об интенсивности потоков и по зафиксированным параметрам светофорного цикла выполняют с использованием формулы (3.13). Суммарная часовая задержка на перекрестке определяется сложением задержек по каждой фазе.

Выполнение задания 7 предусмотрено по методике, суть которой заключается в определении суммарной задержки, накопленной остановленными на данном направлении автомобилями и приведении ее к одному условному автомобилю, проследовавшему через перекресток по заданному направлению.

Исследование транспортной задержки выполняют следующим образом:

1. В специально подготовленные протоколы (табл. 3.8) по числу направлений движения на обследуемом перекрестке заносят данные о количестве остановленных и прошедших без остановки автомобилей.

2. Один из учетчиков по секундомеру объявляет контрольные моменты: «Десятая секунда», «Двадцатая секунда», второй учетчик отмечает в протоколе число стоящих автомобилей  $S_1$  (происходит суммирование к автомобилям, стоящим по истечении 10 с, количество автомобилей, подъехавших в следующие 10 с и т.д.) по данному направлению в объявленные контрольные моменты. Если по истечении 10 с ни один автомобиль не подъехал к уже стоящим, то в последующую ячейку записывается то же самое число стоящих автомобилей.

Таблица 3.8

**Протокол измерения задержки транспортных средств**

Перекресток \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ Время \_\_\_\_\_.

Номер минуты наблюдения	Число автомобилей за минуту							Остановленных запрещающим сигналом	Прошедших участок без остановки
	стоящих на запрещающий сигнал в контрольные моменты								
	10	20	30	40	50	60	Общее число за минуту		
1-я									
...									
9-я									
10-я									
	Итого за 10 мин						$S_1 =$	$S_2 =$	$S_3 =$

3. Другие учетчики считают и записывают количество остановленных автомобилей  $S_2$  и  $S_3$  автомобилей, прошедших через перекресток без остановки за каждую минуту наблюдения.

4. Подсчет производится в течение 10 мин.

На нерегулируемом перекрестке (нерегулируемым, по Правилам дорожного движения, является такой перекресток, где движение осуществляется по знакам приоритета или при работе светофорного объекта в режиме желтого мигания) задержку накапливают только автомобили, двигающиеся по второстепенной дороге. По главной дороге задержка может иметь место для поворачивающих автомобилей из-за пешеходов или встречного прямого движения.

По полученным данным для каждой фазы рассчитываются:

– общая задержка (авт.·с) по данному направлению за период наблюдения:

$$T_{zi} = S_1 \cdot 10; \quad (3.14)$$

– средняя задержка остановленного автомобиля (с), прошедшего по данному направлению:

$$t_{zi} = \frac{T_{zi}}{S_2}; \quad (3.15)$$

– условная задержка автомобиля (с), прошедшего через перекресток по данному направлению:

$$\bar{t}_{zi} = \frac{T_{zi}}{S_2 + S_3}; \quad (3.16)$$

– процент остановленных автомобилей перед перекрестком:

$$K = \frac{S_2}{S_2 + S_3} \cdot 100\%; \quad (3.17)$$

– условная задержка автомобилей (авт.·ч) по данному направлению движения за 1 ч:

$$T_{ziч} = \frac{\bar{t}_{zi} \cdot N_i}{3600}, \quad (3.18)$$

где  $N_i$  – часовая интенсивность по данному направлению.

Все расчеты по результатам обследования сводятся в табл. 3.9.

Таблица 3.9

**Параметры задержки транспорта на перекрестке**  
Перекресток \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ Время \_\_\_\_\_.

Показатель	Номера направлений движения				
	Н1	Н2	Н3	...	Нn
Общая продолжительность задержек за время наблюдения $T_{zi}$ , авт.·с					
Средняя задержка автомобиля, прошедшего через перекресток $t_{zi}$ , с					
Условная задержка автомобиля, прошедшего через перекресток по данному направлению, $\bar{t}_{zi}$ , с					
Процент остановленных автомобилей перед перекрестком $K$					
Условная часовая задержка автомобилей по номеру направления движения $T_{ziч}$ , авт.·ч					

### *Контрольные вопросы и задания*

1. Что такое транспортная задержка?
2. Назовите факторы, влияющие на транспортную задержку.
3. Назовите порядок выполнения измерений транспортной задержки на регулируемом перекрестке.
4. Как определить расчетную транспортную задержку?

## Лабораторная работа № 7

### *Анализ условий движения на маршрутах городского пассажирского транспорта*

#### **Общие положения теории**

Массовые перевозки пассажиров городским транспортом, их быстрота, безопасность и экономичность имеют решающее значение для удобства населения. Эффективность этих перевозок, с одной стороны, зависит от качества их организации транспортными предприятиями, а с другой – от общего уровня организации движения, так как городской пассажирский транспорт, как правило, не имеет изолированных путей сообщения.

В понятие городского пассажирского транспорта входят: маршрутные транспортные средства (автобусы, троллейбусы и трамваи), а также маршрутные такси, получившие в настоящее время широкое распространение.

Основными задачами в организации работы городского пассажирского транспорта являются:

- 1) максимальное обеспечение потребности населения города в транспортных услугах;
- 2) эффективное использование подвижного состава;
- 3) обеспечение безопасности перевозок пассажиров;
- 4) соблюдение расписаний движения по маршрутам;
- 5) качественное обслуживание населения в салонах городского пассажирского транспорта.

При рассмотрении любых вопросов, связанных с функционированием городского транспорта, необходимо учитывать, что одной из главных задач транспортного обслуживания населения является обеспечение нормируемых затрат времени на передвижение от мест проживания до работы 90% трудящихся (в один конец) в зависимости от размеров городов (табл. 3.10).

Таблица 3.10

#### **Затраты времени на передвижение в зависимости от размера городов**

Численность населения, тыс. жителей	2000	1000	500	250
Затраты времени, мин	45	40	37	35

Весь городской пассажирский транспорт оказывает весьма существенное влияние на процесс дорожного движения. Его развитие и четкая работа позволяют сократить пользование индивидуальными легковыми автомобилями и этим снижают загрузку улично-дорожной

сети. Общественный транспорт обеспечивает более рациональное использование городских дорог, чем индивидуальные автомобили.

В табл. 3.11 приведено сравнение провозных способностей наземных средств пассажирского городского транспорта.

Таблица 3.11

### Провозная способность различных видов пассажирского транспорта

Транспортное средство	Использование вместимости, %	Число перевозимых пассажиров	Площадь полосы дороги, занимаемая одним пассажиром, м <sup>2</sup>		Провозная способность, тыс. чел./ч
			в неподвижном состоянии	при V= 50 км/ч	
Легковой автомобиль	100	4	3,7	21,8	1,4
	Среднее	1,4	10,7	62,5	
Автобус	100	86	0,4	3,5	10
	40	34	1,0	8,8	
Трамвай	100	56	0,3	1,6	8
	40	23	0,8	3,9	
Троллейбус	100	73	0,4	2,7	9
	40	27	1,0	4,3	

В качестве оценочных параметров при обследовании и проектировании остановочных пунктов ГПТ следует руководствоваться требованиями нормативного и рекомендательного характера (табл. 3.12).

Таблица 3.12

### Оценочные параметры размещения и обустройства остановочных пунктов

Параметры расположения и обустройства	Значение
1	2
1. Расстояние между ООТ	400-600 м
2. Расположение ОП относительно перекрестка: за (рекомендуется) перед (при наличии объекта тяготения)	Не менее 30 м Не менее 40 м
3. Расположение ОП: со смещением друг против друга	Не менее 30 м между ближайшими стенами павильонов При наличии внеуличного пешеходного перехода

1	2
4. Ширина остановочной площадки	Равна ширине основных полос проезжей части, но не менее 3 м (рекомендуется 4,2 м)
5. Длина остановочной и посадочной площадок	Определяется числом одновременно прибывающих ТС, но не менее 15 м
6. Ширина посадочной площадки	Не менее 2 м
7. Высота посадочной площадки относительно проезжей части	0,2 м
8. Наличие дорожного знака 5.16	Размещается над краем павильона или на самостоятельной стойке
9. Наличие и уровень искусственного освещения	10 лк
10. Дорожные ограждения 2-й группы при наличии внеуличного пешеходного перехода	Напротив остановки и не менее 20 м в каждую сторону

Для безопасности магистралей, где осуществляет движение городской пассажирский транспорт, применяют комплекс мер, направленных на предоставление приоритета, среди них:

- 1) выделение отдельных полос и канализирование на площадках;
- 2) запреты остановок, стоянок на краю проезжей части улиц, по которым курсирует общественный транспорт;
- 3) приоритетный пропуск средств общественного транспорта в системах регулирования;
- 4) выделение «автобусных коридоров»;
- 5) уменьшение числа переходов через улицы пешеходами и рациональное применение пешеходных ограждений (принудительное направление пешеходов переходить улицы в более безопасных местах);
- 6) снижение тяжести конфликтных ситуаций путем ограничения скоростей движения автомобильного транспорта;
- 7) введение специальной фазы для пропуска общественного пассажирского транспорта;
- 8) запрещение левых поворотов на маршрутах ГПТ;
- 9) ограничение допуска грузового транспорта на маршруты ГПТ.

Схема мероприятий по повышению безопасности движения на общественном транспорте приведена на рис 3.22.

Однако в связи с постоянным приростом автомобильного парка, отражающим, безусловно, положительный аспект, наблюдается рост негативных последствий. Это связано с повышением числа ДТП, погибших, раненых, огромным материальным ущербом, негативным влиянием на экологическое состояние городской среды, загромождением улиц стоя-

щими автомобилями. Поэтому для обеспечения функционирования городского пассажирского транспорта целесообразно проведение исследований, направленных на изучение процессов движения пассажирского транспорта, выявление факторов, влияющих на условия его движения.

Методика обследования маршрутов следования городского пассажирского транспорта основывается на измерении времени движения и простоя в пути городского пассажирского маршрута.

Измерения проводят в следующем порядке:

1. Выбирают маршрут следования ГПТ из условий:

– имеются основания для рассмотрения этого маршрута с позиции повышения безопасности движения (согласно статистическим данным по аварийности);

– достаточная протяженность маршрута;

– маршрут проходит по основным магистралям города.

2. Составляют граф-схему маршрута (ниточную схему). На схему наносят расположение остановочных пунктов с указанием расстояния между ними, также отмечают транспортные пересечения, подразделяя их на регулируемые и нерегулируемые.

3. Условно делят маршрут движения на участки на основании составленной граф-схемы по полученным точкам (ОП ГПТ, перекрестки). Проводят кодификацию полученных участков (в произвольной форме).

Исследования проводят в следующей последовательности:

а) измерения проводят не менее двух учетчиков, используя секундомер и граф-схему;

б) учетчики начинают отслеживать время движения по маршруту непосредственно с конечного пункта «А» до пункта «Б», а также в обратном направлении из «Б» в «А», отмечая время начала исследования и его конец (общее время, затраченное на маршрут);

в) в ходе обследований:

*1-й учетчик* включает секундомер в момент начала движения (от конечного пункта) ТС и определяет затраченное время на его движение до следующей контрольной точки (между смежными остановочными пунктами либо перекрестками), отмечая результат на схеме;

*2-й учетчик* фиксируют время, затрачиваемое на «посадку – высадку» пассажиров в зоне остановочных пунктов (время неподвижного состояния ТС), также отмечая результат на схеме;

*3-й учетчик* указывает потери времени на возникающие помехи движению (длительная транспортная задержка, затруднен проезд перекрестков, невозможно отъехать от остановочного пункта), в случае когда ТС непосредственно остановилось, отмечает причину остановки с помощью кодификации (кодировка должна отличаться от той, которая принята на граф-схеме);



Рис. 3.22. Мероприятия по обеспечению безопасности движения на общественном пассажирском транспорте

г) при обследовании следует отмечать на участках помехи движению (места и характер объектов, вызывающих снижение скорости или остановку ТС), которые должны быть описаны на схеме (рис. 3.23).

Для получения наиболее достоверной информации следует проводить практические измерения в период наиболее интенсивного движения по городским магистралям.

Представленная методика характеризует условия движения на маршруте следования пассажирского транспорта, однако не учитывает влияние конфликтных ситуаций (транспорт-транспорт, транспорт-пешеход), возникающих при подъезде (выезде) к остановочным пунктам ГПТ, и не позволяет определить пропускную способность остановочного пункта.

### МАРШРУТ № 3 – «А – Б»

Исследования проводились 12.11.2021

Начало из «А» в «Б» в 16<sup>00</sup> - 17<sup>25</sup>, из «Б» в «А» в 17<sup>40</sup> - 18<sup>10</sup>



Рис. 3.23. Пример оформления протокола обследования маршрутов следования городского пассажирского транспорта

В отличие от пропускной способности обычной полосы движения на дороге для интенсивного движения маршрутного пассажирского транспорта этот показатель в значительной мере определяется пропускной способностью остановочного пункта. Пропускная способность остановочного пункта определяется как наибольшее число единиц подвижного состава, которое может быть обслужено остановочным пунктом в течение 1 ч при равномерном прибытии транспортных средств:

$$P_{on} = \frac{3600}{t_{on}}, \quad (3.19)$$

где  $t_{on}$  – общая продолжительность нахождения одного транспортного средства в зоне остановочного пункта, с:

$$t_{on} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (3.20)$$

здесь  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  – время, затрачиваемое транспортным средством соответственно на маневр заезда на остановочный пункт, на посадку-высадку пассажиров, на трогание с места и освобождение остановочного пункта соответственно.

Составляющие времени  $t_{on}$ , которые следует определять хронометражем, зависят не только от параметров автобусов (троллейбусов) и пассажиропотока, но и от метеоусловий. Зимой при резком снижении коэффициента сцепления колеса с дорожным покрытием значения  $t_1$  и  $t_3$  могут заметно увеличиться. На время  $t_3$  также оказывает влияние интенсивность движения по соседней полосе. Наблюдения показывают, что наиболее характерный диапазон значений  $t_2$  составляет 15 – 30 с. Для расчетов  $P_{on}$  некоторые авторы принимают  $t_{on} = 30$  с, при этом  $P_{on} = 120$  ед./ч.

Однако такое значение  $P_{on}$  является завышенным. Практически остановочный пункт не может пропустить более 50 ед./ч. Основной причиной этого является неравномерность прибытия автобусов, в связи с чем возникает необходимость в дополнительной предварительной остановке и затем в «подтягивании» автобуса (троллейбуса) к остановке.

Кроме представленных выше методик исследования, направленных на изучение процессов движения пассажирского транспорта, могут быть применены виды социологических исследований, такие как анкетирование, интервьюирование, основная цель которых – выявление общественного и профессионального мнения (опрос водителей ГТД) по вопросам организации и безопасности движения пассажирского транспорта.

## Методические указания к выполнению работы

Цель работы: приобретение навыков обследования условий движения на маршрутах следования городского пассажирского транспорта.

Техническое обеспечение: секундомер, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаши), фотокамера.

Задания к лабораторной работе:

### ВАРИАНТ 1:

1. Составить маршрут движения ГПТ (ниточная схема).
2. Составить характеристику улиц, входящих в маршрут ГПТ.
3. Выполнить измерения времени движения и простоя автобуса по маршруту следования.
4. Определить среднюю скорость движения и время, затрачиваемое маршрутным транспортным средством на участке протяженностью 100 м.
5. Сформулировать выводы.

### ВАРИАНТ 2:

1. Составить ситуационный план остановочного пункта ГПТ.
2. Выполнить измерения общей продолжительности нахождения маршрутного транспортного средства на остановочном пункте ГПТ.
3. Определить пропускную способность ОП ГПТ.
4. Составить картограмму и схему движения пешеходов в зоне остановочного пункта из маршрутного транспортного средства.
5. Сформулировать выводы.

### ВАРИАНТ 1.

Объект обследования – маршрут движения ГПТ (участок маршрута).

### ВАРИАНТ 2.

Объект обследования – остановочные пункты ГПТ.

## Рекомендации к выполнению лабораторной работы

### ВАРИАНТ 1.

При выполнении первого задания необходимо начертить схему маршрута ГПТ (участка маршрута) с указанием: улиц, входящих в маршрут движения; транспортных пересечений (указать способ ОД); пешеходных переходов (указать способ регулирования). За основу может быть принят маршрут следования на основе электронной карты ДубльГИС. Пример оформления маршрута следования приведен на рис. 3.24.

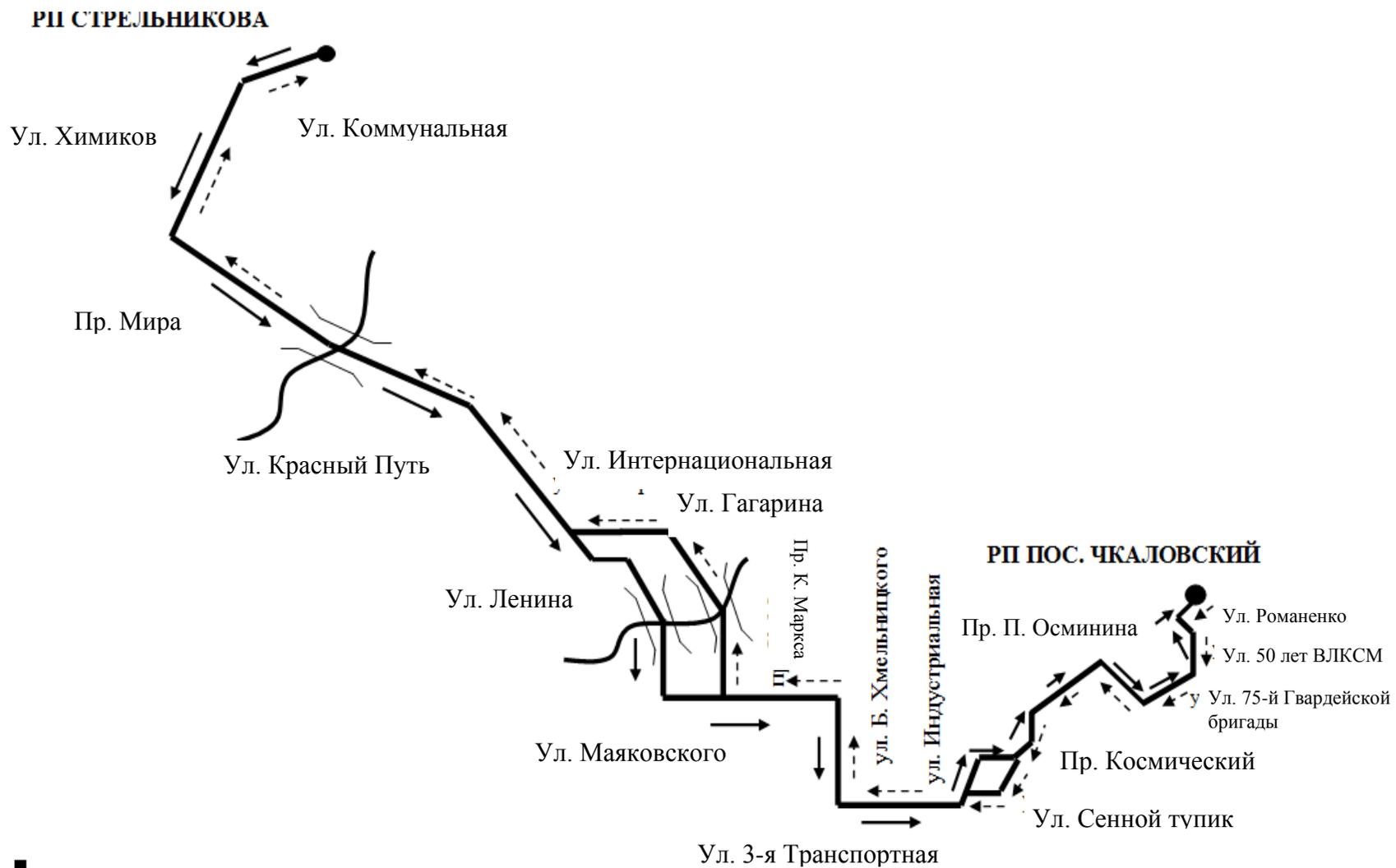


Рис. 3.24. Пример оформления схемы маршрута движения

При составлении характеристики участков магистралей, по которым проходит обследуемый маршрут ГПТ, необходимо заполнить табл. 3.13 (при заполнении столбца «Код участка» кодирование может быть произведено произвольно).

Таблица 3.13

**Характеристика участков маршрута ГПТ  
МАРШРУТ № 3 – «А – Б»**

Код участка	Название улиц	Длина участка, м	Кол-во ООТ, ед.	Пешеходные переходы		Перекрестки	
				рег./подз.	нерег.	рег.	нерег.
А	Ул. Ленина	1100	3	-	-	-	1
Б	Ул. Химиков	2900	4	2/1	3	2	1
...	...	...	...	...	...	...	...
К	Ул. Красный Путь	5420	6	7/3	-	5	1

Измерения времени движения и простоя маршрута следует выполнять по изложенной выше методике (см. раздел «Общие положения теории»). Оформление результатов измерений должно быть представлено в графическом виде (рис. 3.25).

Определение средней скорости движения основывается на данных о протяженности участков улиц, входящих в маршрут, и результатах измерений времени проезда маршрутного транспортного средства (сумма времен движения и простоя ТС):

$$V_{cp} = \frac{L_i}{T_{ni}}, \quad (3.21)$$

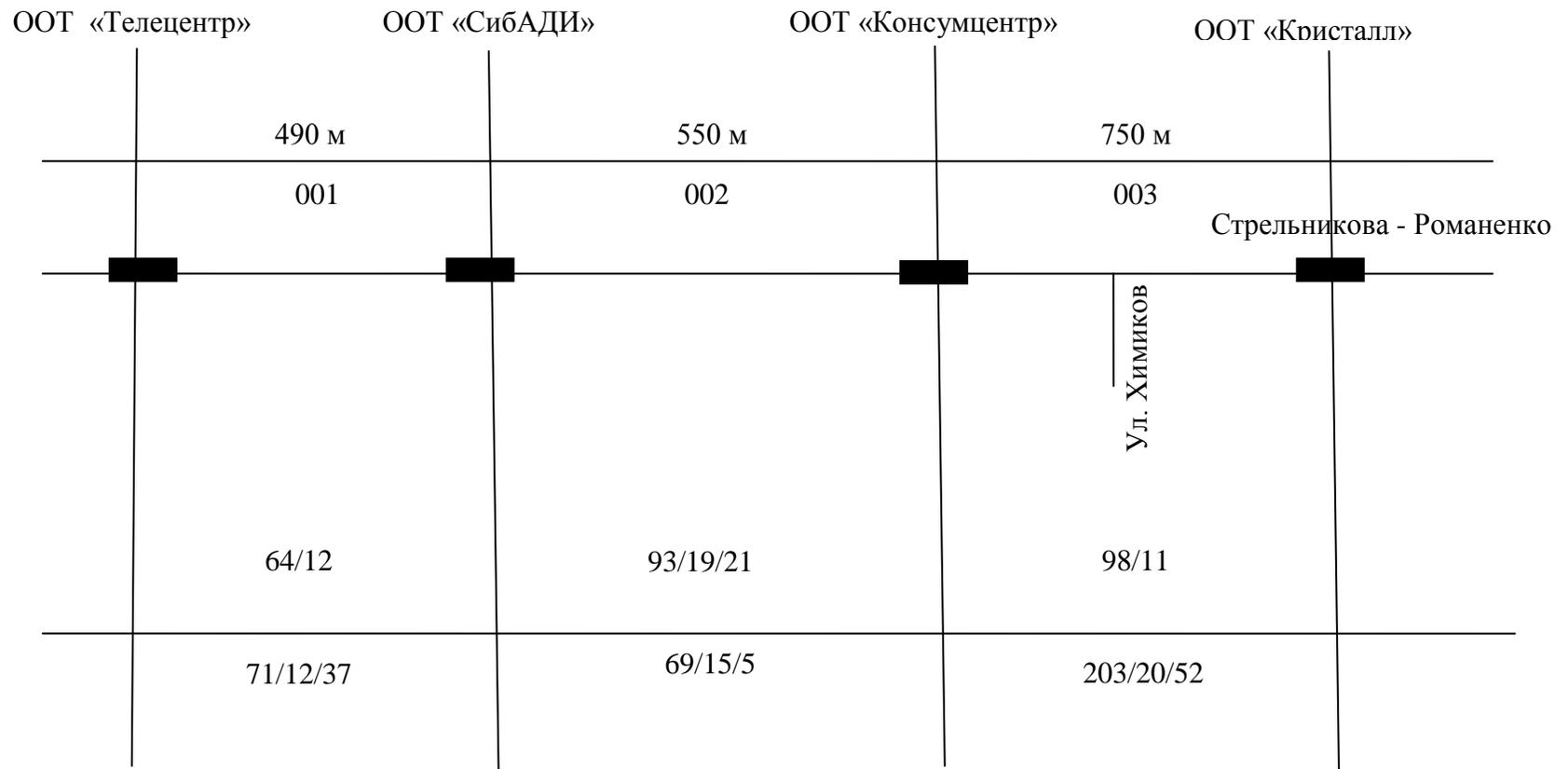
где  $V_{cp}$  – средняя скорость движения по  $i$ -му участку, м/с;  $T_{ni}$  – время проезда  $i$ -го участка, с;  $L_i$  – протяженность  $i$ -го участка, м.

Однако показатель средней скорости не может выступать в качестве основного критерия оценки, так как длины участков и условия проезда различны, поэтому для сравнительной оценки следует использовать относительный показатель. В качестве такого показателя принимается время  $T_{100}$ , затрачиваемое ТС на проезд контрольного участка, расположенного на магистрали, протяженностью 100 м.

Время движения маршрутного транспортного средства на участке протяженностью 100 м определяется по выражению

$$T_{100} = \frac{(T_{ni} - \sum t_{npi})}{L_i} \cdot L_{100}, \quad (3.22)$$

где  $L_{100}$  – протяженность условного участка, равная 100 м;  $t_{npi}$  – время простоя ТС на  $i$ -м участке, с.



118/10/12

время простоя на перекрестке (пешеходном переходе)  
 время простоя на ООТ;  
 общее время движения от ООТ до ООТ.

Рис. 3.25. Пример оформления протокола обследований маршрута ГПТ № 73 (участок пр. Мира от ООТ «Кристалл» до ООТ «Телецентр»)

Все результаты расчетов должны быть сведены в табл. 3.14.

Таблица 3.14

**Результаты обследований маршрута ГПТ  
МАРШРУТ № 3 – « А – Б »**

Название улицы	Код участка	Средняя скорость движения по участку, км/ч	Время проезда участка (100 м) $T_{100}$ , с
Пр. Мира	001	27,4/24,8	13/14
	002	21,2/25,6	17/14
	003	27,4/14,4	13/27

*Примечание.* В числителе указаны значения показателей для движения от ул. Стрельникова к ул. Романенко, в знаменателе – для обратного направления.

В выводах необходимо выполнить анализ условий движения на основе выполненных расчетов и измерений.

**ВАРИАНТ 2.**

При выполнении задания 1 данной лабораторной работы следует руководствоваться общими положениями теории, изложенными выше (см. «Общие положения теории» к лабораторной работе № 3).

Используя ситуационный план перекрестка, необходимо при выполнении измерений времени общей продолжительности нахождения маршрутного транспортного средства в зоне остановочного пункта ГПТ отметить на плане траектории движения вышедших пассажиров (и количество человек), в том числе несанкционированные. Измерения проводятся в течение 30 мин, при этом наблюдатели фиксируют номер, тип маршрута ГПТ и время прибытия, убытия, простоя транспортного средства в зоне остановочного пункта ГПТ.

Пример протокола измерений на остановочном пункте представлен в табл. 3.15.

Таблица 3.15

**Протокол измерений на остановочном пункте ГПТ**

ОП ГПТ \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ Время \_\_\_\_\_.

№ п/п	Номер маршрут	Тип	Время, мин, с			Число вышедших пассажиров (по траекториям)				
			прибытие	убытие	простой	№ 1	№ 2	№ 3	№ ...	Всего
1	82	А	1,35	2,05	30	2	-	1		
2	12	Т	3,50	4,22	32	4	3	2/2		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ср.										

На основании выполненных измерений по формуле (3.19) необходимо рассчитать значение пропускной способности остановочного пункта ГПТ и построить график прибытия маршрутных транспортных средств (рис. 3.26), результаты расчетов должны быть сведены в табл. 3.16.

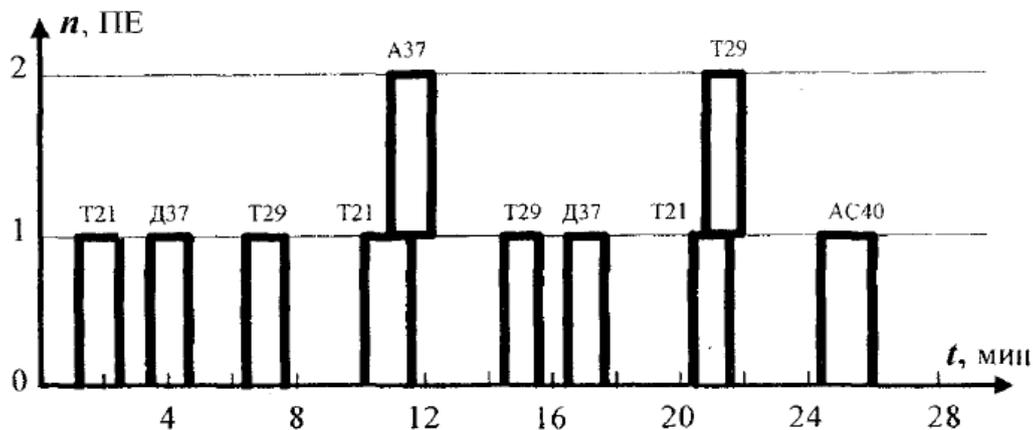


Рис. 3.26. Пример оформления графика прибытия маршрутных транспортных средств

Картограмма интенсивности движения пассажиров, вышедших из маршрутного ТС, строится на основании полученных результатов исследований в выбранном масштабе. Пример картограммы интенсивности пассажиров приведен на рис. 3.27 [14].

В выводах необходимо представить анализ пропускной способности остановочного пункта ГПТ и количество нарушений ПДД пешеходами.

Таблица 3.16

### Результаты измерений на остановочном пункте ГПТ

№ п/п	Параметр	Индекс	Размерность	Значение
1	Продолжительность измерений	$T$	мин	30
2	Число подвижных единиц	$n$	ед.	...
3	Параметры распределения общего времени нахождения маршрутного ТС в зоне ООТ: - заезд ТС - посадка-высадка - трогание с места	$t_{on}$	с	...
		$t_1$	с	...
		$t_2$	с	...
		$t_3$	с	...
4	Суммарная интенсивность движения вышедших пассажиров	$N_{П}$	чел./ч	...
5	Суммарная доля нарушителей ПДД	$\Delta П$	%	...

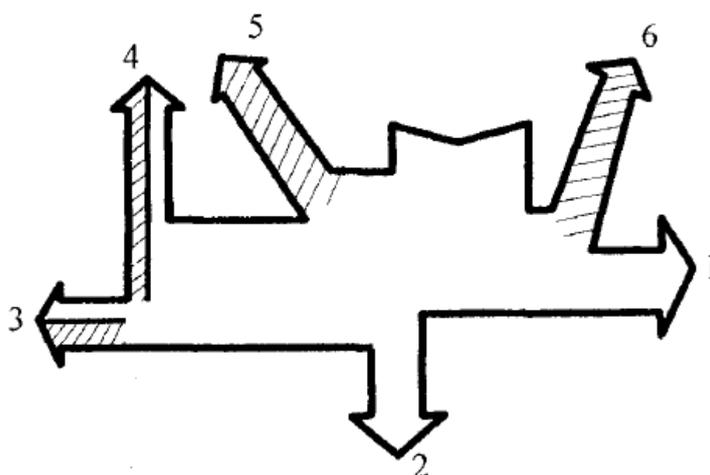


Рис. 3.27. Пример оформления картограммы интенсивности пассажиров ГПТ

### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Перечислите факторы опасности на маршрутах ГПТ.
2. Назовите факторы, влияющие на скорость движения городского пассажирского транспорта.
3. Назовите основные требования (рекомендации) к размещению остановочных пунктов ГПТ.
4. Перечислите структуру мероприятий по обеспечению безопасности движения на общественном пассажирском транспорте.
5. Приведите порядок выполнения обследований условий движения на маршрутах следования ГПТ.
6. Как определить пропускную способность остановочного пункта?
7. Назовите порядок построения картограммы интенсивности движения пассажиров ГПТ.

## **Лабораторная работа № 8**

### ***Исследование влияния размещения уличных стоянок транспортных средств на условия движения***

#### **Общие положения теории**

Сеть сооружений для временного хранения легковых автомобилей является элементом планировочной структуры и застройки городской территории и в общем случае должна обеспечивать:

- полное удовлетворение потребности городского населения в местах временного хранения легковых автомобилей;

- стадийное развитие парковочной сети и соответствующих сооружений во всех районах города;
- рациональное использование и экономию городской территории;
- безопасность движения транспорта и пешеходов в зонах парковки;
- сведение к минимуму помех общему движению транспортных и пешеходных потоков от примыкающих к магистралям парковок;
- охрану окружающей среды;
- экономию строительных материалов;
- максимальное использование существующей строительно-производственной базы;
- сокращение трудозатрат на строительство и экономию ресурсов.

При размещении автостоянок в городах, в проектах детальной планировки населенных пунктов, а также при выборе типов стоянок и разработке их проектов необходимо учитывать совокупность факторов: не только интересы города и его населения, но и интересы автовладельцев.

Территории для хранения автомобилей в общем случае можно разделить в зависимости от способа хранения и продолжительности нахождения на них автомобилей. Общая классификация автомобильных стоянок приведена на рис. 3.28.

- *Автостоянки для постоянного хранения* автомобилей у жилых домов, в жилых кварталах, на межрайонных территориях с продолжительностью хранения более одних суток. Эти стоянки используют для хранения автомобилей, принадлежащих гражданам. В зависимости от уровня обслуживания такие стоянки могут быть платными с закреплением мест за гражданами и бесплатными свободного пользования.

- *Автостоянки большой продолжительности хранения* у предприятий, учреждений и городских комплексов для размещения автомобилей, принадлежащих рабочим, служащим и посетителям, продолжительностью 8 и более часов. Эти стоянки в зависимости от типа учреждения могут быть общего пользования или только для служебных автомобилей.

- *Автостоянки средней продолжительности хранения* у зданий и сооружений, периодически собирающих большие массы людей (стадионы, театры, киноконцертные залы, рестораны, крупные торговые центры), на период 2 – 4 ч.

- *Автостоянки кратковременной продолжительности хранения* у вокзалов, универсальных магазинов, рынков, спортивных сооружений для хранения автомобилей до 2 ч.

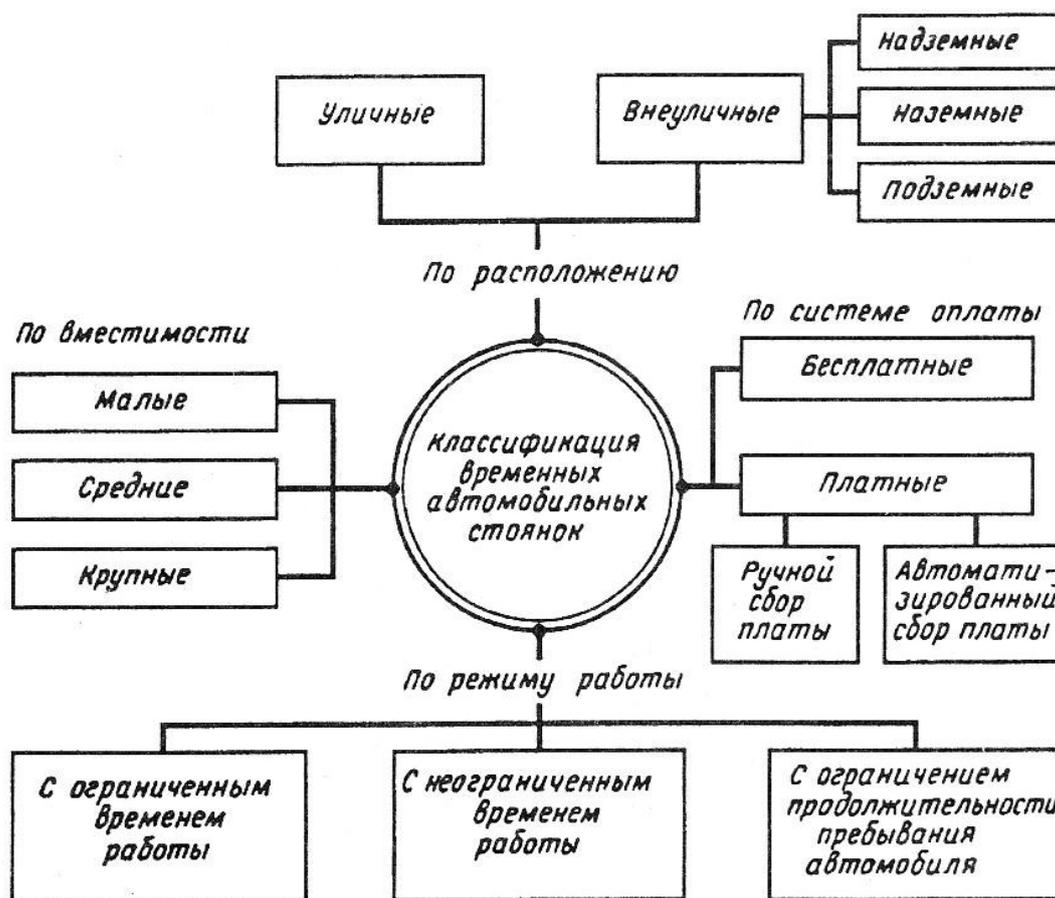


Рис. 3.28. Основные классификационные признаки автомобильных стоянок

По месторасположению стоянки в городах подразделяются на уличные, когда стоянка разрешена непосредственно на проезжей части, и внеуличные, удаленные от проезжей части.

Внеуличные стоянки могут быть устроены на открытых площадках, на крышах зданий либо в специальных гаражах-стоянках одно- или многоэтажного типа. Организация таких стоянок требует значительных экономических вложений, поэтому среди этой категории стоянок зачастую используют стоянки-площадки.

Уличные стоянки иногда называют также околотротуарными, так как автомобили согласно Правилам дорожного движения в основном должны располагаться непосредственно около края проезжей части.

Околотротуарные стоянки в первую очередь удобны для водителей и пассажиров, так как автомобили можно размещать непосредственно у выходящих на улицу или близко расположенных к ней зданий.

Однако использование для автомобильных стоянок притротуарных полос проезжей части имеет ряд существенных недостатков:

- снижает пропускную способность улиц на 20–50%;
- обуславливает снижение скоростей движения;

- затрудняет подъезд к зданиям других автомобилей;
- ухудшает видимость проезжей части;
- повышает опасность движения.

При этом следует отметить, что стоянки автомобилей около тротуара имеют некоторую «зону влияния». Ширина этой зоны в зависимости от принятой схемы расстановки автомобилей колеблется в пределах 4,5–8,0 м.

По вместимости стоянки подразделяют в зависимости от количества мест хранения:

- малой вместимости (до 50 мест);
- средней вместимости (от 50 до 300 мест);
- большой вместимости (более 300 мест).

Одной из главных проблем при проектировании стоянок в большинстве случаев является сложность определения требуемого числа стояночных мест. При определении необходимой площади для организации стоянки автомобилей исходят из уровня автомобилизации в регионе, преобладающего типа автомобилей и необходимой площади, приходящейся на один автомобиль с учетом подъезда, способа размещения на стоянке, а также средней длительности пребывания автомобиля на стоянке в период интенсивного спроса. Площадь одного места принимается обычно 20–25 м<sup>2</sup> для легковых автомобилей и 40–85 м<sup>2</sup> для грузовых автомобилей и автобусов.

Продолжительность пребывания легковых автомобилей зависит, прежде всего, от характера обслуживаемого объекта и цели поездки. На продолжительность пребывания автомобиля на стоянках существенно влияют размеры города. В крупнейших городах, по сравнению с малыми, время стоянки увеличивается примерно вдвое. Данные по длительности стоянки у объектов различного назначения представлены на рис. 3.29.

Автомобили на проезжих частях улиц могут устанавливаться:

- вдоль бортов;
- перпендикулярно к ним;
- под углами 30–60°.

При постановке автомобилей вдоль борта сокращается занимаемая ширина полосы проезжей части. Однако при этом уменьшается вместимость стоянки и при плотной расстановке автомобилей затрудняются подъезд и выезд с нее. Наиболее компактной является установка автомобилей под углом 90° к оси дороги, но при этом затрудняются постановка автомобилей на стоянку и выезд с нее, так как в этом случае необходимо пересекать прилегающие полосы движения. Поэтому наиболее удобна расстановка автомобилей под углом 30–60° в направлении движения.

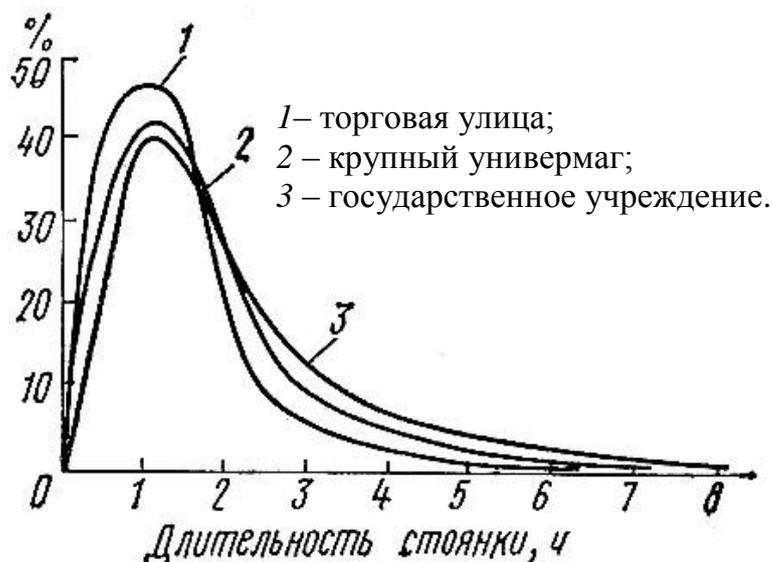


Рис. 3.29. График распределения автомобилей по длительности стоянки

При необходимости установки автомобилей лишь на небольших по протяженности участках улиц целесообразно устраивать «карманы» за счет местных уширений проезжей части.

### Методические указания к выполнению работы

Цель работы: определить скорость транспортных средств в зоне расположения уличных (околотротуарных) стоянок ТС.

Техническое обеспечение: секундомер, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаши), измерительное колесо.

Задания к лабораторной работе:

1. Составить ситуационный план объекта обследования.
2. Выполнить измерения интенсивности транспортных потоков.
3. Выполнить измерения скорости движения транспортных средств в зоне расположения уличных парковок автомобилей.
4. Построить график изменения скорости движения в зоне стоянок.
5. Сформулировать выводы.

#### ВАРИАНТ 1.

Объект обследования — перегон городской магистрали («полукарман» для стоянки ТС не предусмотрен).

#### ВАРИАНТ 2.

Объект обследования — участок дороги, где имеется уширение проезжей части для стоянки ТС.

## Рекомендации к выполнению лабораторной работы

При выполнении задания 1 лабораторной работы следует руководствоваться общими положениями теории, изложенными выше (см. «Общие положения теории» к лабораторной работе № 2).

Методика и порядок измерения интенсивности транспортных потоков подробно изложены в лабораторной работе № 2.

При выполнении измерений скорости движения транспортных средств в зоне расположения уличных парковок автомобилей необходимо придерживаться следующей последовательности:

1. На ситуационном плане отмечается зона парковки автомобилей, указывается наличие заездной площадки, уширения для парковки транспортных средств, если имеется (имеется/отсутствует).

2. Отмечаются геометрические параметры парковки:

– для определения фактической ширины парковки определяется расстояние от края проезжей части до наиболее выступающего габарита транспортного средства (край ПЧ условно принимается за начало отсчета – от «0»);

– длина парковки (контрольного участка) измеряется по контрольным точкам с помощью электронной рулетки и пластиковых направляющих конусов, которые устанавливаются в начале и в конце зон парковки (точка 1 – начало зоны, 2 – конец зоны).

На рис. 3.30 представлен пример оформления схемы участка обследования.

3. Принятый порядок выполнения измерений контролируемых параметров на перегоне:

а) в течение 20 мин фиксируется интенсивность движения транспортных потоков по полосам с указанием состава ТС (число учетчиков определяется числом полос проезжей части);

б) измеряется время прохождения ТС контрольного участка (см. рис. 3.30, кт-1- кт-2) по каждой полосе движения исследуемого направления;

в) предварительно учетчики синхронизируют секундомеры: 1-й учетчик фиксирует время по секундомеру в момент пересечения контрольной точки 1 ТС, подавая сигнал рукой; 2-й учетчик фиксирует время выхода ТС из мерного участка.

4. Измерения времени проезда ТС проводятся непрерывно в течение 20 мин. Результаты исследований заносятся в протокол (табл. 3.17).



На основании выполненных измерений необходимо построить графические зависимости изменения скорости движения в зависимости от номера полосы проезда. При построении графиков изменения скорости движения в зоне стоянок ТС в потоке следует по оси абсцисс откладывать номер полосы, а по оси ординат – скорость движения одиночных транспортных средств (рис. 3.31).

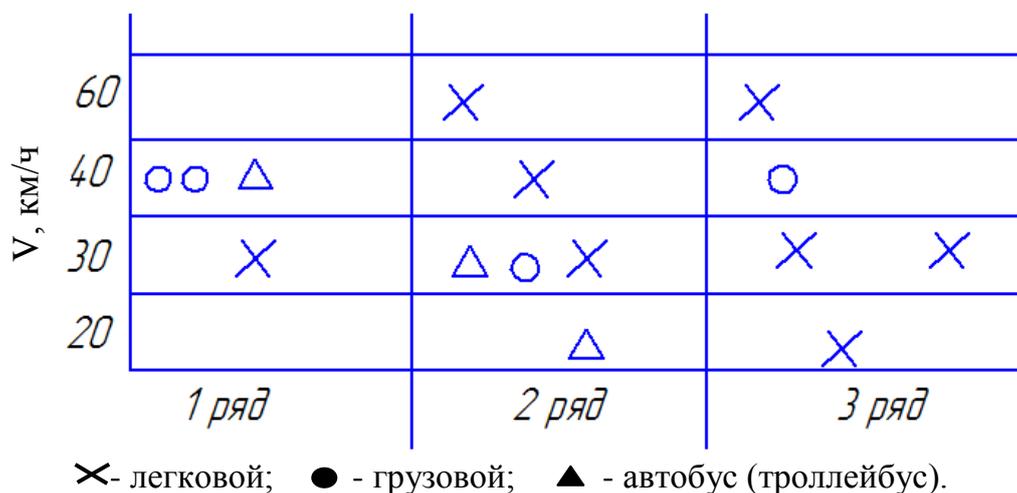


Рис. 3.31. Распределение скоростей транспортных средств

По результатам выполненной работы сформулировать выводы, в которых проанализировать влияние скорости по полосам движения парковок на скорость движения транспортных средств.

### Контрольные вопросы и задания

1. Приведите основную классификацию стоянок ТС.
2. Перечислите отрицательные и положительные признаки уличных стоянок ТС.
3. Перечислите отрицательные и положительные признаки внеуличных стоянок ТС.
4. Как изменяется длительность использования стоянки ТС от видов объекта посещения?

## Лабораторная работа № 9

### Обследование пешеходных переходов на городских магистралях

#### Общие положения теории

Наиболее многочисленной и самой уязвимой группой участников дорожного движения являются пешеходы. За последние 10 лет численность пешеходов, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, увеличилась на 30%. Всего за этот период погибло свыше 100 тыс. и ранено свыше 500 тыс. пешеходов. Крайне низкая дорожно-транспортная дисциплина

участников дорожного движения является одним из наиболее существенных факторов, влияющих на состояние аварийности в России. Сохраняющаяся сложная обстановка с аварийностью во многом определяется постоянно возрастающей мобильностью населения при имеющемся перераспределении перевозок от общественного транспорта к личному, увеличивающейся диспропорцией между приростом числа автомобилей и приростом протяженности улично-дорожной сети, не рассчитанной на современные транспортные потоки.

Следствием такого положения являются ухудшение условий движения, заторы, ухудшение экологической обстановки и рост количества дорожно-транспортных происшествий. Темпы прироста числа пострадавших в городах опережают темпы прироста количества дорожно-транспортных происшествий. Общая смертность пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях в 8 раз выше, чем при получении травм в результате других несчастных случаев. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения, от автомобильного транспорта каждый год в мире страдают более 1,2 млн чел., из которых 56% составляют пешеходы.

Серьезность проблемы пешеходного движения заключается в том, что пешеходы – это самая незащищенная категория участников движения и, как правило, ДТП с их участием имеют более тяжелые последствия, нежели другие. На практике не уделяется достаточного внимания условиям пешеходного движения.

Среди основных недостатков в организации движения пешеходов можно выделить:

- неудовлетворительную организацию системы организационно-планировочных и инженерных мер в области организации движения пешеходов;
- недостаточное воздействие государства и общества на участников дорожного движения с целью формирования общественно значимых стереотипов транспортной культуры и повышения правосознания;
- недостаточное привлечение населения к деятельности по предупреждению дорожно-транспортных происшествий;
- недостаточное совершенствование форм и методов контрольно-надзорной деятельности, направленной на соблюдение участниками дорожного движения установленных нормативов и правил;
- низкий уровень мероприятий по внедрению инженерных и автоматизированных систем, других технических средств для совершенствования организации движения транспорта и пешеходов;
- недостаток средств, выделяемых властями на обеспечение дорожной безопасности.

Можно выделить несколько типовых причин (рис. 3.32), приводящих к ДТП, которые встречаются наиболее часто в повседневной жизни.



Рис. 3.32. Основные причины ДТП

Особенность поведения пешеходов зависит в значительной степени от психофизиологических данных, в этом их отличие от всех других участников дорожного движения. При этом пешеходы имеют разные способности в передвижении, начальную скорость и максимальную мобильность в выборе направления движения. В качестве примера для иллюстрации этого обстоятельства можно привести:

- дорожное поведение ребенка, который из состояния покоя может неожиданно перейти в активное состояние;
- дорожное поведение пожилых людей, которые при переходе через дорогу могут в кратчайшее время изменить направление своего движения;
- дорожное поведение пешехода, который, чтобы не попасть в лужу, может совершить прыжок в сторону проезжей части, из-за спешки перебежать дорогу вне пешеходного перехода.

Эти природные особенности делают поведение пешеходов мало предсказуемым, а значит, опасным. Кроме того, условия движения пешеходов

могут изменяться с изменением геометрических параметров улиц и дорог, а также технических характеристик транспортных средств, но средняя скорость движения пешеходов при этом остается приблизительно одинаковой и зависит от пола и возраста пешехода (табл. 3.18).

Таблица 3.18

**Средняя скорость движения пешеходов**

Возраст и пол	Средняя скорость ходьбы, м/с
Мужчины:	
моложе 55 лет	1,7
старше 55 лет	1,5
Женщины:	
моложе 50 лет	1,4
старше 50 лет	1,3
Женщины с малолетними детьми	0,7
Дети от 6 до 10 лет	1,7
Юноши, девушки	1,8

Выбор скорости пешеходом определяется в зависимости от опасности на дороге и достаточного временного интервала для перехода проезжей части, который не во всех случаях бывает определен верно, что связано с психофизиологическими особенностями человека и его представлением о правильном поведении на дороге. Скорость движения пешеходов, пересекающих проезжую часть улицы, изменяется в зависимости от наличия приближающихся транспортных средств, очевидно, что с уменьшением времени до приближения автомобиля скорость пешехода увеличивается (табл. 3.19). Минимальная скорость движения пешеходов при переходе улицы составляет 0,7 м/с, средняя – 1,2 м/с, максимальная – 1,7 м/с.

Рациональная организация движения пешеходов является также решающим фактором повышения пропускной способности улиц и дорог и обеспечения более дисциплинированного поведения людей в процессе передвижения.

Можно выделить следующие типичные задачи для обеспечения безопасности движения пешеходов:

- 1) обеспечение специально выделенных путей для передвижения людей вдоль улиц и дорог;
- 2) оборудование пешеходных переходов;
- 3) создание пешеходных (бестранспортных) зон;
- 4) разработка комплексных схем организация движения на специфических постоянных пешеходных маршрутах.

**Скорость движения пешеходов, пересекающих улицу перед приближающимися транспортными средствами**

Время, необходимое для подъезда автомобиля к переходу, с	Скорость пешехода при переходе улицы, м /с
8 и более	1,2
От 6 до 8	1,3
От 4 до 6	1,4
От 2 до 4	2,2

Важным условием организации пешеходного движения является учет психофизиологических особенностей и физических возможностей людей при разработке соответствующих технических решений. Только при этом условии можно достичь признания того или иного решения основной массы людей и подчинения их предусмотренным схемам движения и режимам регулирования.

Наиболее распространенным исследованием, направленным на установление характера движения пешеходов, являются метод конфликтных ситуаций, отражающий долю пешеходов, нарушающих ПДД. Все измерения проводятся в следующей последовательности: на выбранном объекте учетчики фиксируют число пешеходов, пересекающих проезжую часть, и время их нахождения в конфликтной зоне (на дороге):

а) число пешеходов (т.е. один пешеход двигался или шла группа людей) и время их нахождения в конфликтной зоне;

б) число пешеходов, нарушающих ПДД (под нарушением понимается переход проезжей части пешеходом вне зоны пешеходного перехода). Все измерения заносят в протокол исследования.

### **Методические указания к выполнению работы**

Цель работы: определение количества нарушений пешеходами на участках улично-дорожной сети при пересечении проезжей части.

Техническое обеспечение: секундомер, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаши), измерительное колесо, дорожные сигнальные конусы.

Задания к лабораторной работе:

1. Составить линейную схему и характеристику объекта обследования (магистрали, где расположен заданный пешеходный переход).

2. Составить таблицу распределения ДТП на заданном пешеходном переходе.

3. Выполнить измерения интенсивности транспортных и пешеходных потоков на участке обследования.

4. Определить число нарушений пешеходами ПДД при пересечении ими проезжей части.

5. Оформить результаты измерений.

6. Сформулировать выводы.

#### ВАРИАНТ 1.

Объект обследования – регулируемый пешеходный переход.

#### ВАРИАНТ 2.

Объект обследования – нерегулируемый обозначенный пешеходный переход.

### **Рекомендации к выполнению лабораторной работы**

При выполнении задания 1 следует использовать электронную карту ДубльГИС, где в ходе визуального обследования фиксируются: пересекающие улицы, остановки общественного транспорта (ГПТ), обозначенные дорожными знаками или разметкой пешеходные переходы (для упрощения дальнейшей работы следует пронумеровать пешеходные переходы).

Необходимо на схеме выполнить привязку пешеходного перехода (в соответствии с заданием) следующим образом:

- расстояние от границ пешеходного перехода до ближайших зданий;
- расстояние до ближайших транспортных пересечений, остановочных пунктов ГПТ.

Порядок выполнения измерений:

1. Составить схему привязки пешеходного перехода к элементам магистрали (рис. 3.33).

2. Составить план-схему пешеходного перехода (рис. 3.39).

3. Подсчитать интенсивность ТС и пешеходов суммарно с двух направлений в течение 15 мин с последующим приведением к 1 ч.

4. Заполнить табл. 3.38.

5. Сформулировать выводы по обследованию пешеходного перехода.

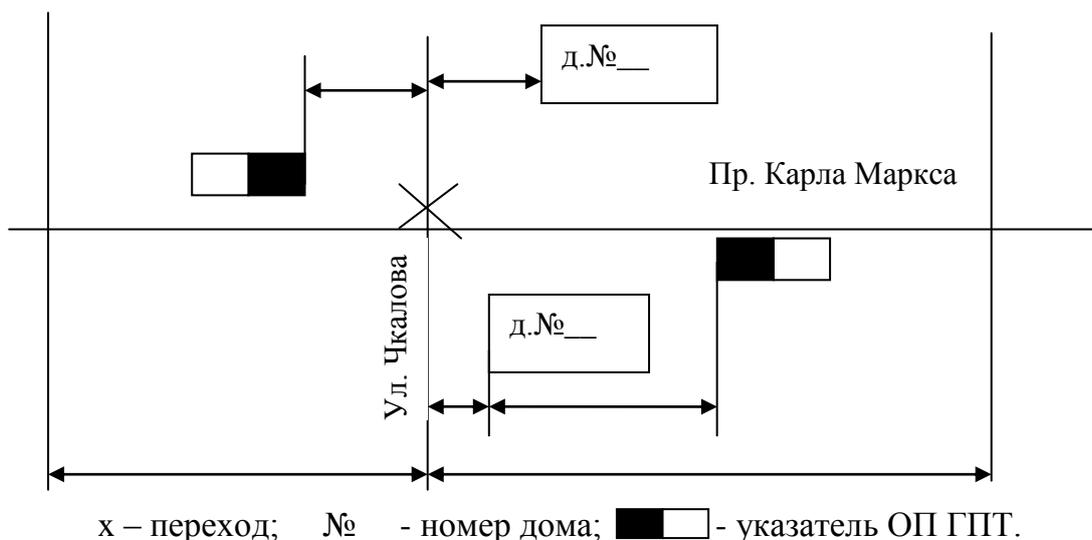


Рис. 3.33. Привязка пешеходного перехода к объектам магистрали

Для выполнения задания 3 лабораторной работы следует руководствоваться методикой измерения интенсивности транспортных потоков (см. лабораторную работу № 3). Интенсивность пешеходов определяется путем подсчета количества человек, пересекающих проезжую часть в двух направлениях.

Определение числа нарушений пешеходами ПДД производится только на заданном пешеходном переходе в соответствии с методикой, приведенной в пункте «Общие положения теории». Результаты измерений оформляются в протокол, форма которого представлена в табл. 3.20.

Таблица 3.20

### Пример оформления результатов обследования пешеходного перехода

Улица \_\_\_\_\_; дом № \_\_\_\_\_; дата \_\_\_\_\_; время \_\_\_\_\_.

№ п/п	Наименование	Значение
1	2	3
1	Ширина пешеходного перехода, м	
2	Ширина проезжей части, м	
3	Число рядов движения ТС в двух направлениях	
4	Интенсивность ТС в двух направлениях, авт./ч	
5	Интенсивность пешеходов общая в двух направлениях, чел./ч	
6	Расстояние от перехода до ближайшей опоры со светильником слева/справа, м	

1	2	3
7	Доли пешеходов, использовавших зоны для перехода ПЧ, %: А Б В Г	
8	Доли пешеходов, переходивших проезжую часть с нарушением ПДД, %	
9	Расстояние видимости ТС для пешеходов в позиции за 1 м до края проезжей части, м: в сторону N1 в сторону N2	

На основании выполненных обследований необходимо выявить факторы опасности, которые могут явиться причиной возникновения ДТП на заданном пешеходном переходе, и предложить рекомендации по их устранению. Результаты выполненной работы должны быть отражены в выводах.

#### **Контрольные вопросы задания**

1. Какие факторы влияют на безопасность движения пешеходов?
2. От чего зависит изменение скорости пешехода?
3. Перечислите типичные нарушения пешеходов при пересечении проезжей части.
4. Перечислите порядок выполнения измерений числа нарушений пешеходами ПДД.

### **Лабораторная работа № 10**

#### **Аудит безопасности движения участков улично-дорожной сети**

#### **Общие положения теории**

Развитие концепции аудита безопасности движения основано на поиске эффективных методов расследования причин ДТП, а также практики их устранения, опирающейся на изменение законодательства.

Понятие *аудит безопасности движения* в настоящее время имеет несколько вариантов:

– формальное инспектирование существующей или строящейся дороги, в рамках которого команда независимых, квалифицированных специа-

листов дает заключение о потенциальном риске ДТП и общем уровне безопасности, имея целью предупреждение возникновения аварийных ситуаций;

- проверка результатов деятельности организаций при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог на соответствие действующим требованиям нормативно-технических документов по организации и безопасности дорожного движения;

- анализ безопасности автомобильной дороги, эффективности ОДД и состояния ее транспортно-эксплуатационных характеристик, способствующих возникновению ДТП.

Существенным отличием аудита безопасности движения является тот факт, что данный метод является профилактическим, так как все мероприятия направлены на устранение потенциальных опасностей на участках УДС до того, как там произошло ДТП. При этом данный вид контроля проводится независимой командой экспертов, имеющих соответствующую профессиональную квалификацию и опыт работы в области обеспечения безопасности дорожного движения.

Основными особенностями аудита безопасности движения являются:

1. Оценка безопасности дороги с позиции ее восприятия всеми категориями участников дорожного движения.

2. Дополнение статистики аварийности для улучшения понимания причин ДТП на участках концентрации ДТП, а также выявления потенциально опасных участков, где может произойти ДТП при неблагоприятном стечении обстоятельств.

Основной целью аудита безопасности движения является выявления участков УДС с потенциальным риском возникновения ДТП для разработки предложений по его устранению.

Задачами аудита безопасности движения являются:

- снижение вероятности риска возникновения ДТП за счет рациональной ОД и устранения факторов опасности на стадии эксплуатации объекта;

- разработка результативных предложений по снижению тяжести последствий ДТП при невозможности исключения риска ДТП;

- организация профилактических мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций на различных стадиях аудита;

- снижение затрат (как эксплуатационных, так и экономических) за счет выявления и исключения недостатков в сложившейся организации движения на предыдущих этапах для развития дорожного проекта на последующих этапах.

В зависимости от задач контроля движения выделяют несколько видов аудита безопасности движения, охватывающих различные фазы функционирования дороги.

Виды аудита безопасности движения представлены в табл. 3.21.

Объектами аудита являются как отдельные элементы дорог, так и в целом магистрали. Заказчиками аудита выступают:

1. Федеральное дорожное агентство, органы управления автомобильными дорогами (автомобильные дороги федерального значения).
2. Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации (РФ) (автомобильные дороги регионального, муниципального и местного значения).
3. Владельцы частных автомобильных дорог.

Таблица 3.21

### Виды аудита безопасности дорожного движения

Виды аудита	Фазы аудита	Стадии цикла дороги
Аудит безопасности строительства или реконструкции дороги	До начала строительства	Планирование
		Эскизное проектирование
		Детальное проектирование
	Строительство	Подготовка площадки
		Строительство
		Перед сдачей в эксплуатацию
Аудит безопасности эксплуатируемой дороги	Эксплуатация	Существующая дорога
Аудит безопасности дорожных объектов специфического назначения	Развитие проектов, прилегающих к дороге	Развитие землепользования на прилегающих территориях
		Аудит специфических объектов

Следует отметить, что, несмотря на то, что аудит БД уже закреплен на законодательном уровне, однако до сих пор отсутствует полное понимание этого явления. Поэтому необходимо указать типовые ошибки в понимании аудита БД, среди которых:

1. При проведении аудита безопасности отсутствуют обязательства по внесению корректировок в проект по устранению потенциальных опасностей, так как в обязанности аудиторов входит лишь выявление недостатков в ОД и предложение мероприятий, реализация которых является ответственностью заказчика аудита.

2. Аудит безопасности предназначен для проектов с различным бюджетом (от малобюджетных до дорогостоящих проектов), при этом практика осуществления аудита показывает, что малобюджетные проекты наи-

более эффективны и оперативны по степени реализации мероприятий. Опыт проведения дорожных аудитов показывает, что они особенно оперативны при малых проектах.

3. Аудит безопасности движения – это самостоятельная, дополнительная форма контроля, не подменяющая формальные проверки и экспертизы.

4. Аудит безопасности не может определять критерии выбора альтернативных вариантов проектов (не следует применять аудит для разрешения конфликтных ситуаций при выборе маршрутов движения).

5. Аудит безопасности представляет собой всесторонний анализ уровня безопасности дороги, а не является проверкой соответствия элементов УДС техническим требованиям и стандартам.

Таким образом, основными положительными аспектами аудита безопасности движения для государства в целом являются:

- уменьшение вероятности риска возникновения ДТП, а также тяжести их последствий;
- снижение затрат на реализацию мероприятий по ОБДД при ведении в эксплуатацию участков УДС;
- формирование ответственности лиц, отвечающих за безопасность движения на различных стадиях (планирование, проектирование, строительство и содержание дорог);
- организация рациональной и удобной транспортной инфраструктуры;
- привлечение общественности к вопросам ОБДД, формирование транспортной культуры населения.

При проведении аудита безопасности движения элементов УДС следует придерживаться четкой последовательности. На рис. 3.34 приведена в общем виде технология проведения аудита безопасности движения на элементах УДС. Следует отметить, что это общий порядок на всех стадиях проведения аудита.

При организации аудита безопасности движения для существующих дорог (стадия эксплуатации) имеется возможность его проведения несколькими способами:

- в дополнение к плановым мероприятиям по содержанию дороги;
- планированием мероприятий по снижению уровня ДТП на сети дорог;
- формированием программы аудита безопасности с расстановкой необходимых мероприятий в порядке приоритетности.

На стадии эксплуатации дорог в процессе аудита безопасности движения рассматриваются отдельные составляющие эксплуатационные характеристики:

1. Состояние дорожного покрытия.

2. Геометрические параметры дороги.
3. Элементы обустройства дороги.
4. Обеспечение условий видимости на кривых в плане.
5. Наличие и состояние дорожной сигнализации.
6. Автоматизированные системы управления ДД.
7. Условия для проведения дорожных работ.

При проведении аудита БД на элементах эксплуатируемой дороги обязательным условием является:

- ведение учета всех ДТП (включенные и не включенные в государственную статистику) с целью выявления ошибок, допущенных на ранних стадиях (стадия проектирования, стадия строительства дороги);
- фиксация следов, обнаруживаемых в процессе эксплуатации дороги (пути движения пешеходов; дефекты на пешеходных ограничивающих ограждениях, опорах ДЗ, деревьях; съезды с дороги).

По результатам аудита безопасности дороги формируется отчет о характере и местонахождении несоответствий между элементами дороги и эксплуатационными характеристиками. Далее на основании результатов отчета делается заключение о выявленных несоответствиях и степени их влияния на БД участников по категориям (водители, пешеходы, велосипедисты), а также разрабатываются рекомендации для решения выявленных проблем.

В табл. 3.22 представлена характеристика этапов аудита БД на стадии эксплуатации дорог.

Таблица 3.22

#### Характеристика этапов аудита БД на стадии эксплуатации дороги

Этап	Описание
1. Формирование команды аудиторов	Независимые и квалифицированные лица, способные определить потенциальные риски аварийности и подготовить предложения по их устранению
2. Сбор исходных данных	Характеристики ДД: интенсивность, состав, схемы ОД, топографическая съемка объекта, иные документы
3. Проведение стартовой встречи	Ознакомление команды аудиторов с проектом и информацией по безопасности движения
4. Оценка и анализ исходных данных	Эксперты анализируют представленный объем исходной информации
5. Выполнение аудита	Оценка элементов обустройства ТСРД, наличие АСУД, и транспортной инфраструктуры с позиции различных категорий пользователей дороги
6. Подготовка отчета	Идентификация потенциальных рисков, расстановка приоритетов, выводы и предложения
7. Заключительная встреча	Представление заказчику результатов аудита в форме итогового заключения и прилагаемого отчета

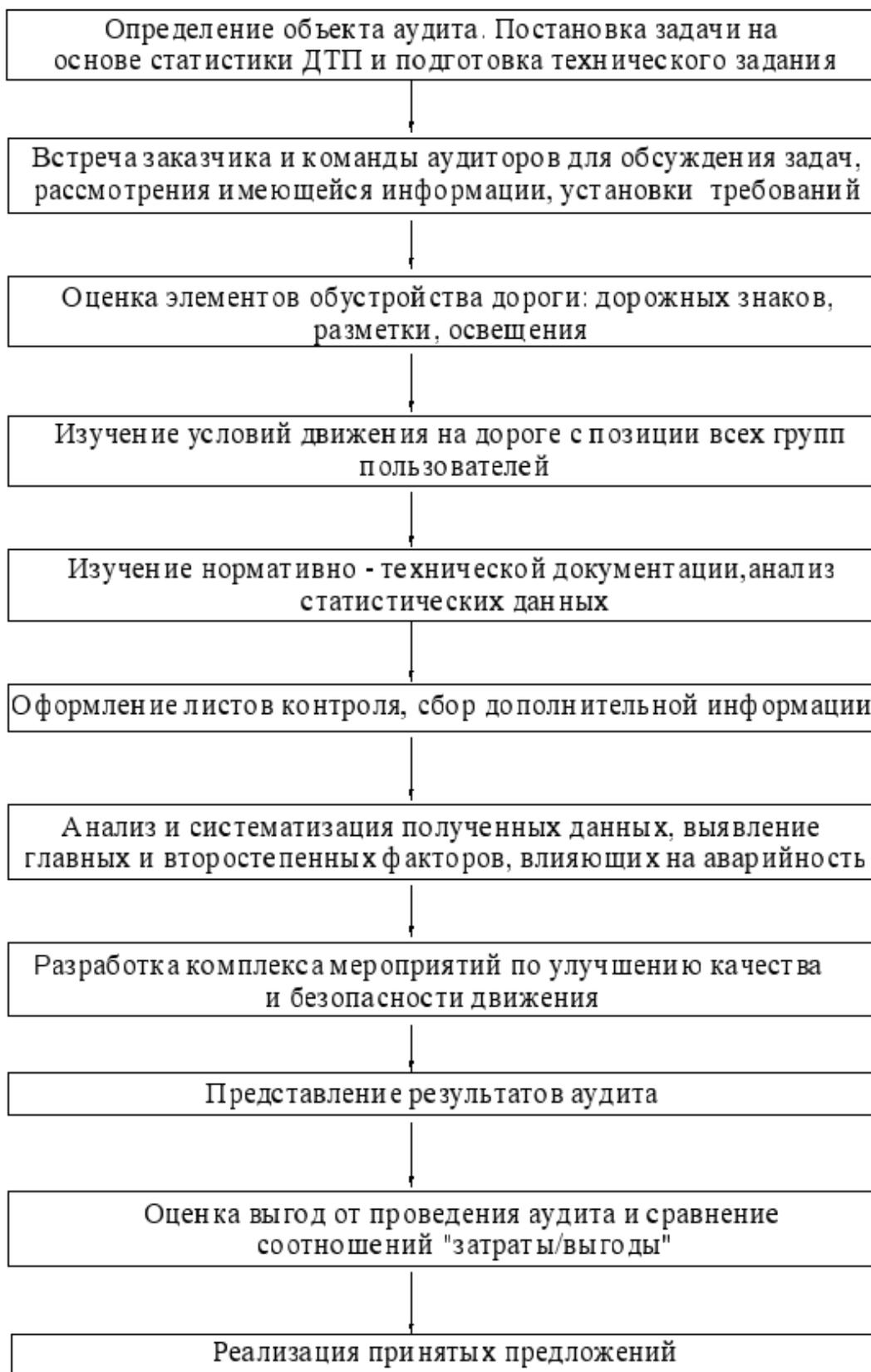


Рис. 3.34. Общий алгоритм проведения аудита безопасности

Для эффективного проведения аудита безопасности движения элементов УДС на стадии эксплуатации дорог необходимо руководствоваться следующими общими требованиями:

1. Основные задачи аудита – выявление и устранение неудовлетворительных дорожных условий, способствующих созданию конфликтных ситуаций, приводящих к ДТП.

2. При обследовании необходимо вести фото- и видеофиксацию на объекте обследования для разработки предложений по снижению вероятности возникновения ДТП (минимизации рисков).

3. При проведении аудита контролируется соблюдение требований:

- нормативно-технических документов в области ОБДД;
- к скоростному режиму движения автомобилей с учетом категории дороги и погоднo-климатических особенностей региона (учитываются особенности содержания и ремонта дороги в разных климатических зонах);
- соответствия фактических условий эксплуатации дороги его первоначальному проекту (оценка геометрических параметров дороги, инженерного обустройства);
- эксплуатационных сроков и периодичности выполнения работ по содержанию и ремонту дорог (контроль качества выполнения работ по содержанию дороги и мониторинга ее эксплуатационного состояния).

4. Состав и объемы работ по аудиту на стадии эксплуатации дороги определяются программой работ на основе технического задания заказчика.

5. Приоритетность проведения аудита БД определяется на основе показателей анализа аварийности и эксплуатационных характеристик дороги (транспортная задержка, скорость движения, пропускная способность).

6. В ходе работы команда аудиторов заполняет контрольные листы для каждого из объектов аудита, содержащие перечень вопросов, связанных с безопасностью движения, на основании которых обеспечивается систематизированный сбор информации для анализа и подготовки мероприятий по снижению влияния факторов опасности. Перечень вопросов в листах контроля может варьироваться и дополняться в зависимости от фактической дорожно-транспортной ситуации на объекте аудита.

7. По итогам аудита заказчику должно быть представлено сформированное заключение, содержащее выводы об общем уровне БД дороги и предложения аудиторов по обеспечению БД.

### **Методические указания к выполнению работы**

Цель работы: проведение аудита безопасности движения на участках улично-дорожной сети.

Техническое обеспечение: секундомер, канцелярские принадлежности (миллиметровая бумага формата А3, линейка, карандаши), измерительное колесо.

Задания к лабораторной работе:

1. Составить линейную схему и характеристику объекта обследования.
2. Провести аудит безопасности движения на участке обследования.
3. Оформить результаты аудита безопасности движения на участке обследования.
4. Сформулировать выводы.

#### ВАРИАНТ 1.

Объект обследования – участок магистральной улицы протяженностью 500 м.

#### ВАРИАНТ 2.

Объект обследования – пешеходный переход, расположенный вблизи ОП ГПТ.

### **Рекомендации к выполнению лабораторной работы**

При выполнении задания 1 следует использовать электронную карту ДубльГИС. Линейная схема участка обследования должна отражать все установленные технические средства регулирования движения (дорожные знаки, дорожная разметка, ограждения и т.д.).

При проведении аудита безопасности движения на участках обследования необходимо соблюдать требования безопасности дорожного движения, установленные ПДД РФ.

Аудит БДД проводится органолептическим методом, после которого необходимо заполнить контрольный чек-лист [7], примеры таких листов приведены (табл. 3.23 – 3.24). По согласованию с преподавателем в чек-лист могут быть добавлены пункты контроля, необходимость которых может быть обусловлена сложностью (специфичностью) объекта обследования. При заполнении графы «Примечание» необходимо использовать соответствующую нормативно-техническую литературу и указывать, на основании какого положения выявлены несоответствия.

По результатам аудита БДД на объекте обследования необходимо сформировать предложения, способствующие уменьшению влияния выявленных факторов опасности, несоответствий требованиям нормативно-технической литературы.

**Пример оформления листа контроля аудита безопасности движения  
на магистральной улице**

Элементы	Да	Нет	Приме- чание
<i>Скорость</i>			
Является ли фактическая скорость движения ТС на дороге безопасной?			
Существует ли потребность ограничения скорости движения на перегоне/ подходах?			
<i>Полосы движения</i>			
Достаточна ли ширина полос движения?			
Четко ли обозначены границы полос движения?			
<i>Состояние покрытия</i>			
Имеются ли на покрытии дефекты, ямы?			
<i>Состояние придорожной полосы</i>			
Удовлетворительно ли состояние элементов обустройства ТСРД?			
Имеются ли на дорожном обустройстве следы наезда ТС?			
<i>Расстояние видимости</i>			
Имеются ли на кривой объекты, ухудшающие видимость дороги в плане?			
<i>Возможности для обгона</i>			
Существуют ли на участке возможности для обгона?			
Предусмотрены ли знаки для исключения обгонов, если они запрещены?			
<i>Предупреждающее дорожное обустройство</i>			
Высока ли вероятность наезда на дорожный знак/ограждение?			
<i>Дорожная разметка</i>			
Адекватно ли качество дорожной разметки?			
<i>Пешеходные переходы</i>			
Соответствует ли расположение пешеходных переходов потребностям пешеходов и велосипедистов?			
Хорошо ли заметны знаки и разметки пешеходного перехода для водителей?			
Не является ли время ожидания на переходе слишком большим для пешеходов?			
Есть ли необходимость в устройстве островков безопасности для пешеходов?			
Имеются ли участки, неудовлетворительное состояние которых вынуждает пешеходов выходить на ПЧ?			

**Пример оформления листа контроля аудита безопасности движения  
на ОП ГПТ**

Описательная характеристика	Да	Нет	Примечания
Требуется ли расширение пешеходного перехода для пропуска имеющихся пешеходных потоков?			
Есть ли необходимость в выделении на проезжей части островка безопасности для пешеходов?			
Является ли данный пешеходный переход местом концентрации ДТП?			
Имеются ли на дорожном покрытии перед переходом просадки, выбоины, волны и другие дефекты?			
Имеет ли покрытие проезжей части колеиность?			
Требуется ли организация искусственной неровности на пешеходном переходе?			
Соответствует ли расположение и размещение дорожных знаков нормативным требованиям?			
Удовлетворительны ли световозвращающие характеристики дорожных знаков?			
Соответствует ли размещение дорожной разметки нормативным требованиям?			
Требуется ли восстановление горизонтальной и вертикальной линий разметки?			
Соответствует ли расположение пешеходных ограждений?			
Есть ли необходимость в обустройстве на переходе светофорного регулирования?			
Соответствует ли принятая фазность работы светофорного объекта для пропуска транспортных и пешеходных потоков?			
Есть ли необходимость в координации работы светофорного объекта со смежными?			
Есть ли какие-либо помехи (деревья, осветительные опоры), расположенные около обочин или тротуаров, ограничивающие видимость пешеходов водителями и автомобилями пешеходами?			
Соответствует ли установленное ограничение скорости движения транспорта условиям видимости?			

***Контрольные вопросы и задания***

1. Что понимается под аудитом безопасности движения?
2. Перечислите виды аудита безопасности движения.
3. Кто может являться заказчиком аудита безопасности движения?
4. Охарактеризуйте общий порядок проведения аудита безопасности движения элементов УДС.
5. Какие основные положительные аспекты аудита безопасности движения можно выделить?

## Библиографический список

1. ГОСТ Р 52289–2019. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2020-04-01 / Федеральное автономное учреждение «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ») // ИС «Техэксперт / АО «Кодекс». – Дата обновления: 25.05.2022.
2. ГОСТ Р 52766–2007. Дороги автомобильные общего пользования элементы обустройства. Общие требования : дата введения 2008-07-01 / Росстандарт. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 36 с.
3. ОДМ 218.2.020–2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог : отраслевой дорожный методический документ : утв. распоряжением Росавтодора от 17.02.2012 № 49 –р : дата введения 2012-// ИС «Техэксперт / АО «Кодекс». – Дата обновления: 25.05.2022.
4. Об утверждении Правил учета дорожно-транспортных происшествий, об изменении и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации : постановление Правительства РФ № 1502 от 19 сентября 2020 г. // ИС «Техэксперт / АО «Кодекс». – Дата обновления: 25.05.2022.
5. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89\*: [утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 декабря 2016 г. N 1034/пр) (с изменениями и дополнениями]: свод правил // «Техэксперт / АО «Кодекс». – Дата обновления: 25.05.2022.
6. Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон № 443-ФЗ : [принят Госуд. думой от 20.12.2017 (с изм. и доп., ред. 11.06.2021] // ИС «Техэксперт / АО «Кодекс».
7. *Бельхер, М.* Практический аудит безопасности дорожного движения /М. Бельхер, С. Проктор, Р. Кук. – 2-е изд. – Москва : ТМС, 2008. – 101 с.
8. *Буга, П. Г.* Организация пешеходного движения в городах : учеб. пособие для вузов / П.Г.Буга, Ю.Д.Шелков. – Москва : Высшая школа, 1980.
9. *Врубель, Ю.А.* Исследования в дорожном движении : учебно-методическое пособие к лабораторным работам для студентов по специальности 1-44 01 02 «Организация дорожного движения»/Ю.А. Врубель. – Минск : БНТУ, 2007. –178 с.
10. *Горев, А.Э.* Организация автомобильных перевозок и безопасность движения : учебное пособие / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – 6-е изд., стер. – Москва : Академия, 2017. – 256 с. – URL: <http://bek.sibadi.org/Mega Pro/Web>. (дата обращения: 25.05.2022).
11. *Гудков, В.А.* Пассажирские автомобильные перевозки : учебник / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2006. – 447 с.
12. *Клинковштейн, Г.И.* Организация дорожного движения : учебник / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – Изд. стер. – Москва : Альянс, 2018. – 247 с.
13. *Кремер, Н.Ш.* Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Н. Ш. Кремер. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ЮНИТИ, 2007. – 551 с.

14. *Лобанов, Е. М.* Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1989. – 240 с.
15. Методы планирования и оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения : монография / Э.В. Дингес. – Москва : МАДИ, 2016. – 140 с.
16. *Петров, В. В.* Математическая модель длительности разъезда очереди автомобилей : депонированная рукопись / В. В. Петров, Р. А. Ахмеджанов ; СибАДИ. – Омск : СибАДИ, 1986. – 3 с. – Деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР 3.09.1986, № 410–АТ.
17. *Пугачев, И. Н.* Организация движения автомобильного транспорта в городе / И. Н. Пугачев. – Хабаровск : Изд-во ТОГУ, 2005. – 196 с.
18. *Храпова, С.М.* Определение уровня загрузки городских регулируемых перекрестков / С.М. Храпова, Ю.А. Рябоконт // Омский научный вестник. – 2006. – № 8(44). – С. 219–221.
19. Организация дорожного движения в городах : методическое пособие / ред. Ю. Д. Шелков. – Изд. стер. – Москва : Альянс, 2018. – 144 с.
20. *Рябоконт, Ю. А.* Практикум по дисциплине «Организация движения» / Ю.А. Рябоконт. – Омск : СибАДИ, 2003. – 91с.

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ИЗОБРАЖЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ  
ПРИ ОФОРМЛЕНИИ СХЕМ ПО ОД**

*Изображение инженерных сетей и сооружений, элементов озеленения  
и благоустройства*

	Кустарник из живой изгороди
	Торговые точки
	Зеленые насаждения общего пользования (газоны)
	Зеленые насаждения (деревья)
	Здание (сооружение) с указанием назначения и количества этажей
	Ограждение территории (забор) с воротами с указанием высоты
	Граница проезжей части, тротуара, обустроенная бордюром (бортовым камнем)
	Граница проезжей части, не отделенная от примыкающей территории бортовым камнем
	Канавы, кювет
	Трамвайные линии, железная дорога
	Люки, колодцы
	Подземный переход
<p>а) </p> <p>б) </p>	Остановочный пункт маршрутного пассажирского транспорта: а) без кармана; б) с заездным карманом
<p>б) </p>	Тротуар, пешеходная дорожка

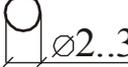
**Изображение технических средств организации дорожного движения на план-схемах элементов УДС, а также направлений движения**

	Движение транспортных средств запрещено
	Направление и траектория движения ТС (разрешено)
	Направление и траектория движения ТС методом просачивания
	Направление и траектория движения пешеходов, регулируемые пешеходным светофором
	Направление и траектория движения пешеходов, регулируемое транспортным светофором
	Направление движения трамвая
	Светофорная установка

*Дорожные знаки:*

	Приоритета
	Предупреждающий
	Запрещающий и предписывающий
	Информационно-указательный

*Способы установки средств регулирования:*

	На консоли
	На стене
	На растяжке
	На проектируемой опоре
	На существующей опоре
	На проектируемой колонке
	На существующей колонке

Светофоры:

Окончание приложения



Транспортный трехсекционный



Пешеходный



Трамвайный

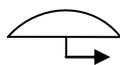


Реверсивный



Пешеходное вызывное табло

Дополнительная секция светофора с указанием направления движения:



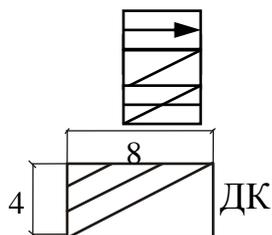
– направо;



– налево;



– прямо.



Зеленый сигнал светофора  
Красный сигнал светофора  
Желтый сигнал светофора  
Красный с желтым сигнал светофора

Дорожный контроллер



Дорожные ограждения первой группы по ГОСТ 52289-2019  
(транспортные, удерживающие)



Дорожные ограждения второй группы по ГОСТ 52289-2019  
(пешеходные, направляющие)