

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Организация и безопасность движения»

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения
по специальности 190702, направлению подготовки 190700

Часть 1

Курган 2012

Кафедра: «Организация и безопасность движения».

Дисциплина: «Организация движения».

Составили: ассистент Н.С. Безотеческих,

канд. техн. наук., доцент Я.А. Борщенко.

Утверждены на заседании кафедры

«30» августа 2012 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«21» ноября 2012 г.

Содержание	
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1	5
Исследование интенсивности движения, с учетом состава транспортного потока. Определение пропускной способности многополосной проезжей части	
2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	10
Оценка скоростного режима движения ТС	
3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	13
Исследование параметров движения пешеходного потока	
4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4	17
Определение задержек транспортных средств на пересечении	
5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5	21
Выбор предела допустимой скорости движения на дорогах и улицах	
6 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	24
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	25

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплины подготовки студентов «Организация движения» и «Организация и безопасность движения» являются основополагающими в ходе профессиональной подготовки студентов специальности 190702, направления 190700. В рамках лабораторных работ студенты закрепляют полученные теоретические знания в рамках изучения данной дисциплины. Наряду с этим студенты изучают на практике основные методики обследования параметров дорожного движения. Помимо обследований, студенты знакомятся и работают с основной технической литературой, применяемой в данной области.

Выполнение лабораторных работ в рамках изучения дисциплины разбито на 2 этапа: весенний 6-й семестр и осенний 7-й семестр. По окончании каждого этапа студент сдает общий отчет по всем проведенным работам в рамках данного этапа.

Порядок расположения материала в отчете рекомендуется следующий:

- наименование работы;
- задание;
- краткое описание проведения работы;
- схема обследования участка УДС;
- таблица наблюдений с результатами измерений и расчетов;
- ответы на контрольные вопросы;
- заключение (приводятся соответствующие выводы по результатам работы).

Отчет о работе выполняется каждым студентом индивидуально, оформляется на одной стороне листа бумаги формата А4 210x297 мм. Для правильного оформления отчета рекомендуется применять документ [4].

Оформленный отчет подлежит защите, допускающей к сдаче дисциплины.

1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Исследование интенсивности движения с учетом состава транспортного потока. Определение пропускной способности многополосной проезжей части.

Цель: Изучить методику обследования интенсивности движения, влияние состава транспортного потока на конечные результаты обследования.

Оборудование: секундомер, рулетка.

Ход выполнения работы

- 1 Определение участка улично-дорожной сети, на котором будет производиться обследование.
- 2 Исследование теоретической части по данной теме обследования.
- 3 Проведение обследования.
- 4 Заполнение отчета (таблицы, графики и т.д.).
- 5 Анализ полученных результатов. Формулирование выводов.

Теоретическая часть

Интенсивность движения (N_d) – число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности чаще принимают: год, месяц, сутки, час; реже – минута, секунда. Период зависит от поставленной цели обследования [1].

На УДС можно выделить отдельные участки и зоны, где движение достигает максимальных размеров, в то время как на других участках оно в несколько раз меньше. Такая пространственная неравномерность отражает прежде всего неравномерность размещения грузо- и пассажирообразующих пунктов и мест их притяжения.

Неравномерность транспортных потоков во времени (в течение года, месяца, суток и даже часа) имеет важнейшее значение в проблеме организации движения [1].

Кривые неравномерности движения позволяют выделить так называемые «часы пик», в которые возникают наиболее сложные задачи организации и регулирования движения.

Термин «час пик» является условным и объясняется лишь тем, что час является основной единицей измерения времени. Продолжительность наибольшей интенсивности движения может быть больше или меньше часа. Поэтому наиболее точным будет понятие *пиковый период*, под которым подразумевают время, в течение которого интенсивность, измеренная по малым отрезкам времени (например, по 15-минутным наблюдениям), превышает среднюю интенсивность периода наиболее оживленного движения.

Временная неравномерность транспортных потоков может быть охарактеризована соответствующим коэффициентом неравномерности K_n . Этот коэффициент может быть вычислен для годовой, суточной и часовой неравномерностей движения. Неравномерность может быть выражена как доля интенсивно-

сти движения, приходящейся на данный отрезок времени, либо как отношение наблюдаемой интенсивности к средней за одинаковые промежутки времени [1].

Одним из важных критериев, характеризующим функционирование путей сообщения, является их пропускная способность. Под *пропускной способностью* дороги понимают максимально возможное число автомобилей, которое может пройти через сечение дороги за единицу времени.

Пропускная способность проезжей части определяется пропускной способностью наиболее узкого ее участка. На пропускную способность влияет скорость движения потока, число полос. Расчет пропускной способности при смешанном по структуре потоке производится в приведенных единицах [1].

Степень использования пропускной способности улицы (дороги) характеризуется отношением приведенной интенсивности потока (N) к пропускной способности проезжей части (P). Это отношение называется *уровнем загрузки проезжей части* движением и находится в пределах $0 \leq z \leq 1$.

Методические указания

Подсчет интенсивности движения производится на участке УДС. Для обследования интенсивности движения на участке УДС необходимо вычертить схему участка, с указанием геометрических размеров (ширина дороги, количество полос) и технических средств организации движения [2] (знаки, разметка и др.).

Проезжающие транспортные средства заносятся в протокол (таблица 1.1)

Таблица 1.1 – Бланк учета транспортных средств

Время наблюдения, мин	Количество транспортных средств по типу, ед					Приведенная интенсивность движения, ед
	легковые	грузовые	автобусы	автопоезда	другие	
15						
30						
45						
60						

- ячейки заполняются в ходе обследования

- ячейки заполняются в результате расчетов

Приведенная интенсивность движения (K_n) определяется отношением [1]:

$$N_{\text{ПР}(t)} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_i, \quad (1.1)$$

где $N_{\text{ПР}(t)}$ - приведенная интенсивность за рассматриваемый промежуток времени, ед/ч; N_i - интенсивность движения соответствующего типа ТС за рассматриваемый промежуток времени, ед/ч; t – время наблюдения, мин; K_i - коэффициент приведения соответствующего типа ТС к легковому автомобилю [3].

После определения неравномерности движения заполняется таблица 1.2.

С целью изучения внутрисуточной пространственной неравномерности движения в рассматриваемом сечении улицы или дороги результаты расчета приведенной интенсивности движения для изучаемых временных интервалов по каждой полосе заносят в таблицу 1.3.

Таблица 1.2 - Состав транспортного потока по направлениям

Тип ТС	Направление			
	Прямое		Обратное	
	Всего	%	Всего	%
Легковые				
Грузовые				
...				
Всего		100		100

Таблица 1.3 – Неравномерность распределения интенсивности по полосам

Интервал наблюдения, мин	Интенсивность движения в прямом (обратном) направлении, ед/ч			
	1 полоса	2 полоса	3 полоса	Итого
15				
30				
45				
60				

После заполнения таблиц 1.2, 1.3 необходимо построить диаграммы по неравномерности состава транспортного потока и распределению его по полосам. Сделать вывод.

Теоретическая пропускная способность одной полосы движения (P_T) определяется по формуле [1]:

$$P_T = \frac{3600 \cdot v}{L_d}, \quad (1.2)$$

где v – скорость движения потока, м/с; L_d – величина динамического габарита, м.

Если использовать основное уравнение движения поезда для расчета тормозных путей переднего и заднего автомобилей для горизонтального участка пути, то формула определения теоретической пропускной способности одной полосы приобретает вид [1]:

$$P_T = \frac{3600 \cdot v}{t_p \cdot v + \frac{v^2}{2g} \cdot \left(\frac{1}{f_k + \frac{Q_T}{Q} \cdot \varphi \pm i} - \frac{1}{f_k + \varphi \pm i} \right) + l_0 + l_a}, \quad (1.3)$$

где g – ускорение свободного падения, $9,8 \text{ м/с}^2$; f_k – коэффициент сопротивления качению, определяется в зависимости от типа дорожного покрытия и механических свойств рабочей поверхности колеса (принимается по таблице 1.4); φ – коэффициент сцепления, зависит от состояния дорожного покрытия, типа покрытия, состояния поверхности колес (принимается по таблице 1.5); $\frac{Q_T}{Q}$ – отношение сцепного веса автомобиля к полному, равно $0,6$; i – продольный уклон, выраженный десятичной дробью и принимаемый со знаком (+) при движении на подъем и со знаком (–) при движении на спуск; ℓ_0 – расстояние безопасности между остановившимися транспортными средствами (принимается равным 2 м); ℓ_a – длина автомобиля (принимается 5 м).

Таблица 1.4 Коэффициент сопротивления качению

Тип дорожного покрытия	Коэффициент f_k
Асфальтобетон и цементобетон	0,01–0,02
Черное щебеночное	0,02–0,025
Белое щебеночное	0,03–0,05
Булыжная мостовая	0,04–0,05

Таблица 1.5 Коэффициент сцепления

Состояние поверхности дороги	Коэффициент φ
Сухое чистое	0,6–0,7
Влажное и грязное	0,3–0,4
Скользкое	0,2–0,3
Обледеневшее	0,1–0,2

При расчетной скорости потока, превышающей 60 км/ч , следует принимать состояние поверхности проезжей части, обеспечивающее коэффициент сцепления $\varphi=0,3$. Пропускная способность многополосной проезжей части (P_M) определяется с учетом распределения транспортных средств по полосам [5]:

$$P_M = P_T \cdot \gamma \cdot \alpha, \quad (1.4)$$

где γ – коэффициент многополосности, принимаемый в зависимости от числа полос движения в одном направлении (n).

При $n = 1$, $\gamma = 1,0$; при $n = 2$, $\gamma = 1,9$; при $n = 3$, $\gamma = 2,7$; при $n = 4$, $\gamma = 3,5$; α – коэффициент, учитывающий снижение пропускной способности за счет светофорного регулирования. Для магистралей скоростного и непрерывного движения коэффициент $\alpha = 1$.

Уровень загрузки:

$$z = \frac{N}{P}. \quad (1.5)$$

При уровне загрузки $z < 0,45$ наблюдается наиболее устойчивое по характеристикам движения состояние потока. Смена полос движения практиче-

ски не ограничена. Чем ближе значение z к 1, тем выше плотность транспортного потока, ниже скорость, сложнее условия движения [1].

Работа в режиме пропускной способности невыгодна во многих отношениях. При уровне загрузки $z \geq 0,8$ наблюдается предельное насыщение потока, движение потока неустойчивое, постоянно образуются заторы, смена полос очень затруднительна, средняя скорость составляет 10–12 км/ч, возрастают транспортные расходы. Эксплуатация улиц при таком уровне загрузки нецелесообразна

Контрольные вопросы

- 1 Что такое интенсивность движения?
- 2 Отличаются ли понятия «*интенсивность движения*» и «*приведенная интенсивность движения*»? Ответ обосновать.
- 3 Что такое коэффициенты приведения?
- 4 С какой целью применяются коэффициенты приведения?
- 5 Что такое неравномерность движения транспортного потока? Зачем введено такое понятие?
- 6 Что такое пропускная способность?
- 7 Для чего применяется коэффициент многополосности?
- 8 Что характеризует уровень загрузки?
- 9 При каком значении уровня загрузки наблюдается наиболее устойчивое по характеристикам движения состояние потока?

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Оценка скоростного режима движения ТС.

Цель: Изучить методику обследования скоростного режима. Определение мгновенных значений скоростей движения.

Оборудование: секундомер, рулетка.

Ход выполнения работы

- 1 Определение участка улично-дорожной сети, на котором будет производиться обследование.
- 2 Исследование теоретической части по данной теме обследования.
- 3 Проведение обследования.
- 4 Заполнение отчета (таблицы, графики и т.д.).
- 5 Анализ полученных результатов. Формулирование выводов.

Теоретическая часть

Скорость движения является важнейшим показателем, так как представляет целевую функцию дорожного движения. Наиболее объективной характеристикой транспортного средства на 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_a , зафиксированными в отдельных типичных сечениях (точках) дороги [1].

Скорость одиночно движущегося автомобиля в пределах его тяговых возможностей в современном дорожном движении определяет водитель, являющийся управляющим звеном в системе ВАДС. Водитель постоянно стремится выбрать наиболее целесообразный режим скорости исходя из двух главных критериев — минимально возможной затраты времени и обеспечения безопасности движения. В каждом случае на выбор скорости водителем оказывают влияние его квалификация, психофизиологическое состояние, цель движения. Так, исследования, проведенные в одинаковых дорожных условиях на одном типе автомобилей, показали, что средняя скорость движения автомобиля у разных водителей высокой квалификации может колебаться в пределах $\pm 10\%$ от среднего значения. У малоопытных водителей эта разница больше.

Опыт показывает, что водитель ведет автомобиль с максимальной скоростью лишь в исключительных случаях и кратковременно, так как это сопряжено с чрезмерно напряженным режимом работы агрегатов автомобиля; кроме того, имеющиеся на дороге даже незначительные подъемы требуют для поддержания стабильной скорости запаса мощности. Поэтому даже при благоприятных дорожных условиях водитель ведет автомобиль с максимальной скоростью длительного движения, или крейсерской скоростью. Крейсерская скорость для большинства автомобилей составляет $(0,75 - 0,85) v_{\max}$.

Однако реальные дорожные условия вносят существенные поправки в фактический диапазон наблюдаемых скоростей движения. Уклоны, криволинейные участки и неровности покрытия дороги вызывают снижение скорости как из-за ограниченности динамических свойств автомобилей, так и главным образом в связи с необходимостью обеспечения их устойчивости на дороге. Эти объективные факторы особенно сказываются на скорости наиболее быстроходных автомобилей. Как показывают наблюдения, фактический диапазон мгновенных скоростей свободного движения автомобилей на горизонтальных участках некоторых магистральных улиц и дорог нашей страны составляет 50 - 120 км/ч, несмотря на установленные Правилами ограничения. Эти цифры не относятся к дорогам, не имеющим надлежащего покрытия или с разрушенным покрытием, где скорость может понизиться до 10 - 15 км/ч.

Существенное влияние на скорость движения оказывают те элементы дорожных условий, которые связаны с особенностями психофизиологического восприятия водителя и уверенностью управления. Здесь вновь необходимо подчеркнуть неразрывность элементов системы ВАДС и решающее влияние водителей на характеристики современного дорожного движения

На фактическую скорость движения автомобилей оказывают влияние многие причины, и особенно существенное — метеорологические условия, а в темное время суток — освещение дороги. Таким образом, скорость свободного движения является случайной и для потока однотипных автомобилей в заданном сечении дороги характеризуется обычно нормальным законом распределения или близким к нему. Для потока однородных автомобилей распределение скоростей свободного движения может иметь существенные отклонения от нормального закона [1].

Методические указания

В ходе выполнения обследования скоростного режима движения регистрируется не менее 200 замеров. Результаты обследования заносятся в журнал учета (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Журнал обследования

Обследуемый участок УДС _____				
Длина зоны обследования _____				
Дата обследования « _____ » _____				20 _____ г.
Время обследования: начало _____ ч _____ мин, окончание _____ ч _____ мин				
№ п.п.	Тип ТС	Время проезда, с	Скорость	
			м/с	км/ч
1	2	3	4	5

- заполняется в ходе обследования

- заполняется в результате расчетов

После заполнения журнала обследования строятся диаграммы от (2) и (4) столбца журнала. При этом диаграммы для разных типов ТС различны. Проанализировать полученные результаты, сделать выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое скорость движения?
- 2 Что такое крейсерская скорость?
- 3 Как влияют дорожные условия на скорость движения?
- 4 Какой закон распределения характеризует скорость свободного движения?

3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Исследование параметров движения пешеходного потока.

Цель: Изучить методику обследования параметров движения пешеходного потока.

Оборудование: секундомер, рулетка.

Ход выполнения работы

- 1 Определение участков, на которых будет производиться обследование.
- 2 Исследование теоретической части по данной теме обследования.
- 3 Проведение обследования.
- 4 Заполнение отчета (таблицы, графики и т.д.).
- 5 Анализ полученных результатов. Формулирование выводов.

Теоретическая часть

К основным показателям, характеризующим пешеходные потоки, относятся их интенсивность, плотность и скорость.

Интенсивность пешеходного потока $N_{пеш}$ колеблется в очень широких пределах в зависимости от функционального назначения улицы или дороги и от расположенных на них объектов притяжения. Особенно высокая интенсивность движения пешеходов наблюдается на главных и торговых улицах крупных городов, а также в зоне транспортных пересадочных узлов (вокзалов, станций метрополитена) [1].

Для пешеходных потоков характерна значительная временная неравномерность в течение суток. Она существенно зависит от функционального значения того или иного участка улицы и расположения на нем объектов притяжения пешеходов. Однако данные для разработки конкретных решений по организации дорожного движения должны быть получены натурными наблюдениями.

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

В зависимости от плотности различают свободное и стесненное движения (свободные и стесненные условия движения).

В свободных условиях ($q_{пеш} > 0,5$ чел./м²) каждый человек в любой момент может изменить скорость и направление своего движения. В стесненных условиях ($q_{пеш} < 0,5$ чел./м²) плотность потока ограничивает свободу и возможность изменять режим движения людей. Наблюдения показывают, что для свободного движения дистанция между движущимися в колонне людьми должна достигать около 2м. Ее можно условно назвать «динамическим габаритом пешехода». Ощутимые помехи наблюдаются уже при 0,7-0,8 чел./м², а при

4-5 чел./м² движение следует считать полностью стесненным. Это предельное значение плотности, при которой поток еще может медленно продолжать движение.

Скорость пешеходного потока $v_{\text{пеш}}$ обусловлена скоростью передвижения пешеходов в потоке. Скорость движения человека спокойным шагом колеблется в среднем в пределах 0,5...1,5 м/с и зависит от возраста и состояния здоровья, цели передвижения, дорожных условий (ровности, продольного уклона и скользкости покрытия), состояния окружающей среды (видимости, осадков, температуры воздуха). Скорость $v_{\text{пеш}}$ на пешеходных переходах через проезжую часть улиц может изменяться в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия примерно в 2,2 раза, от возраста — в 1,7, от длины перехода — в 1,4 раза. Характерно, что на переходах большей длины скорость пешеходов становилась выше. Здесь проявляется психологическое влияние возрастания опасности конфликта с транспортным потоком. Передвижение пешеходов может также характеризоваться показателем, обратным скорости — темпом движения, измеряемым в секундах, деленных на метры (с/м).

На скорость движения людей в условиях интенсивного пешеходного потока существенное влияние оказывает его плотность. Чем выше плотность, тем более ощутимы взаимные помехи, что способствует снижению скорости пешеходного потока [1].

Типичные диапазоны скоростей движения пешеходов следующие, м/с:

- движение по тротуару: в свободных условиях 0,7—1,1,
в стесненных условиях 0,5—0,9,
- движение по наземным пешеходным переходам:
при малой плотности движения 1,1—1,5,
при высокой плотности движения 0,6—0,9.

Однако скорость движения людей может быть и значительно выше. Особенно это характерно для мужчин в возрасте 19-35 лет, которые могут при быстром шаге развивать скорость 3,3-3,6 м/с, а при быстром беге до 6-7 м/с. При этом резко увеличивается расстояние, на котором человек может остановиться при обнаружении опасности. Если при движении спокойным шагом это расстояние на сухом покрытии не превышает 1,5 м, то при беге «остановочный путь» возрастает до 3,3-9,0 м. Это обстоятельство создает повышенную опасность.

При организации пешеходных переходов необходимо применять такой показатель, как продолжительность задержек. Задержки можно определить по фактическому времени, потерянному каждым человеком, который вынужден дожидаться возможности перехода, или по среднему значению этого времени, отнесенному к каждому пешеходу, проходящему через данный перекресток.

Организация движения пешеходных потоков предусматривает решение следующих специфических вопросов: обеспечение безопасности движения; назначение оптимальных маршрутов движения основных пешеходных потоков; разобщение транзитных пешеходных потоков с потоками, образованными при заполнении зданий и высвобождении их от людей; создание оптимальных условий (удобств) передвижения людей по коммуникационным путям, выра-

жающееся в обеспечении минимальных затрат времени и энергии; обеспечение удобных и безопасных «контактов» переходов с транспортным путём; рациональная организация остановок, стоянок, станций и вокзалов.

Использование тех или иных методов организации пешеходного движения находится в тесной зависимости от многих факторов, которые можно объединить в пять групп: градостроительные, дорожно-планировочные, дорожно-эксплуатационные, субъективные и экономические [1].

В соответствии с перечисленными факторами и конкретными задачами, мероприятия по организации пешеходного движения можно объединить в три группы: 1. Градостроительные, решающие вопросы рациональной организации архитектурно-пространственной среды; 2. Транспортные, связанные с решением вопросов обеспечения безопасности и организации движения пешеходов и транспорта; 3. Функционально-планировочные, связанные с расчетом коммуникационных путей.

Передвижение людей представляет собой одну из основных функций их жизнедеятельности. Оно определяется местом их работы и жительства. В большинстве своём передвижения людей являются регулярными во времени и имеют относительную пространственно-временную устойчивость. Поток людей подчиняется определённым закономерностям. Выявление этих закономерностей и использование их для создания населению оптимальных условий передвижения в застройке является задачей организаторов движения [1].

Методические указания

Подсчет интенсивности движения производится на участке УДС. Для обследования параметров движения пешеходного потока необходимо вычертить схему участка, с указанием геометрических размеров, технических средств организации движения.

Обследование производится на тротуаре и пешеходном переходе (перекреста в целом). Данные обследования по каждому участку заносятся в журнал обследования (таблицу 3.1) отдельно.

Таблица 3.1 – Журнал обследования пешеходного потока

Обследуемый участок						
Длина зоны обследования						
Дата обследования « »					20	г.
Время обследования: начало			ч	мин, окончание	ч	мин
№ п.п.	Пол (М/Ж)	Возрастная группа	Время появления в зоне обследования	Время прохождения мерного участка	Скорость движения	
1	2	3	4	5	6	

Таблица 3.2 – Возрастные группы пешеходов

№	Возрастная группа
1	До 10 лет
2	10-15 лет
3	16-20 лет
4	21-30 лет
5	31-40 лет
6	41-50 лет
7	Более 50 лет

После заполнения журнала обследования определяется интенсивность движения (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Неравномерность движения пешеходного потока

Параметр	Тротуар _____				Переход _____			
	15 мин	30 мин	45 мин	60 мин	15 мин	30 мин	45 мин	60 мин
Количество пешеходов								
Интенсивность, $N_{пеш}$ чел-ч								

После заполнения таблицы 3.3 строятся диаграммы распределения. Выполняется анализ, делаются выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое интенсивность движения пешеходного потока?
- 2 Что такое плотность пешеходного потока?
- 3 Какое значение плотности характеризует свободное условие движения?
- 4 Что такое скорость движения пешеходного потока?
- 5 Что такое продолжительность задержек?
- 6 Перечислите факторы, влияющие на организацию пешеходного движения.
- 7 На какие группы подразделяются мероприятия по организации движения в соответствии с вышеперечисленными факторами?

4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Определение задержек транспортных средств на пересечении.

Цель: Изучить методы определения задержек ТС на регулируемых и не регулируемых пересечениях.

Оборудование: секундомер, рулетка.

Ход выполнения работы

- 1 Определение участков, на которых будет производиться обследование.
- 2 Исследование теоретической части по данной теме обследования.
- 3 Проведение обследования.
- 4 Заполнение отчета (таблицы, графики и т.д.).
- 5 Анализ полученных результатов. Формулирование выводов.

Теоретическая часть

Задержки на нерегулируемых перекрестках. Движение по главной дороге на нерегулируемых перекрестках (при наличии знаков приоритета) обеспечивается практически без задержек. На второстепенной дороге водитель, не обладающий преимущественным правом проезда, вынужден для дальнейшего движения ожидать появления приемлемого для него интервала времени между транспортными средствами на главной дороге.

В диапазоне минимальных значений приемлемых интервалов находится граничный интервал времени $t_{гр}$, который определяется из условия, что он с одинаковой вероятностью может быть принят или отвергнут водителями. Граничный интервал зависит от многих факторов и прежде всего от вида маневра, который совершает автомобиль, выезжающий на перекресток с второстепенной дороги. По данным исследований, при пересечении двухполосной дороги $t_{гр}$ находится в пределах 6—8 с, при повороте налево - 10—13 с, при повороте направо - 4—7 с [3].

Задержка автомобиля на второстепенной дороге зависит от продолжительности ожидания водителем приемлемого интервала (как минимум $t_{гр}$), продолжительности пребывания в очереди и степени изменения автомобилем скорости движения, обусловленного торможением перед перекрестком.

Составляющие потерь даже при постоянных интенсивностях движения на пересекающихся дорогах изменяются в широких пределах и для каждого автомобиля различны. Учитывая влияние большого числа случайных факторов, по-

тери времени обычно оценивают средней задержкой одного автомобиля t_{Δ} , рассчитываемой при наличии некоторых допущений. В общем виде

$$t_{\Delta} = t_{\Delta 1} - t_{\Delta 2} + t_{\Delta 3}, \quad (4.1)$$

где $t_{\Delta 1}$ - среднее время ожидания приемлемого интервала, с; $t_{\Delta 2}$ и $t_{\Delta 3}$ - средние задержки, связанные соответственно с пребыванием автомобилей в очереди, образующейся на второстепенной дороге, и с торможением автомобиля перед перекрестком, с.

Методы определения $t_{\Delta 1}$ и $t_{\Delta 2}$ рассматриваются в теории транспортных потоков и заключаются в следующем. Среднее время $t_{\Delta 1}$ принимают равным отношению суммарной продолжительности неприемлемых интервалов к числу приемлемых. Средняя задержка зависит от числа автомобилей в очереди перед главной дорогой, которое может быть определено с использованием основных положений теории массового обслуживания, когда примыкающий к перекрестку участок второстепенной дороги можно представить как канал обслуживания с экспоненциальным распределением времени поступления требований и времени обслуживания. Среднюю задержку $t_{\Delta 2}$ определяют как разность между временем, необходимым на торможение перед перекрестком и последующий разгон автомобиля, и временем его движения в свободных условиях (без торможения).

При условии постоянных замедлений и ускорений в процессе изменения скорости и экспоненциального распределения вероятного появления временных интервалов между автомобилями на главной дороге средняя задержка автомобиля на данном направлении второстепенной дороги [3]

$$t_{\Delta} = \frac{e^{N_{\Gamma} t_{\Gamma p}} - N_{\Gamma} t_{\Gamma p} - 1}{N_{\Gamma} - N_{\text{В}} \cdot (e^{N_{\Gamma} t_{\Gamma p}} - N_{\Gamma} t_{\Gamma p} - 1)} + \frac{v_a}{7,2} \cdot \left(\frac{1}{a_{\text{Т}}} + \frac{1}{a_{\text{Р}}} \right), \quad (4.2)$$

где e — основание натурального логарифма; N_{Γ} — интенсивность транспортного потока на главной дороге в обоих направлениях, авт/с; $N_{\text{В}}$ — интенсивность, приходящаяся в среднем на одну полосу второстепенной дороги в рассматриваемом направлении движения, авт/с; $a_{\text{Т}}$ и $a_{\text{Р}}$ — соответственно замедление и ускорение автомобиля (в расчетах можно принять $a_{\text{Т}} = 3 - 4 \text{ м/с}^2$, $a_{\text{Р}} = 1 - 1,5 \text{ м/с}^2$); v_a - скорость автомобиля в свободных условиях, км/ч.

Среднюю задержку автомобиля t_{Δ} на перекрестке в целом определяют как средневзвешенное значение задержек для всех направлений (подходов к перекрестку) второстепенной дороги, рассчитываемых по формуле (4.3) [3]:

$$\bar{t}_{\Delta H} = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{\Delta H j} \cdot N_j)}{\sum_{j=1}^n N_j}, \quad (4.3)$$

где N_j — интенсивность движения на j -м направлении второстепенной дороги, авт/ч; n — число направлений (подходов к перекрестку) второстепенной дороги.

Задержка на регулируемых перекрестках. Она зависит в основном от режима работы светофорной сигнализации и возникает на второстепенной и главной дорогах в силу действия запрещающего сигнала. Как и в предыдущем случае, она оценивается средней задержкой одного автомобиля в рассматриваемом направлении движения.

Эту задержку иногда определяют по приближенной формуле [3]:

$$t_{\Delta p} = \frac{T_{\text{ц}} - t_0}{2}. \quad (4.4)$$

Формула получена на основе предположения, что задержка автомобиля, прибывающего к перекрестку в начале запрещающего сигнала, равна длительности этого сигнала. Если автомобиль прибывает в момент окончания запрещающего сигнала, задержка равна нулю.

Использование формулы (3.24) приводит к ощутимым погрешностям при определении задержки, учитывая, что эта формула справедлива лишь при условии прибытия автомобилей к перекрестку регулярно через постоянные интервалы времени. Это характерно для потоков высокой интенсивности, близкой к пропускной способности дороги. Обычно же для изолированного перекрестка (не имеющего связи с соседним по потоку и управлению) прибытие автомобилей является случайным. Это учитывает формула для определения задержки Ф.Вебстера, получившая широкое распространение в практике управления дорожным движением [3]:

$$t_{\Delta p} = \frac{T_{\text{ц}} \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2N \cdot (1 - x)} - 0,65 \cdot \left(\frac{T_{\text{ц}}}{N^2} \right)^{1/3} \cdot x^{2+5 \cdot \lambda}, \quad (4.5)$$

где λ — отношение длительности разрешающего сигнала к циклу ($\lambda = t_0 / T_{\text{ц}}$); N — интенсивность движения транспортных средств в рассматриваемом направлении, ед/с.

Первая составляющая формулы (4.5) позволяет определить задержку при регулярном прибытии автомобилей к перекрестку. При полностью насыщенной фазе ($x=1$) она после простейших преобразований превращается в формулу (4.4).

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. Она позволяет учесть погрешность при расчете задержки по первым двум составляющим формулы (4.5) по сравнению с ее значением, определенным экспериментально. В среднем эта погрешность составляет 10 %, поэтому для практических расчетов обычно применяют упрощенную формулу [3]:

$$t_{\Delta p} = 0,9 \cdot \left[\frac{T_{ц} \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - \lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2N \cdot (1 - x)} \right]. \quad (4.6)$$

Естественно, при машинных методах расчета задержки лучше использовать формулу (3.25). Она дает более точные результаты.

В целом для регулируемого перекрестка средневзвешенную задержку $\bar{t}_{\Delta p}$ определяют так же, как и для нерегулируемого, с той лишь разницей, что учитывают все направления не только второстепенной, но и главной дороги.

Методические указания

- 1 Выбор перекрестка (регулируемого или нерегулируемого) согласовывается с преподавателем.
- 2 Определив перекресток, необходимо определить параметры, необходимые для расчета (для разных типов перекрестков разные).
- 3 Составить схему перекрестка в масштабе, с указанием всех ТСОД (знаки, разметка, светофорные объекты и т.д.).
- 4 Рассчитать задержку транспортного потока.
- 5 Определить средневзвешенную задержку.
- 6 Составить схему перекрестка с указанием задержек по направлениям и средневзвешенной задержки.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое $t_{гр}$?
- 2 В каких пределах изменяется $t_{гр}$?
- 3 Как определяется задержка ТС на нерегулируемом перекрестке?
- 4 Как определяется задержка ТС на регулируемом перекрестке?
- 5 Как определить средневзвешенную задержку?

5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Выбор предела допустимой скорости движения на дорогах и улицах.

Цель: Изучить методику введения местного ограничения скорости на участке УДС.

Ход выполнения работы

- 1 Определение участков, на которых будет производиться обследование
- 2 Исследование теоретической части по данной теме обследования.
- 3 Проведение обследования.
- 4 Заполнение отчета (таблицы, графики и т.д.).
- 5 Анализ полученных результатов. Формулирование выводов.

Теоретическая часть

Ограничение скорости на автомобильных дорогах является эффективной мерой, способствующей не только повышению безопасности движения, но и снижению расхода топлива. Ограничение скорости может быть общим или местным.

Общее ограничение скорости вводится на всей дорожной сети страны с учетом дорог, интенсивности и состава движения, типов транспортных средств, квалификации водителей. Местное ограничение распространяется на отдельные участки дорог (с кривыми в плане малого радиуса, недостаточной видимостью, спусками, скользким покрытием, узкой проезжей частью и т.д.)

Местные пределы скорости обозначаются следующими дорожными знаками:

- ограничение максимальной скорости (знак 3.24);
- ограничение минимальной скорости (знак 4.7);
- рекомендуемая скорость (знак 5.18).

В качестве основных критериев при введении общего ограничения скорости используются:

- количество и тяжесть последствий ДТП;
- технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта (скорость сообщения, расход топлива), распределение скоростей транспортного потока на дорогах.

После того как критерии ввода ограничения скорости на участке УДС дали положительный результат, на этом участке вводится местное ограничение скорости. Верхний предел допустимой скорости выбирают посредством измерения скорости не менее 200 автомобилей на открытых и горизонтальных прямых в пределах участка дороги, где предполагается вводить ограничение. Для измерения скорости предпочтительно применять радары и скоростемеры, а также секундомеры.

Методические указания

По данным, полученным в ходе выполнения лабораторной работы №2, необходимо заполнить таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Распределение скоростей движения

Интервал скорости	Количество ТС в интервале		
	ТС, ед.	% от N	% от N нарастающим итогом
1	2	3	4
1			
...			
n			
Итого	N	100	100

В графе 1 нужно указать интервалы скорости через каждые 5 км/ч. Первый интервал определяется самым тихоходным ТС в выборке. Для первого интервала начальное значение определяется значением скорости тихоходного ТС, округленной до кратной 5 в меньшую сторону, то есть если скорость самого тихоходного ТС составляет 26 км/ч то начало первого интервала равно соответственно 25. А сам интервал соответствует диапазону 35-30.

Число интервалов зависит от фактической скорости в каждом конкретном случае.

В графу 2 записывают количество автомобилей, скорость которых попадает в один из указанных в графе 1 интервалов. В графе 3 это же количество автомобилей выражено в процентах от общего числа автомобилей.

Графа 4 представляет собой нарастающий итог распределения по скоростям.

По данным, помещенным в графах 1 и 3, строится кривая распределения (рисунок 5.1), а по данным граф 1 и 4 - кривая накопления скоростей (рисунок 5.2), на которую наносятся характерные точки.

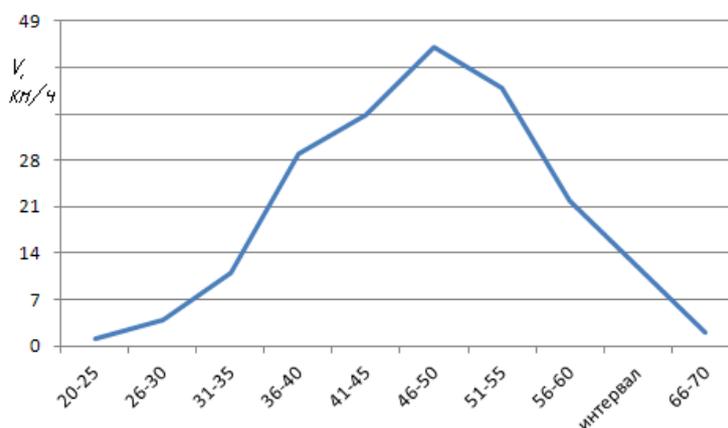


Рисунок 5.1 – Кривая распределения

Кривая распределения показывает, сколько автомобилей движется в указанных интервалах скорости. *Кривая накопления* дает возможность определить количество автомобилей, движущихся со скоростью, менее любой заданной, и строится для того, чтобы знать одну из важных характеристик транспортного потока - скорость, которую не превышает 85% автомобилей на данном участке.

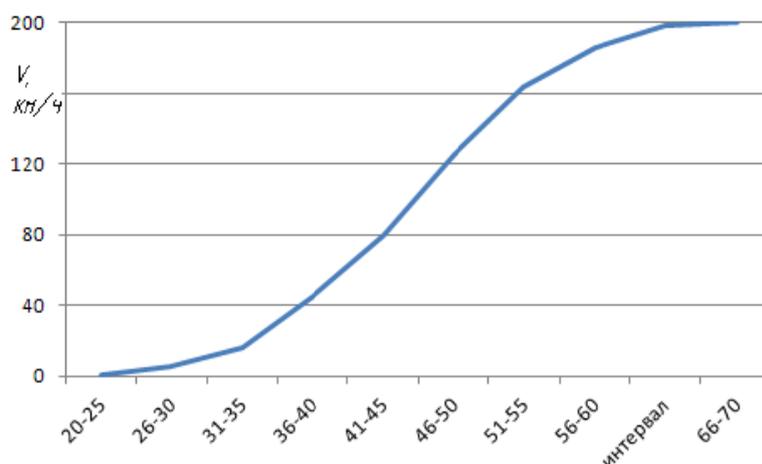


Рисунок 5.2 – Кривая накопления (кумулятивная)

Скорости 15, 50, 85 и 95% обеспеченности являются характерными точками кривой накопления (кумулятивной кривой) ряда распределения значений скоростей.

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

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

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

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

Контрольные вопросы

- 1 Какие виды ограничений скорости существуют? Чем они различаются?
- 2 На какие участки распространяется местное ограничение скорости?
- 3 На какие участки распространяется общее ограничение скорости?
- 4 Какие дорожные знаки обозначают местное ограничение скорости?
- 5 Перечислите основные критерии введения ограничения скорости.
- 6 Что показывает кривая распределения?
- 7 Что показывает кривая накопления?
- 8 Перечислите характерные точки кривой накопления.
- 9 Что характеризует скорость 85% обеспеченности на кривой накопления?

6 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

ПРАВИЛА

техники безопасности при производстве обследования транспортных и пешеходных потоков студентами

1 При проведении натуральных обследований на улично-дорожной сети (транспортных потоков, пешеходопотоков, скоростей движения и т.д.) соблюдать правила поведения пешеходов в соответствии с п. 4. «Правил дорожного движения».

п. 4.1 ПДД. Пешеходы должны двигаться по тротуарам или пешеходным дорожкам, а при их отсутствии — по обочинам.

При отсутствии тротуаров, пешеходных дорожек или обочин, а также в случае невозможности двигаться по ним пешеходы могут двигаться в один ряд по краю проезжей части (на дорогах с разделительной полосой — по внешнему краю проезжей части).

п. 4.3 ПДД. Пешеходы должны пересекать проезжую часть по пешеходным переходам, в том числе по подземным и надземным, а при их отсутствии — на перекрестках по линии тротуаров или обочин.

При отсутствии в зоне видимости перехода или перекрестка разрешается переходить дорогу под прямым углом к краю проезжей части на участках без разделительной полосы и ограждений там, где она хорошо просматривается в обе стороны.

п. 4.4 ПДД. В местах, где движение регулируется, пешеходы должны руководствоваться сигналами регулировщика или пешеходного светофора, а при его отсутствии — транспортного светофора.

п. 4.5 ПДД. На нерегулируемых пешеходных переходах пешеходы могут выходить на проезжую часть после того, как оценят расстояние до приближающихся транспортных средств, их скорость и убедятся, что переход будет для них безопасен. При пересечении проезжей части вне пешеходного перехода пешеходы, кроме того, не должны создавать помех для движения транспортных средств и выходить из-за стоящего транспортного средства или иного препятствия, ограничивающего обзорность, не убедившись в отсутствии приближающихся транспортных средств.

п. 4.6 ПДД. Выйдя на проезжую часть, пешеходы не должны задерживаться или останавливаться, если это не связано с обеспечением безопасности движения. Пешеходы, не успевшие закончить переход, должны остановиться на линии, разделяющей транспортные потоки противоположных направлений. Продолжать переход можно лишь убедившись в безопасности дальнейшего движения и с учетом сигнала светофора (регулировщика).

п. 4.7 ПДД. При приближении транспортных средств с включенным проблесковым маячком синего цвета (синего и красного цветов) и специальным звуковым сигналом пешеходы обязаны воздержаться от перехода проезжей части, а пешеходы, находящиеся на ней, должны незамедлительно освободить проезжую часть.

2 При подсчете транспортных средств находиться на тротуаре или на газоне не ближе 1 м от проезжей части. Не стоять на поребрике! При отсутствии

тротуаров на дороге находиться на внешней кромке обочины или за ее пределами, лицом навстречу движущимся транспортным средствам.

3 Не выходить на проезжую часть.

После разъяснения правил техники безопасности студенты делают отметку в журнале регистрации инструктажей.

Инструктаж по технике безопасности производится перед каждой работой, связанной с обследованием на УДС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Пугачев И.Н. Организация движения автомобильного транспорта в городах: Учебное пособие. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2005. - 196 с.

2 Шабуров В.Н. Требования к оформлению учебных документов: Методические указания к оформлению текстовой части курсовых и дипломных проектов для студентов направления (специальностей) 190600 (190601, 190603). – Курган: РИЦ КГУ, 2007 – 32 с.

3 Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – М.: ИКЦ «Академия», 2005. - 279с.: ил.

4 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах: Отраслевой дорожный методический документ. - М.: Транспорт, 2002. -190 с.

5 Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» (утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2004 г. № 120-ст с изменениями от 8 декабря 2005 г.).

6 Строительные нормы и правила СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» (утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 17.12.1985 №233 с изменениями №5, утвержденными постановлением Госстроя России от 30.06.2003 №132).

Безотеческих Николай Сергеевич

Борщенко Ярослав Анатольевич

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения
по специальности 190702, направлению подготовки 190700

Часть 1

Редактор А.С. Мокина

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 1,75	Уч.-изд. л. 1,75
Заказ	Тираж 50	Цена свободная

Редакционно–издательский центр КГУ.
640669 г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.