

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

Институт Машиностроения и Автомобильного транспорта  
Кафедра Автотранспортная и техносферная безопасность

**Методические указания к выполнению практических работ  
по дисциплине**

**«ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ И В ГОРОДАХ»**

**Направление подготовки** 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

**Программа подготовки:** «Организация и безопасность движения»

**Уровень высшего образования :** бакалавриат

**Форма обучения :** очная

Составитель  
Ф.П. Касаткин

**Владимир 2016 г.**

## **Практическая работа №1**

### **Исследование интенсивности и состава транспортного потока**

**Цель работы.** Изучить методику и получить практические навыки определения интенсивности и состава транспортного потока в реальных условиях дорожного движения

За основную характеристику движения по дорогам принимают общее количество транспортных средств, проходящих через некоторое сечение дороги за единицу времени (сутки, час), называемое *интенсивностью движения*. Интенсивность неодинакова на разных участках дороги и обычно возрастает вблизи от населенных пунктов. Она изменяется по дням недели и в течение суток, резко снижаясь в ночное время,

Загрузку дорог движением обычно оценивают не по максимальной интенсивности, наблюдаемой в отдельные дни и часы, а по среднему значению за год, называемому *среднегодовой суточной интенсивностью движения*. Эта характеристика весьма условна, поскольку в течение достаточно длительных периодов времени фактическая интенсивность движения существенно превышает среднегодовую. Поэтому при резко выраженном сезонном характере перевозок расчет на среднегодовую интенсивность создает напряженные условия движения по дороге в наиболее ответственные для ее работы периоды. На таких дорогах исходят из наибольшей часовой интенсивности движения в двух направлениях, увеличивая среднегодовую интенсивность на поправочный коэффициент. Если в наиболее напряженный месяц в году интенсивность движения более чем в 2 раза превышает среднегодовую, указанный коэффициент принимают равным 1,5.

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

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

Натурные исследования заключаются в фиксации конкретных условий и показателей дорожного движения, происходящего в течение данного периода времени.

Натурные исследования дорожного движения с точки зрения метода получения информации и ее характера подразделяют на две группы:

- 1) изучение на стационарных постах, позволяющее получить многие характеристики и их изменение во времени, однако только в тех отдельных местах УДС, где эти посты были расположены;

2) изучение с помощью подвижных средств, позволяющее получить пространственные и пространственно-временные параметры транспортных потоков.

В курсовом проекте для получения данных используется первая группа методов - изучение на стационарных постах.

Интенсивность транспортного потока (интенсивность движения)  $N_a$  - это число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения и средств измерения.

Состав транспортного потока характеризуется соотношением в нем транспортных средств (ТС) различного типа. Этот показатель оказывает значительное влияние на все параметры дорожного движения.

Расчет интенсивности проводится отдельно по каждому направлению движения. На заданном участке УДС необходимо посчитать количество транспортных средств, проходящих через контрольные точки. Подсчет проводится три раза в сутки в следующие интервалы времени: 8.00-9.00, 12.00-13.00, 17.00-18.00. Учет движения ведется на бланке специальной формы (табл. 2.1.).

Загрузку дорог движением обычно оценивают не по максимальной интенсивности, наблюдаемой в отдельные дни и часы, а по среднему значению за год, называемому *среднегодовой суточной интенсивностью движения*. Эта характеристика весьма условна, поскольку в течение достаточно длительных периодов времени фактическая интенсивность движения существенно превышает среднегодовую. Поэтому при резко выраженном сезонном характере перевозок расчет на среднегодовую интенсивность создает напряженные условия движения по дороге в наиболее ответственные для ее работы периоды. На таких дорогах исходят из наибольшей часовой интенсивности движения в двух направлениях, увеличивая среднегодовую интенсивность на поправочный коэффициент. Если в наиболее напряженный месяц в году интенсивность движения более чем в 2 раза превышает среднегодовую, указанный коэффициент принимают равным 1,5.

Обычно при оценке условий работы дороги интенсивность движения выражают в фактическом количестве проходящих автомобилей, суммируя автомобили независимо от их типов. В этом есть большая условность, так проезд по дороге с малой скоростью нескольких автопоездов с тяжелыми прицепами не эквивалентен проезду равного числа легковых автомобилей. Поэтому для характеристики количества автомобилей, которое дорога может

пропустить, фактическую интенсивность движения иногда пересчитывают на эквивалентное количество легковых автомобилей, которые могли бы проехать по участку дороги за время проезда грузовых автомобилей, автобусов или автопоездов. Для этого вводят *коэффициенты приведения*, на которые умножают число автомобилей каждого типа:

I. Легковые автомобили, микроавтобусы и грузовые полной массой до 3,5 т. ....	1,0
II. Мотоциклы.....	0,5
III. Грузовые автомобили, разрешенной массой до 12 т. ....	2
IV Грузовые автомобили, разрешенной массой более 12 т. , автобусы.....	2,5.
V. Троллейбусы.....	3,0
VI Автопоезда.....	4,0

Фактическую интенсивность движения по дорогам устанавливают путем учета движения - наблюдений, проводимых систематически в разное время года и в разные часы суток на характерных участках маршрута. Для этой цели применяют закладываемые в дорогу счетчики, автоматически фиксирующие проезжающие автомобили, направление и скорость движения, а также их расположение по ширине проезжей части. Однако на большей части дорог России пока еще учет движения проводят несколько раз в году наблюдатели. Результаты учета движения оформляют в виде графиков среднесуточных режимов движения или эпюр грузонапряженности дороги.

На разветвленной сети дорог (например в городе) интенсивность движения удобнее определять не в сечениях дороги, а на перекрестках (транспортных узлах). При этом в зависимости от конфигурации транспортного узла формируется группа наблюдателей, которые фиксируют входящие транспортные потоки с разделением по типам транспортных средств (легковые, грузовые, автобусы и т.п.) и по направлениям движения (направо, прямо, налево). Результаты наблюдений позволяют оценить не только общую интенсивность движения по направлениям, но также интенсивность и состав транспортных потоков внутри узла. Такая информация необходима при разработке проектов реконструкции транспортных узлов и оценке уровня организации и безопасности дорожного движения.

Проектирование новых дорог ведут в расчете на интенсивность движения, которая на них будет через 20 лет после окончания разработки проекта. Для этого собирают сведения об объемах перевозок, которые могут быть на проектируемой дороге. Эти сведения должны учитывать перспективы развития народного хозяйства.

## **2.2 Последовательность определения интенсивности и состава ТП**



4	9.00													
	9.15													
3	9.45													
	10.0													
4	9.45													
	10.0													

- в) построить схему транспортного узла с распределением транспортных потоков, нанести значения интенсивностей на схему транспортного узла (см. образец на рис. 2.2).

**Затем необходимо произвести расчет интенсивности движения в абсолютных и приведенных единицах**

**Таблица 2.2. Интенсивность движения в транспортном узле (за 1 час)**

Напр ав	Число транспортных средств												Вс его	Экви вале нт
	Легковые			Грузовые			Автобусы			Троллейбусы				
	Нале	Пря	Напрв	Нале	Пря	Напр	Нале	Пря	Напр	Нале	Прям	Напра		
Время:														
1														
2														
4														
Время:														
3														
4														
4														
Всего														
о														

Далее необходимо определить долю каждого типа транспортных средств в общем потоке. Результаты расчетов заносятся в табл. 2.3. Затем необходимо произвести расчет интенсивности движения в приведенных единицах.

**Таблица 2.3 Доля каждого типа транспортных средств в общем потоке**

Тип ТС	Мотоциклы	Легковые	Грузовые до 12т.	Грузовые свыше 12т.	Автопоезда	Автобусы	Всего
Число ТС							

Доля в потоке, %							
---------------------	--	--	--	--	--	--	--

По результатам проведенного обследования необходимо сделать вывод, в котором будут отражены причины неравномерности интенсивности и состава транспортного потока по разным направлениям.

## 2.2. Построение картограммы интенсивности транспортных потоков

На основании расчета приведенной интенсивности на графическом листе формата А4 вычерчивается схема перекрестка, на которую наносится масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков (в приведенных единицах) и условная картограмма (на условной картограмме данные представить в абсолютных единицах с указанием суммарного количества автомобилей и раздельного по типам автомобилей). Пример картограммы приведен на рис. 2.2.

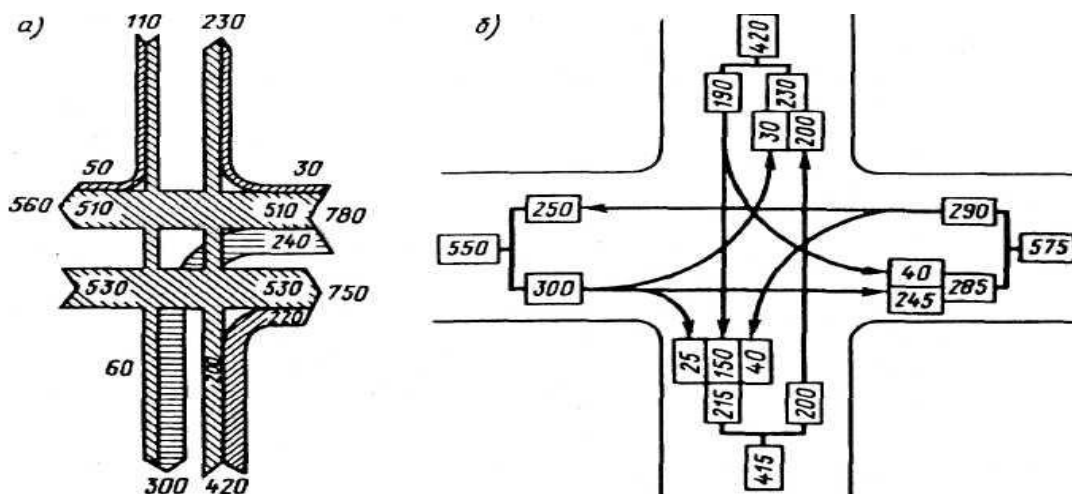


Рис.2.2. Примеры оформления картограмм интенсивности транспортных потоков на пересечении дорог: а – масштабная; б – условная

### Варианты индивидуальных заданий

Каждый студент получает от преподавателя задание по определению характеристик реального объекта УДС, на котором с помощью натуральных с помощью натуральных исследований определяет заданные параметры транспортного потока после чего строятся масштабная и и условная картограммы.

### Содержание отчета

1. Цель работы
2. Общие положения
3. Результаты наблюдений (схема узла, заполненная форма 1)

4. Результаты обработки данных (формы 2;3, картограммы распределения интенсивности транспортного потока)
5. Выводы

#### **Контрольные вопросы :**

1. Понятия «транспортный поток» «интенсивность движения»
2. Коэффициенты приведения, их назначение
3. От каких факторов зависит интенсивность движения
4. Порядок построения масштабной и условной картограмм

### **Практическая работа №2**

#### **Оценка характеристик транспортного потока, построение графика изменения характеристик потока от скорости**

**Цель работы** – изучение теоретических предпосылок к расчету характеристик транспортного потока, получение практических навыков по определению фактических характеристик дорожного движения.

##### **1. Содержание работы**

1. Определение пропускной способности дороги;
2. Определение плотности транспортного потока

##### **2. Теоретические сведения**

*Пропускная способность дороги* - это количество автомобилей, которое может пройти по дороге за определенный отрезок времени. Пропускная способность зависит от скорости движения и степени организации движения.

Различают следующие виды пропускной способности:

*максимальную теоретическую пропускную способность*, определяют по условию обеспечения безопасности движения с применением формул динамической задачи теории движения транспортных потоков для движения колонны однотипных автомобилей в благоприятных дорожных условиях;

*практическую типичную пропускную способность* — наибольшее число автомобилей, которое может быть пропущено участком дороги при фактически складывающихся на ней режимах движения транспортных потоков в благоприятных погодных условиях. В СНиП 2.05.02—85 пропускная способность приводится для средних дорожных условий применительно к смешанному транспортному потоку в различных условиях рельефа и выражается числом автомобилей, приведенным к легковым.

Для определения максимальной пропускной способности воспользуемся упрощенно динамической задачей теории транспортных потоков. Рассмотрим пропускную способность полосы движения, по которой следует с соблюдением постоянных расстояний между однотипными автомобилями. Расстояние между движущимися автомобилями принимается равным дистанции безопасности, равной величине остановочного пути плюс запас, а для определения динамического габарита по длине к дистанции безопасности прибавляется длина автомобиля

$$L_{д} = S_{о} + l_{а} + S_{з},$$

где  $l_{а}$  и  $S_{з}$  - длина автомобиля и величина запаса  $S_{з} = 2-5$  м.

$S_{о}$  – величина остановочного пути - пути, проходимого автомобилем с момента обнаружения препятствия до его остановки (рис. 1).



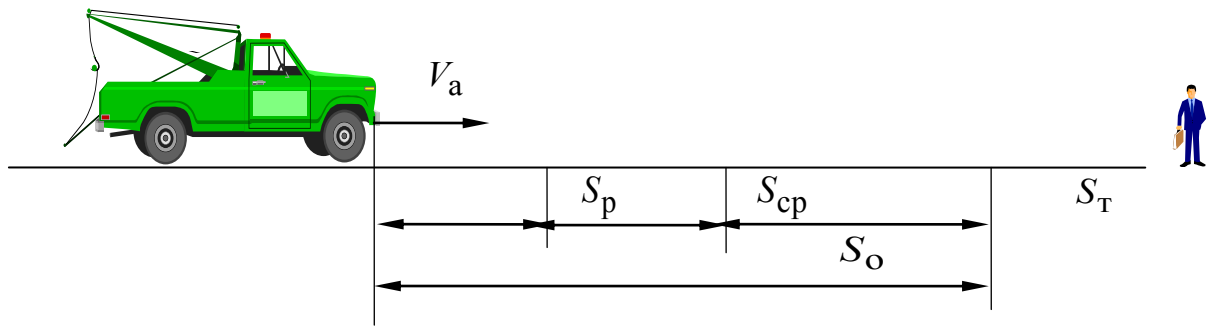


Рис. 1. Схема для определения остановочного пути автомобиля

Величина остановочного пути:

$$S_o = S_p + S_{cp} + S_T.$$

Здесь  $S_p$  – путь автомобиля за время реакции водителя:  $S_p = V_a t_p$ , где  $V_a$  – скорость автомобиля в момент обнаружения препятствия,  $t_p$  – время реакции водителя (время реакции у разных водителей может меняться в достаточно широких пределах от 0,2 до 1,5 с),  $S_{cp}$  – путь, автомобиля за время срабатывания тормозного привода:  $S_{cp} = V_a t_{cp}$ , где  $t_{cp}$  – время срабатывания тормозного привода – зависит от конструкции и технического состояния привода и изменяется в пределах от 0,2 до 0,4 с;  $S_T$  – путь торможения. Величина пути торможения определяется из выражения:

$$S_m = \frac{V_a^2 \cdot K_\varepsilon}{2 \cdot g \cdot (\varphi \pm i)},$$

где  $K_\varepsilon$  – коэффициент эффективности торможения, зависит от конструкции тормозов и массы автомобиля, принимается от 1 до 1,5 – чем больше масса автомобиля, тем больше  $K_\varepsilon$ .

$\varphi$  – коэффициент сцепления изменяется в очень широких пределах и зависит от типа и состояния дорожного покрытия: – сухая асфальтированная поверхность: 0,6 ... 0,7; – мокрый асфальт: 0,4 ... 0,5; – заснеженная дорога: 0,2 ... 0,3; – гололед: 0,05 ... 0,15;

$g$  – ускорение свободного падения;

$i$  – уклон дороги

Так как случай мгновенной остановки впередиидущего автомобиля в практике встречается крайне редко, то часто в расчетах берут уменьшенное значение динамического габарита  $L_{ду}$ , принимая вместо  $S_o$ ,  $S_o / 2$ . При этом предполагается, что при обнаружении опасности водитель впередиидущего автомобиля нажимает на педаль тормоза, сзади загорается стоп-сигнал. Водитель другого автомобиля, видя, что перед ним автомобиль тормозит, так же нажимает на педаль тормоза и они тормозят одновременно, избегая попутного столкновения.

Для определения максимальной пропускной способности необходимо определить временной интервал, через который автомобили будут проходить один за другим через сечение дороги  $t_{np}$ , соблюдая дистанцию безопасности, и, разделив 1 час на найденное время  $t_{np}$ ,

**получим искомую пропускную способность  $N_{max}$ , авт/ч.**

Средняя скорость потока определяется по формуле

$$v = v_0 - \alpha N,$$

где  $v_0$  — скорость движения одиночного автомобиля при отсутствии помех (в расчете принимается как максимальная допустимая скорость движения);  $N$  — интенсивность движения по дороге в одном направлении, авт./ч;  $\alpha$  — коэффициент снижения скорости, который зависит от состава транспортного потока. При 20 % легковых автомобилей  $\alpha = 0,016$ , при 50 % - 0,012 и при 80 % - 0,008. При расчетах данные о составе потока взять из исследований показателей дорожного движения транспортного узла (раздел 1.1)

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

$$q = N/v, \quad (\text{авт./км.})$$

где  $N$  — интенсивность движения, авт./ч;  $v$  — скорость движения, км/ч.

*Практические значения пропускной способности* для типичных дорожных условий (ровная, слегка увлажненная шероховатая поверхность с коэффициентом сцепления 0,6 при обеспечении видимости) в зависимости от категории дороги приведены в табл. 1

Таблица 1. Значения практическая пропускная способность одной полосы

Категория дороги	Средняя практическая пропускная способность одной полосы движения при рельефе, авт./ч		
	равнинном	пересеченном	горном
II	1200	1100	1000
III	1000	900	800
IV	850	800	650
V	650	550	400

На практике дорожные условия не всегда соответствуют типичным. Ввиду этого изменяется и пропускная способность. Учесть дорожные условия на конкретном участке позволяет способ, предложенный проф. В.В. Сильяновым. Способ основан на использовании полученных по данным наблюдений коэффициентов, отражающих влияние дорожных условий на изменение пропускной способности по сравнению с типичными.

Пропускная способность участков, выражаемая в приведенном количестве легковых автомобилей,

$$N_y = N_{пр} \beta_1 \beta_2 \dots \beta_{13},$$

Где  $N_{пр}$  - максимальная практическая пропускная способность;  $\beta_1 - \beta_{13}$  - частные коэффициенты снижения пропускной способности, см. табл. 2:

Таблица 2. Значения частных коэффициентов  $\beta$

Ширина полосы движ, м	3,75	3,5	3,0
$\beta_1$	1	0,96	0.85

Расстояние от кромки ПЧ до препятствия, м	2	1	0,5
$\beta_2$	1	0,9	0,83
К-во автопоездов в составе трансп. потока, %	10	20	30
$\beta_3$	0,93	0,87	0,81
Продольный уклон, %	2	4	6
$\beta_4$	0,92	0,87	0,81
Расстоян. видимости, м	Менее 100	150 – 200	200 – 350
$\beta_5$	0,73	0,90	0,98
Снижение скорости в зоне действия знаков и в насел. пункт, км/ч	60	50	30
$\beta_7$ и $\beta_{13}$	1,0	0,98	0,88
Тип покрытия обочин	Щебень	Засев	Неукрепленн.
$\beta_9$	0,99	0,95	0,9
Тип покрытия	Усовершенствованное		Асфальтобетон
$\beta_{10}$	1,0		0,91
Участки около автобусных остановок	В стороне от дороги		Без отделения от ПЧ
$\beta_{11}$	1,0		0,7
Наличие разметки	Осевая	Разделительная полоса	Отсутствует
$\beta_{12}$	1,02	1,4	0,8

Типичная пропускная способность полосы движения характеризует интенсивность движения при частично связанном режиме транспортного потока с некоторым снижением скорости по сравнению со скоростью одиночных ТС.

В зависимости от интенсивности движения на дороге изменяются количество взаимных помех и режимы движения автомобилей. Чем меньшая предусматривается интенсивность по одной полосе проезжей части дороги при проектировании, тем большие удобства будут обеспечены для участников движения.

Загрузку автомобилями полос движения характеризуют коэффициентом загрузки  $z$ , который представляет собой отношение фактической интенсивности движения к практической типичной пропускной способности полосы движения. Различают четыре характерных состояния транспортного потока (табл. 3)



Таблица 5. Показатели при расчете средней скорости и плотности потока

	$N_{max}$ , авт/ч	$N_{max}^*$ , авт/ч		$N_{max}$ , авт/ч	$N_{max}^*$ , авт/ч
	$V_{ср}$ , км/ч	$V_{ср}$ , км/ч	$V_a$ , км/ч	$q$ , авт/км	$q$ , авт/км
0,4 $N_{max}$			10		
0,6 $N_{max}$			30		
0,8 $N_{max}$			50		
1 $N_{max}$			70		
1,2 $N_{max}$			90		
1,4 $N_{max}$					

### 3. Порядок выполнения работы

В соответствии с приведенной выше методикой определить динамический габарит автомобиля, а также максимальную интенсивность движения, среднюю скорость и плотность транспортного потока для расчетного и уменьшенного динамического габаритов. Построить график изменения пропускной способности, средней скорости и плотности транспортных потоков от скорости движения автомобиля. Определить также пропускную способность участка дороги с учетом частных коэффициентов. Необходимые данные для расчетов взять из табл. 6,7.

Контрольные вопросы

Параметры	Номер варианта (последняя цифра номера по журналу)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$N_{a.c.}$	500	800	1000	1200	600	1500	1700	2000	900	700
$V_a$ , км/ч	75	80	85	90	95	90	85	80	75	95

1. Основные характеристики транспортного потока
2. Что такое пропускная способность дороги
3. Динамический габарит автомобиля
4. Понятие «Плотность транспортного потока»
5. Определение пропускной способности участка дороги

Таблица 6. Исходные данные для расчета

Параметры	Номер варианта (первая цифра номера по журналу)		
	0	1	2
Время срабат. торм,с	0,2	0,25	0,3
Время нараст.давлен, с	0,1	0,2	0,15
Колея, м	2,4	2,0	1,8
Ширина полосы движ, м	3,75	3	3,5
Расстояние от кромки ПЧ до препятствия, м	1	0,5	2
К-во автопоезд. в сост. ТП %	30	20	10
Продольный уклон, %	8; 7; 4	12; 6; 5	10; 16; 7
Число полос движения	2 без разметки		2 с разметкой
Расстоян. видимости, м	100	200	350

Снижение скорости, км/ч	50	30	60
Тип покрытия обочин	Щебень	Засев	Неукрепленные
Тип покрытия	Усовершенствованное		Асфальтобетон
Автобусные остановки	В стороне от дороги		Без отделения от ПЧ

Таблица 7. Исходные данные для расчета

Дорога	Сухая		Мокрая		Заснеженная		Гололед		Загрязненная	
	3 п	5 с	8 п	10 с	12 п	15 с	3 п	5 с	2 п	4 с
Уклон, %										
Время реакции, с	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7
$l_q$ , м	8	7	6	5	9	10	4	4	6	7
$K_3$	1,1	1,15	1,12	1,13	1,11	1,13	1,14	1,2	1,3	1,5

### ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРУЗКИ УЧАСТКА ДОРОГИ

Аварийность на автомобильном транспорте во многом определяется интенсивностью движения и уровнем организации дорожного движения. Фактическая интенсивность движения на дороге  $N_{\phi}$  определяется подсчетом количества автомобилей с учетом коэффициентов приведения, проходящих через сечение дороги в единицу времени (обычно за час).

Пропускная способность автодороги  $P$ , авт./ч, - это максимальное количество автомобилей, которое может пропустить данный участок дороги в единицу времени при условии обеспечения безопасности движения. Различают следующие виды пропускной способности:

- *теоретическую пропускную способность*, определяют по условию обеспечения безопасности движения с применением формул динамической задачи теории движения транспортных потоков для перемещения колонны однотипных автомобилей в благоприятных дорожных условиях;

- *практическую типичную пропускную способность* — это наибольшее число автомобилей, выраженное числом автомобилей, приведенных к легковым, которое может быть пропущено участком дороги при фактически складывающихся на ней режимах движения транспортных потоков в благоприятных погодных условиях.

Пропускная способность может быть определена аналитически. Для ее определения воспользуемся динамической задачей теории транспортных потоков. Рассмотрим пропускную способность полосы движения, по которой следуют однотипные автомобили с соблюдением постоянных расстояний между ними. Расстояние между движущимися автомобилями принимается равным дистанции безопасности, включающей величину остановочного пути плюс запас.

Определяем динамический габарит по длине автомобиля  $L_d$ , прибавив к дистанции безопасности длину автомобиля  $l_a$ :

$$L_d = S_0 + l_a + S_3,$$

где  $l_a$  и  $S_3$  - длина автомобиля и величина запаса  $S_3 = 2-5$  м.

$S_0$  - величина остановочного пути - пути, проходимого автомобилем с момента обнаружения препятствия до его остановки (рис. 1).

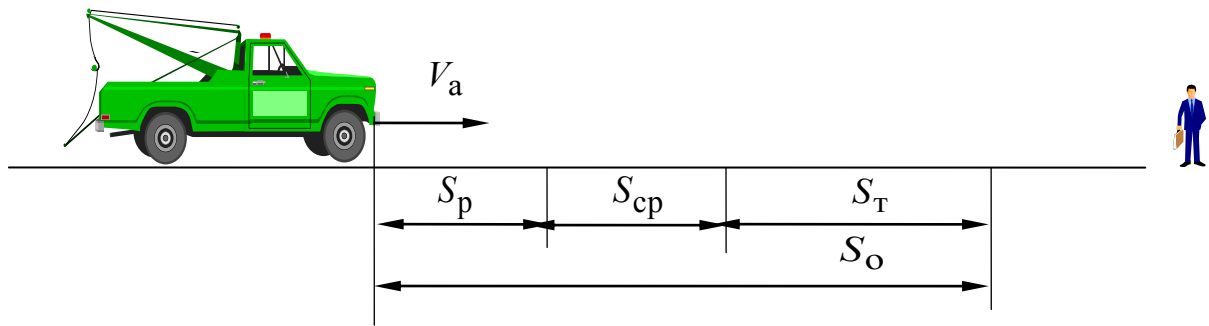


Рис. 1. Схема для определения остановочного пути автомобиля

Величина остановочного пути:

$$S_o = S_p + S_{cp} + S_T.$$

Здесь  $S_p$  – путь автомобиля за время реакции водителя:  $S_p = V_a t_p$ , где  $V_a$  – скорость автомобиля в момент обнаружения препятствия,  $t_p$  – время реакции водителя (время реакции у разных водителей может меняться в достаточно широких пределах от 0,2 до 1,5 с),  $S_{cp}$  – путь, автомобиля за время срабатывания тормозного привода:  $S_{cp} = V_a t_{cp}$ , где  $t_{cp}$  – время срабатывания тормозного привода – зависит от конструкции и технического состояния привода и изменяется в пределах от 0,2 до 0,4 с;  $S_T$  – путь торможения. Величина пути торможения определяется из выражения:

$$S_m = \frac{V_a^2 \cdot K_{\varepsilon}}{2 \cdot g \cdot (\varphi \pm i)},$$

где  $K_{\varepsilon}$  – коэффициент эффективности торможения, зависит от конструкции тормозов и массы автомобиля, принимается от 1,05 до 1,5 – чем больше масса автомобиля, тем больше  $K_{\varepsilon}$ .

$\varphi$  – коэффициент сцепления изменяется в широких пределах и зависит от характеристик шин, типа и состояния дорожного покрытия: – сухая асфальтированная поверхность  $\varphi = 0,6 \dots 0,7$ ; – мокрый асфальт - 0,4 ... 0,5; – заснеженная дорога - 0,2 ... 0,3; – гололед - 0,05 ... 0,15;  $g$  – ускорение свободного падения;  $i$  – уклон дороги.

Так как случай мгновенной остановки впереди идущего автомобиля в практике встречается крайне редко, то часто в расчетах берут уменьшенное значение динамического габарита

$L_{ду}$ , принимая в формуле расчета  $L_d$  вместо  $S_o$ ,  $S_o / 2$ . При этом предполагается, что при обнаружении опасности водитель впереди идущего автомобиля нажимает на педаль тормоза, сзади загорается стоп-сигнал. Водитель следующего за ним автомобиля, видя, что перед ним автомобиль тормозит, так же нажимает на педаль тормоза и они тормозят одновременно, избегая попутного столкновения.

Для определения пропускной способности необходимо определить временной интервал  $t_{бу}$ , через который автомобили будут проходить один за другим через сечение дороги, соблюдая дистанцию безопасности:

$$t_{\text{вн}} = L_{\text{ду}} / V_{\text{а}}, \text{ с.}$$

и, разделив 1 час на найденный временной интервал  $t_{\text{вн}}$ , получим искомую пропускную способность,  $P_{\text{max}}$  авт/ч.:

$$P_{\text{max}} = 3600 / t_{\text{вн}}, \text{ авт/ч.}$$

На практике дорожные условия не всегда соответствуют типичным, для определения *практической пропускной способности*  $P_{\text{пр}}$  воспользуемся способом, предложенным проф. В.В. Сильяновым. Способ основан на использовании полученных по данным статистических исследований коэффициентов, отражающих влияние дорожных условий на изменение пропускной способности по сравнению с типичными.

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{max}}$$

$$N_{\text{у}} = N_{\text{пр}} \beta_1 \beta_2 \dots \beta_{13},$$

Где  $\beta_1 - \beta_{13}$  - частные коэффициенты снижения пропускной способности, отражающие влияние дорожных условий на ее величину; значения коэффициентов приводятся в технической литературе.

При разработке мероприятий по улучшению организации дорожного движения на рассматриваемом участке улично-дорожной сети необходимо провести оценку фактической интенсивности движения по полосам в «часы пик», сравнить ее с практической пропускной способностью  $P_{\text{пр}}$  рассматриваемого участка и в местах, где фактическая интенсивность превышает величину  $P_{\text{пр}}$ , разработать мероприятия по ее повышению. В противном случае, как правило, возникают заторовые явления, резко снижется интенсивность движения и увеличивается вероятность ДТП.

Более жесткая оценка степени загрузки реальных дорог (или отдельных полос проезжей части) проводится с использованием коэффициента загрузки  $Z$ , равного отношению существующей интенсивности движения  $N_{\text{ф}}$  к практической пропускной способности  $P_{\text{пр}}$ , т.е.  $Z = N_{\text{ф}}/P_{\text{пр}}$ . Этот коэффициент также называют уровнем загрузки дороги (полосы) транспортным потоком.

При величине уровня загрузки дороги  $Z$  более 0,65 – 0,75 назначаются мероприятия по повышению ее пропускной способности.

### Практическая работа №3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ВЕЛИЧИНУ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ СКОРОСТЕЙ АВТОМОБИЛЯ

*Цель работы:* изучение факторов, непосредственно влияющих на величину максимально допустимых скоростей движения автомобиля на прямолинейных участках дороги и на поворотах; обучение методам установления предельных скоростей движения в заданных условиях.

### 1. Содержание работы

1. Изучение основных теоретических положений по выбору предельных скоростей.
2. Опасности, возникающие с увеличением скорости движения.
3. Теоретические закономерности выбора критических скоростей.
4. Определение величины критической скорости в заданных условиях и анализ факторов, влияющих на выбор скорости.

### 2. Теоретические сведения по определению критической скорости автомобиля



Стремление максимально использовать скоростные качества автомобиля естественно. Производительность автотранспорта находится в прямой зависимости от скорости движения. Создание условий, при которых все автотранспортные средства страны могли бы двигаться с более высокой скоростью, давало бы значительное улучшение показателей, характеризующих экономию материальных и трудовых ресурсов. Так, например, увеличение средней скорости движения грузовых автомобилей, равной 21,1 км/ч, на 3 ... 4 км/ч равносильно увеличению парка грузовиков в стране на 250 ... 300 тыс. единиц.

Увеличение скорости приводит к снижению значения коэффициента сцепления  $\phi$  и увеличению коэффициента сопротивления качению колес  $f$ , тем самым сужается диапазон изменения управляемых водителем реакций и создаются предпосылки к пробуксовке, продольному и боковому скольжению колес автомобиля.

Увеличение скорости влечет за собой рост тормозного пути, центробежной силы в квадратической зависимости, ухудшение устойчивости и управляемости автомобиля, ограничение всех видов его информативности. При большей скорости возрастает степень опасности при взаимодействии водителя с другими участниками движения (при обгоне, встречном разезде, в плотных транспортных потоках, ночью и т.п.).

Для предупреждения наезда на перекрестке, столкновения, заноса, опрокидывания и тому подобное водитель чаще всего вынужден снижать скорость вплоть до остановки или изменять направление движения автомобиля. Выполнение этих маневров потребует тем большего времени и протяженности пути, чем выше исходная скорость автомобиля. Таким образом, естественному стремлению водителей двигаться с возможно более высокой скоростью противостоит опасность совершения ДТП. Водитель лишается возможности контролировать движение автомобиля и управлять им, если не сумеет или не пожелает двигаться со скоростью, при которой он будет располагать необходимым временем для оценки дорожной обстановки, принятия и реализации предупреждающего опасные последствия решения.

Технической причиной ДТП может быть плохая устойчивость автомобиля, проявляющаяся в произвольном изменении направления движения, скольжении шин по дороге и опрокидывании. Потеря устойчивости наиболее вероятна на участках дороги со скользким и неровным покрытием и крутыми подъемами. Если тяговая сила станет примерно равной силе сцепления, то даже небольшая поперечная сила может вызвать боковое скольжение ведущих колес на дороге.

При прямолинейном движении автомобиля показателем устойчивости является критическая скорость по условиям буксования ведущих колес  $V_{\text{букс}}$ . Так, при движении по горизонтальной дороге автомобиля с задним ведущим мостом

$$V_{\text{букс}} = \sqrt{\frac{G_a (k\phi + f) - fL}{1 - \phi - f \frac{h_{\text{Ц}}}{W_B}}}$$

для автомобиля с передним ведущим мостом

$$V'_{\text{букс}} = \sqrt{\frac{G_a (k\phi + f) - fL}{1 - \phi - f \frac{h_{\text{Ц}}}{W_B}}}$$

где  $G_a$  – вес автомобиля, Н;  $a$  – расстояние от центра тяжести до переднего моста, м;  $L$  – база автомобиля, м;  $b$  – расстояние от центра тяжести до заднего моста, м;  $W_B$  – фактор обтекаемости,  $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$ , равный произведению коэффициента сопротивления воздуха на лобовую площадь автомобиля  $S$ ,  $\text{м}^2$ .

### 2.1. Оценка показателей устойчивости автомобиля

Под устойчивостью автомобиля понимают его способность противостоять заносу и опрокидыванию. В зависимости от направления скольжения различают продольную и поперечную устойчивость.

Более вероятно нарушение поперечной устойчивости, возникающее в следствие действия боковых сил (центробежной силы, бокового ветра, ударов о неровности дороги).

Для практического определения радиуса поворота дороги  $R_n$  (рис. 7) обычно используют метод хорды. Измеряют расстояние  $AC$ , находят среднюю точку  $D$ . Принимают  $AD = x$ , затем измеряют расстояние от точки до кромки дороги  $DB = y$  и, наконец, вспомнив взаимосвязь между катетами и гипотенузой, определяют  $R_n$ .

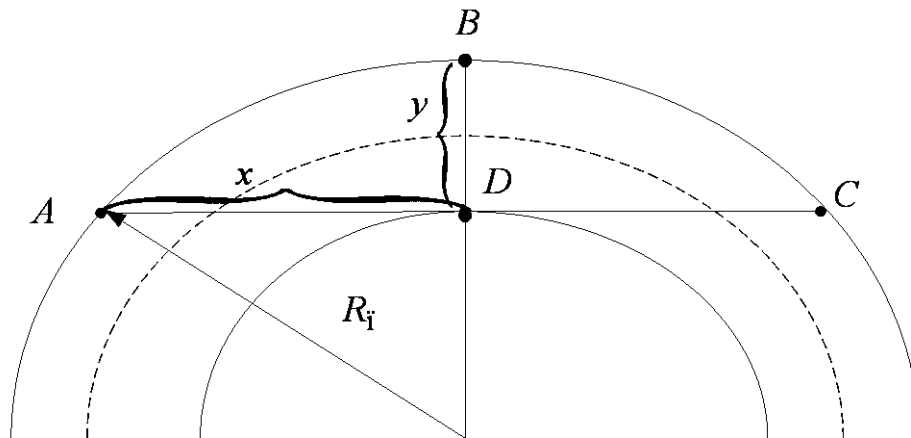


Рис. 7. Определение величины радиуса поворота

Рассмотрим действие центробежной силы при движении автомобиля на повороте радиусом  $R_n$ . Опрокидывание автомобиля может произойти относительно центра опрокидывания  $O$  под действием опрокидывающего момента от центробежной силы  $P_u$  на плече  $h_u$  (рис. 9). Препятствует опрокидыванию момент от силы веса автомобиля  $G_a$  на плече  $B/2$ . В положении неустойчивого равновесия указанные моменты равны. Скорость для данных условий будет максимальной (критической), превышение ее вызовет опрокидывание автомобиля.

$$P_{ub} \cdot h_{ub} = G_a \frac{B}{2};$$

где  $h_u$  - высота центра масс автомобиля;  
 $B$  - колея автомобиля.

Величина центробежной силы определяется из выражения:

$$P_{ц} = \frac{G_a \cdot V_a^2}{g \cdot R_n};$$

определим значение

критической (максимальной) скорости опрокидывания

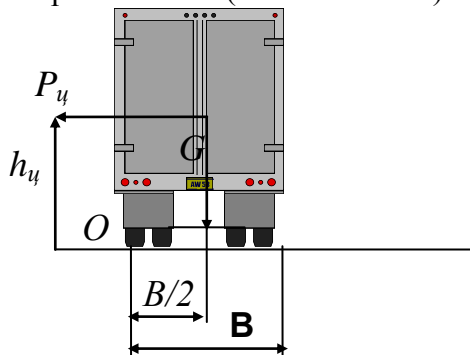


Рис 9. Схема действия сил на повороте радиусом  $R_n$ .

Однако, следует помнить, что под действием центробежной силы вследствие деформации подвески центр масс автомобиля сместится поэтому плечо действия силы веса автомобиля на будет меньше, чем  $B/2$ . Это учитывается введением коэффициента деформации,  $K_\delta = 0,9 \div 0,95$ .

Под действием центробежной силы кроме опрокидывания может произойти занос. Препятствует заносу сила сцепления колес с дорогой. В положении неустойчивого равновесия эти силы равны. Аналогично предыдущему расчету составить схему сил, действующих при заносе и определить величину критической скорости заноса  $V_{кр.з}$ , составив уравнение равенства сил в положении неустойчивого равновесия.

При движении автомобиля под действием тяговых или тормозных сил в контактах шин с дорогой действуют значительные продольные реакции и для поперечной устойчивости может быть использована только часть сцепления. Соответственно снижается и критическая скорость заноса, величина которой определяется из выражения:

$$V_{кр.з} = \sqrt{gR_{\Pi} (\phi^2 - K^2)},$$

где  $K$  – коэффициент тормозной (или тяговой) силы, равный отношению тормозной или тяговой силы к весу, приходящемуся на колеса. При полной блокировке колеса  $K = \phi$  и опасность возникновения заноса становится реальной. Поэтому на поворотах опасно тормозить или увеличивать скорость движения.

Из полученных двух значений  $V_{кр}$  взять меньшее, допустимую скорость на повороте принять  $0,94 - 0,956$  от критической.

### 3. Порядок выполнения работы

1. В соответствии с указанным преподавателем номером варианта исходных данных (см. табл. I, II) рассчитать:

- критическую скорость буксования  $V_{кр.букс}$  ;
- величину радиуса поворота  $R_{\Pi}$  ;
- величину критической скорости опрокидывания  $V_{кр.опр}$  .
- величину критической скорости заноса  $V_{кр.з}$  , предварительно построив схему сил, действующих при заносе;

- величину  $V_{кр.з}$ , при действии тяговых или тормозных сил

1. Определить допустимую скорость автомобиля на повороте для заданных условий.
2. Изменяя последовательно один из факторов при неизменных остальных, взятых в соответствии с табл. I и II построить зависимости величин критических скоростей от названных факторов:
  - радиус поворота  $R_{п}$  в пределах от 500 до 200 с интервалом 50 м;
  - высоту центра масс  $h_{ц}$  в пределах от 0,8 до 1,6 с интервалом 0,2 м;
  - коэффициент сцепления  $\varphi$  в пределах от 0,1 до 0,7 с интервалом 0,2;
  - колею автомобиля  $B$  в пределах от 1,6 до 2,4 с интервалом 0,2 м.
4. Построить зависимость  $V_{кр.з}$  от действия тормозной (или тяговой) силы, приняв  $K$

равным 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 от  $\varphi$ .

5. Провести анализ полученных зависимостей, сделать выводы по лабораторной работе.

#### 4. Содержание отчета

В отчете привести основные теоретические сведения по способам предотвращения наезда, привести схему действия сил, вывод формул  $V_{кр.з}$  и  $V_{кр.опр}$ , привести их расчет, построить необходимые графики и таблицы, сделать выводы по работе.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Опасности, вызываемые увеличением скорости движения.
2. Факторы, вызывающие потерю устойчивости автомобиля при прямолинейном и криволинейном движении.
3. Как определяются критические скорости автомобиля?
4. Влияние тяговой и тормозной сил на величину критической скорости.
5. Влияние уклона дороги на критические скорости.

## Определение скоростей движения ТС на участке существующей УДС, выбор пределов допустимой скорости

**Цель работы.** Изучить методику и получить практические навыки определения скоростей движения и выбор предела допустимой скорости интенсивности и состава транспортного потока в реальных условиях дорожного движения

### Оценка скоростей движения

Скорость определить на каждой из дорог на перекрестке. Средняя скорость сообщения на участке УДС определяется методом записи номерных знаков.

Метод записи номерных знаков является одним из методов изучения движения транспортных средств на участке УДС. Он позволяет исключить остановку автомобилей для регистрации и дает возможность сочетать изучение интенсивности движения, состава транспортного потока и средней скорости сообщения.

В процессе исследования выбираются два поста наблюдения. Первый – на расстоянии около 100 м. от перекрестка; второй на расстоянии 500 – 1000 м. от него. На всех постах наблюдения, должны быть сверенные часы, чтобы регистрировать точное время. На каждом посту ведется протокол, где фиксируют: государственный номер ТС модель ТС, время проезда. Тип или модель автомобиля можно записывать в протоколе условным обозначением, например, легковой – Л; автобус – А; грузовой – Г; автопоезд – П; мотоцикл – М.

Регистрационный номер автомобиля записывают без буквенного обозначения, поскольку совпадение цифр знака несущественно для обследований такого рода.. Время регистрируют с точностью до 1 сек.

Последовательное сопоставление записей в протоколах соседних постов по каждому автомобилю позволяет определить его маршрут и рассчитать время, а следовательно, и скорость сообщения.

По полученным данным средних скоростей сообщения можно наглядно оценить предзаторовое состояние потока на определенном участке дороги или свободный режим движения.

Для определения скорости на каждом посту ведется протокол записи времени проезда, типа ТС, номерных знаков на бланке по форме (табл. 4.1). Для достоверности результатов необходимо определить скорость 20 - 50 транспортных средств каждого типа.

Сопоставление записей наблюдательных постов по каждому автомобилю позволяет рассчитать время перемещения и, зная расстояние между постами, легко определить скорость сообщения. Результаты оформляются в виде табл. 4.2. и 4.3.

Таблица 4.1 Протокол записи номерных знаков

Направление движения \_\_\_\_\_ Наблюдательный пункт № \_\_\_\_\_

Время			Тип автомобиля	Номерной знак
часы	минуты	секунды		

Таблица 4.2. Расчет скорости сообщения

Тип ТС	Номерной знак	Время движения, с	Скорость сообщения км /ч

Таблица 4.3 Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

Показатели	Значение показателя по типам ТС				
	легковые	грузовые	автобусы	автопоезда	мотоциклы

1	2	3	4	5	6
Количество зафиксированных ТС, шт					
1	2	3	4	5	6
Среднее время проезда, с					
Скорость сообщения, км/ч					

Среднее значение скорости сообщения транспортных средств на заданном участке дороги :  $V_c = S * n / \sum t_i$ ,

где  $S$  - длина мерного участка, м;

$n$  - число транспортных средств, скорость которых была замерена;

$t_i$  - время движения  $i$ -го транспортного средства, с;

Коэффициент использования скоростного режима.

$$K_v = V_c / V_p,$$

где  $V_p$  - разрешенная скорость движения на данном участке дороги, км/ч.

#### Выбор пределов допустимой скорости

Верхний предел допустимой скорости выбирают посредством обработки результатов, зафиксированных в табл. 4.2. Записывают в ряд все измеренные значения скоростей последовательно от минимального значения до максимального; определяют размах значений скоростей, делят его на 7 ; 9 равных интервалов и определяют количество автомобилей в каждом интервале. Показатели скорости транспортных средств записывают в форме (табл. 4.4.).

Таблица 4.4 Распределение количества автомобилей по интервалам скоростей

Интервал скорости, км/ч, его границы и среднее значение. (1)	Количество автомобилей в интервале		Нарастающим итогом, % (4)
	Единиц (2)	%. (3)	
Итого:			

В графе 1 нужно указать интервалы скоростей (от 1-ого до 7-ого или 9-ого). В графу 2 записывают количество автомобилей, скорость которых укладывается в один из указанных в графе 1 интервалов. В графе 3 - это же количество автомобилей выраженное в процентах от общего числа автомобилей, скорость которых была замерена. Графа 4 представляет собой нарастающий итог распределения по скоростям.

По данным, помещенным в графах 1 и 3 табл. 4.4, строится кривая распределения (рис. 4.1), а по данным граф 1 и 4 - кривая накопления скоростей (рис. 4.2.).

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.

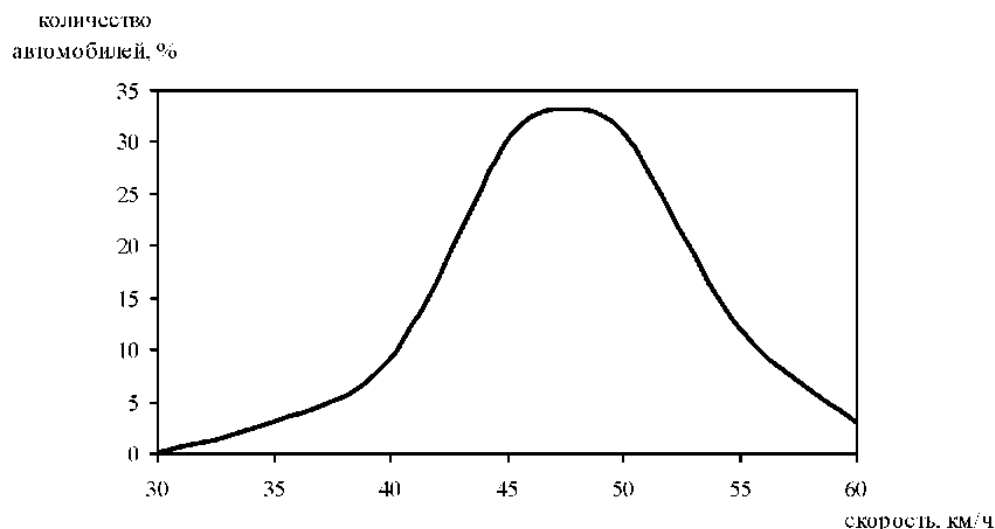


Рис. 4.1. - Кривая распределения скоростей

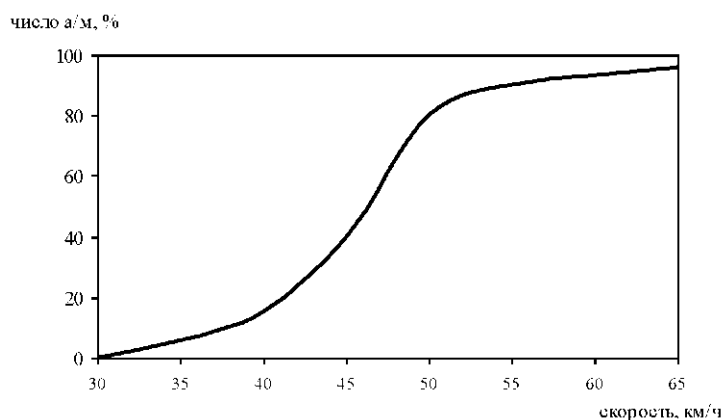


Рис. 4.2 - Кривая накопления скоростей (кумулятивная кривая)

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

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

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

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

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

В ходе выполнения курсового проекта необходимо построить кривую распределения и кривую накопления скоростей. А затем по графику накопления найти скоростные характеристики транспортного потока на изучаемом участке УДС.

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 4.6);
- рекомендуемая скорость (знак 6.2).

#### **Варианты индивидуальных заданий**

Каждый студент получает от преподавателя задание по определению скоростных характеристик реального объекта УДС, на котором с помощью натуральных исследований определяет указанные параметры скоростного режима.

#### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Общие положения
3. Результаты наблюдений (табл.2 , 3)
4. Результаты обработки данных (Рис2.3, 2.4)
5. Выводы

#### **Контрольные вопросы :**

1. Характеристики показателя «скорость движения»
2. Характеристика метода записи номерных знаков
3. Как строится кривая распределения скоростей?
4. Как строится и что характеризует кривая накопления скоростей скоростей?
5. О чем говорят характерные точки кривой накопления скоростей скоростей?

#### **Список литературы**

1. Клиновштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения. Учебник для ВУЗов. - 5-е издание переработанное и дополненное. - М.: Транспорт, 2001 - 247 с.
2. Касаткин Ф.П. Оценка безопасности движения на дороге: Метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Владим. Гос. Ун-т. – Владимир: 2011. – 43 с.

### **Практическая работа № 5.**

#### **1. Определение пропускной способности участка существующей УДС и коэффициента загрузки движения**

**Цель работы.** Изучить методику и получить практические навыки определения пропускной способности дороги и коэффициента загрузки в реальных условиях дорожного движения.

#### **Основные положения.**

Пропускная способность автодороги  $P$ , ед./ч, - это максимальное количество автомобилей, которое может пропустить данный участок дороги в единицу времени. Пропускная способность автодороги измеряется в одном или в двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодно-климатических условиях.

Пропускная способность многополосных улиц увеличивается не строго пропорционально числу полос. Это явление объясняется тем, что на многополосной улице при наличии пересечений в одном уровне, автомобили часто маневрируют для поворотов налево и направо, разворотов на пересечениях, подъезда к краю проезжей части при остановке. Кроме того, даже при отсутствии указанных перестроений параллельные насыщенные потоки автомобилей создают стеснение движения из-за относительно небольших и непостоянных боковых интервалов, так как водители не в состоянии обеспечить постоянное движение, идеально совпадающее с воображаемой осью размеченной полосы дороги.

В общем виде пропускная способность многополосной дороги,  $P_{мпш}$  ед./ч, с учетом влияния регулируемого пересечения определяется по формуле:



$$P_{мп} = P_{п} \cdot K_{мп} \cdot a,$$

где  $P_{п}$  - пропускная способность полосы движения, ед./ч;

$K_{мп}$  - коэффициент многополосности;

$a$  - коэффициент, учитывающий влияние регулируемого пересечения.

Рекомендуется при расчетах принимать следующие значения коэффициентов многополосности:

- для двухполосной дороги одного направления - 1,9;
- для трехполосной - 2,7;
- для четырехполосной - 3,5.

При наличии на дороге пересечений в одном уровне, на перекрестках с интенсивным движением приходится прерывать поток транспортных средств для пропуска их по пересекающимся направлениям с помощью светофорного регулирования. В этом случае для движения транспортного потока данного направления через перекресток используют лишь часть расчетного времени, так как остальная часть отводится для пересекающегося потока. Поэтому коэффициент  $a$  зависит от состояния удельной интенсивности пересекающихся потоков и оптимальности режима регулирования. При близких по удельной интенсивности пересекающихся потоках коэффициент  $a$  колеблется в пределах 0,4 - 0,6.

Для оценки на реальных дорогах (или отдельных полосах проезжей части) имеющегося запаса пропускной способности используется коэффициент загрузки  $Z$ , равный отношению существующей интенсивности одной полосы движения  $N_{ф}$  к ее пропускной способности  $P_{ф}$ , т.е.  $Z = N_{ф}/P_{ф}$  (см. рис. 2.5). Этот коэффициент также называют уровнем загрузки дороги (полосы) транспортным потоком.

Примерное значение  $Z$  может быть определено экспресс-методом часового наблюдения на элементе УДС в пиковый период движения без затора. При этом в течение часа по 6-минутным отрезкам времени  $t_6$  фиксируется интенсивность движения. Диаграмма на рис. 2.9 иллюстрирует полученные данные на одной полосе правоповоротного (нерегулируемого) потока. По наибольшей интенсивности (в нашем примере  $N_{a2} = 100$  авт/  $t_6$ ) определяется фактическая пропускная способность участка  $N_{ф}$ ,  $N_{ф} = N_{a2} \cdot 10$ ;  $N_{ф} = 100 \cdot 10 = 1000$  авт/ч. Фактическая интенсивность  $P_{ф}$  равна сумме интенсивности за 10 отрезков времени  $P_{ф} = 870$  авт/ч. Отсюда  $Z = 870/1000 = 0,87$ . Следовательно, данный участок работает на пределе.

Для расчета коэффициента загрузки строят диаграмму, аналогичную представленной на рис 2.5 и в столбики записывают сколько автомобилей пройдет по полосе за первые 6 минут, затем вторые 6 минут и т.д в течение часа с учетом коэффициентов приведения. Затем по приведенной выше методике проводят расчет пропускной способности дороги и коэффициента загрузки движения.

Для обеспечения бесперебойного движения необходим резерв пропускной способности, и поэтому принято считать допустимым  $Z < 0,85$ . Если он выше, то данный участок следует считать уже перегруженным. Результатом вычислений должна стать таблица с указанием необходимого числа полос для движения при подходе к перекрестку для каждого разрешенного направления движения.

Различают четыре характерных состояния транспортного потока (табл. 9) Расчетный коэффициент загрузки дороги при сдаче в эксплуатацию не должен превышать 0,45 - 0,55 от ее практической пропускной способности, с тем чтобы к моменту окончания расчетного срока эксплуатации и возникновения потребности в реконструкции дороги он не превышал 0,65

— 0,75. Тем самым создается резерв пропускной способности на случай интенсификации перевозок, а также сезонных и суточных пиков интенсивности движения. Соответственно коэффициенту загрузки назначают число полос движения на проезжей части.

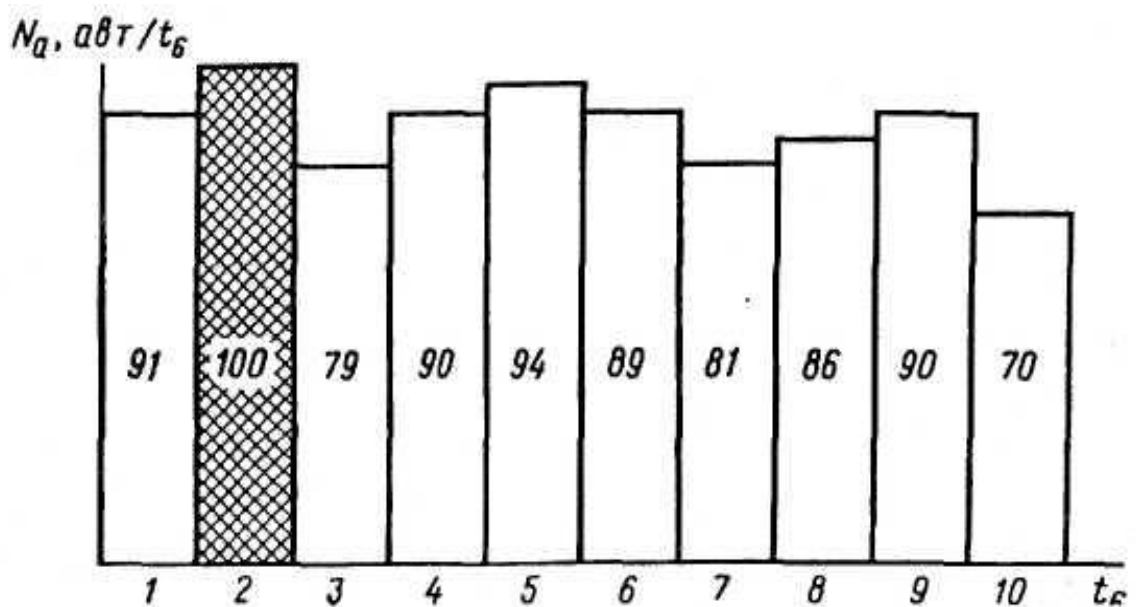


Рис. 2.5. Диаграмма интенсивности однопольного потока, полученная при определении коэффициента загрузки  $Z$  (по 6-минутным отрезкам времени)

При назначении числа полос  $n$  пользуются формулой

$$n = N_{\phi} * s / Z * P_{\phi}$$

$s$  - коэффициент сезонной неравномерности движения ( для осени -  $s = 0,75 - 0,8$ );

Таблица 9. Характеристика состояний транспортного потока

Уровень удобства движения	Интенсивн. движения на полосе, авт/ч	Состояние транспортного потока	Коэффициент загрузки $z$	Скорость потока по отношению к скорости одиночного автомобиля	Условия работы водителя
А	360	Свободн.	Менее 0,2	0,9-1,0	Легкие
Б	900	Частично связанный	0,2-0,45	0,7-0,9	Нормальные
В	1200	Связанный	0,45-0,7	0,55-0,7	Затрудненные
Г	1600	Насыщенный	0,7-1,0	0,4-0,55	Напряженные

Расчетный коэффициент загрузки дороги при сдаче в эксплуатацию не должен превышать 0,45 - 0,55 от ее практической пропускной способности, с тем чтобы к моменту окончания расчетного срока эксплуатации и возникновения потребности в реконструкции дороги он не превышал 0,65 — 0,75. Тем самым создается резерв пропускной способности на случай интенсификации перевозок, а также сезонных и суточных пиков интенсивности движения. Соответственно коэффициенту загрузки назначают число полос движения на проезжей части,

## 2. Оценка сложности пересечения

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

Особенно типичными в этом отношении являются пересечения дорог (перекрестки), где встречаются и пересекаются потоки транспортных средств и пешеходов, прибывающих с разных направлений. До 25% ДТП от общего их количества в нашей стране происходит на пересечениях. В городах и населенных пунктах, где пересечения встречаются особенно часто, доля ДТП на них достигает 40%.

Для перекрестков характерно разделение потоков по разным направлениям, а также слияние или пересечение траекторий движения. Места улично-дорожной сети, где осуществляется это взаимодействие потоков, называют точками разделения (отклонения), слияния и пересечения, или в целом — конфликтными точками.

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

Характерной особенностью каждой конфликтной точки является не только потенциальная опасность столкновения транспортных средств, движущихся по конфликтующим направлениям; но и вероятность задержки транспортных средств.

Если рассмотреть четырехсторонний перекресток дорог со всеми разрешенными маневрами для односторонних потоков транспортных средств встречного направления (рис. 3), то можно выявить 32 типичные конфликтные точки, в числе которых 16 точек пересечения, 8 отклонений и 8 слияний. Число конфликтных точек определяется существующими или разрешенными направлениями движения и количеством разрешенных рядов движения транспортных средств. Кроме того, следует отдельно рассматривать также и пересечения траекторий движения транспортных средств и пешеходов

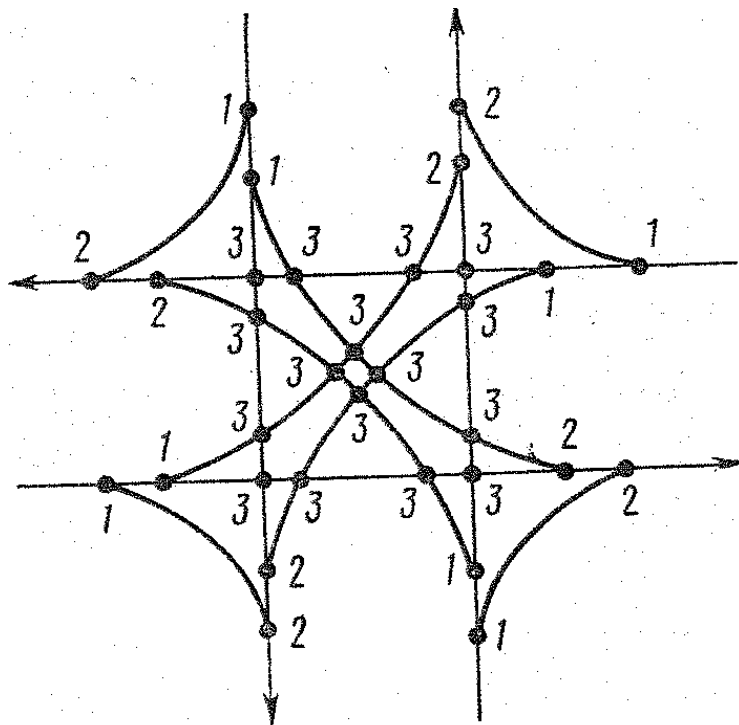


Рис. 27. Конфликтные точки на пересечении двухполосных дорог:

1 — отклонения; 2 — слияния;  
3 — пересечения

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

$$m = n_o + 3n_c + 5n_p, \quad (12)$$

где  $n_o$  — количество точек отклонения;  $n_c$  — количество точек слияния;  $n_p$  — количество точек пересечения.

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

Узел, имеющий 32 конфликтные точки, по этой системе характеризуется величиной  $m = 112$  и относится к сложному.

Уменьшение сложности пересечения и соответственно снижение аварийности достигается организационными мероприятиями: введением одностороннего движения на дорогах, светофорного регулирования пересечений в разных уровнях, расстановкой приоритета и целым рядом других мероприятий, изложенных в разделе 3.3

## 2. Исследование параметров пешеходного движения

К основным показателям, характеризующим движение пешеходов относятся его 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). 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. Данные для разработки конкретных решений по организации дорожного движения должны быть получены натурными наблюдениями.

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

Подсчет интенсивности пешеходного потока осуществляется сплошным наблюдением в течение определенного промежутка времени (30, 60 минут) на двух стационарных постах.

Данные об интенсивности пешеходного потока заносят в табл. 2.9, а скорость движения пешеходов - в табл. 2.10.

Бланк учета интенсивности и скорости пешеходного движения

Время наблюдения с\_до\_часов

Таблица 2.9

Параметры	Тротуар		Переход	
	30 мин	60 мин	30 мин	60 мин
Интенсивность пешеходного потока $N_{пеш}$				

*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 м<sup>2</sup>, в зимней одежде - 0,25 м<sup>2</sup>, а при наличии ручной клади - до 0,5 м<sup>2</sup>.

**Плотность пешеходного потока**

$$q_{пеш} = Q / S, \text{ ( чел/м}^2\text{)},$$

где Q - число людей, одновременно находящихся на измеряемом участке, чел.; S - площадь измеряемого участка, м<sup>2</sup>.

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

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

Таблица 2.10

Параметры	Тротуар	Переход
Длина мерного участка, м		
Время прохождения мерного участка, с		
Скорость движения пешеходного потока $U_{пеш}$ , м/с		

**2.6. Расчет ширины тротуаров**

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

Ширина тротуара

$$b_p = N_{пеш} * b_n / P + b_b + b_d ,$$

где P - расчетная пропускная способность полосы пешеходного движения, пеш./ч;  
 $b_n$  - ширина полосы пешеходного движения (для пешеходных переходов и лестниц - 1 м, для прочих пешеходных путей - 0,75 м);

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

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

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

Расчетная пропускная способность полосы пешеходного движения принимается в соответствии с назначением пешеходных путей согласно данным табл. 2.12.

Таблица 2.12

Характеристика пешеходного пути	Пропускная способность одной полосы, пеш /ч
Тротуары, расположенные вдоль красной линии при наличии в прилегающих зданиях магазинов	700

Тротуары, отделенные от зданий с магазинами	800
Тротуары в пределах зеленых насаждений улиц и дорог	1000
Пешеходные дороги (прогулочные)	600
Переходы через проезжую часть (в одном уровне)	1200

### **Варианты индивидуальных заданий**

Каждый студент получает от преподавателя задание по определению скоростных характеристик реального объекта УДС, на котором с помощью натуральных с помощью натуральных исследований определяет заданные параметры движения.

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Общие положения и понятия
3. Результаты наблюдений по оценке пропускной способности (табл.2 , 3)
4. Результаты обработки данных (Рис2.3, 2.4)
5. Определение числа полос движения
6. Выводы

### **Контрольные вопросы :**

1. Характеристики показателя «пропускная способность». Как она определяется?
2. Как определяется коэффициент загрузки полосы?
3. Как определяется число полос движения ?
4. Как оценивается состояние транспортного потока ?

### **Список литературы**

1. Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения. Учебник для ВУЗов. - 5-е издание переработанное и дополненное. - М.: Транспорт, 2001 - 247 с.
2. Касаткин Ф.П. Оценка безопасности движения на дороге: Метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Владим. Гос. Ун-т. – Владимир: 2011. – 43 с.