

Суранов А.К.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ

A.K. Surapov

THE METHODS OF THE DETERMINATION TO INTENSITIES OF PEDESTRIAN FLOW

УДК: 656.142 (575.2)

*Рассмотрено влияние интенсивности пешеходного потока на условия и скорость движения пешеходов. Предложена методика определения интенсивности движения пешеходных потоков на пересечениях, и улицах города.*

*The considered influence to intensities of pedestrian flow on condition and velocity of the motion of pedestrian. The offered methods of the determination to intensities of the motion of pedestrian flow on intersection and street in the city.*

К основным показателям, характеризующим пешеходные потоки, относятся скорость, интенсивность и плотность пешеходного движения. Скорость движения человека спокойным шагом  $v_{п}$  колеблется в среднем в пределах от 0,5 до 1,5 м/с и зависит от: возраста и состояния здоровья; цели передвижения; дорожных условий (ровности дорожного покрытия, продольного уклона и состояния покрытия); окружающей среды (видимости, осадков, температуры воздуха).

На скорость движения людей в условиях интенсивного пешеходного потока значительное влияние оказывает его **плотность**. При плотности потока более 0,5 чел./м<sup>2</sup> создаются ощутимые помехи движению, что способствует снижению скорости пешеходного потока. Кроме того, очень большое значение имеет психологическое воздействие на пешеходов чувства опасности при переходе ими через проезжую часть, в связи с чем, на переходах скорость обычно существенно выше, чем при движении по тротуарам или, тем более, по прогулочным парковым аллеям [1].

В определенных условиях скорость движения людей может быть значительно выше ее средних значений, особенно это характерно для мужчин в возрасте 19...25 лет, которые способны при быстром шаге развивать скорость до 3,3...3,6 м/с, а при быстром беге - до 6...7 м/с. При увеличении скорости движения пешехода резко увеличивается расстояние, необходимое для его остановки при обнаружении опасности. Если при движении спокойным шагом это расстояние на сухом покрытии не превышает 1...1,5 м, то при указанных выше скоростях движения остановочный путь возрастает до 3,3...9 м.

Скорость пешехода в экстремальных условиях может быть установлена путем следственного эксперимента или на основе массовых наблюдений за поведением пешехода в аналогичных условиях.

Следственный эксперимент проводят, как правило, на месте ДТП. Если это невозможно, стараются воссоздать дорожную обстановку, максимально приближенную к фактическим обстоятельствам ДТП. Время года (зима, лето), а также время суток при эксперименте также должны соответствовать условиям происшествия.

При проведении следственного эксперимента каждый из участников и очевидцев ДТП, находясь на месте, откуда он наблюдал воспроизводимое событие, указывает направление движения пострадавшего, и место расположения его на проезжей части. Наиболее достоверные показания дают обычно очевидцы, находившиеся на близком расстоянии (до 20-30 м) от места наезда на пешехода.

Свидетель сообщает следователю примерный темп движения пострадавшего перед наездом. После этого отобранный демонстратор, по росту, сложению и одежде сходный с пострадавшим, проходит по направлению, указанному свидетелем. После первого прохода демонстратора следователь выясняет у очевидца, в таком ли темпе двигался пешеход во время ДТП? При отрицательном ответе следователь дает указание демонстратору пройти еще раз, изменив скорость в соответствии с пояснениями свидетеля. При положительном ответе демонстратор делает еще несколько контрольных проходов с той же скоростью. Затем повторяют эксперимент с другим свидетелем. Время движения демонстраторов замеряют секундомером. Определив среднее арифметическое значение времени по нескольким замерам и зная пройденное демонстратором расстояние, устанавливают ориентировочную скорость пешехода в процессе ДТП. Иногда для определения скорости пешехода применяют киносьемку, которая позволяет зафиксировать весь ход следственного эксперимента.

Скорость пешехода часто определяют по среднестатистическим значениям, установленным в результате массового обследования населения (табл.1) [3].

Таблица 1

Скорость движения (м/с) пешеходов-мужчин<sup>1</sup>  
(данные Ленинградской НИЛСЭ)

Характеристика пешеходов	Шаг			Бег	
	медлен- ный	спокой- ный	быстрый	спокой- ный	быстрый
Школьники, лет: 7-8	0,86	1,22	1,64	2,36	3,39
8-10	0,94	1,28	1,67	2,47	3,53
10-12	1,0	1,36	1,72	2,58	3,83
12-15	1,05	1,44	1,80	2,77	4,05
Молодые 15-20 лет	1,1	1,5	1,89	2,86	4,53
» 20-30 лет	1,2	1,58	1,92	3,05	4,64
Среднего возраста 30-40 лет	1,08	1,58	1,89	2,84	4,31
То же 40-50 лет	1,06	1,47	1,83	2,67	3,97
Пожилые 50-60 лет	0,94	1,33	1,67	2,39	3,47
» 60-70 лет	0,83	1,08	1,41	1,94	2,92
Старики старше 70 лет	0,69	0,89	1,17	1,56	2,42
С протезом ноги	0,64	0,94	1,25	1,67	-
В состоянии алкогольного опьянения	0,89	1,22	1,5	2,27	2,78
Ведущие ребенка за руку	0,75	1,19	1,52	1,67	3,14
С ребенком на руках	0,97	1,22	1,47	1,86	-
С громоздкими вещами	1,08	1,28	1,61	-	3,25
Идущие под руку	0,97	1,36	1,67	2,5	-

Таблица 2

Параметры движения пешехода (данные Ф. Х. Ермакова)

Состояние дорожного покрытия	Возраст пешеходов, лет	Скорость, м/с	a <sub>п</sub> , с	b <sub>п</sub> , м
Укатанный снег	8-9	3,2	1,8	2,3
	19-25	4,0	2,1 1,3	2,8
	35-45	3,4	1,9	0,8
	60 и более	2,7		1,2
Гололедица	Любой	3,1	2,8	3,5
Сухой асфальтобетон, весна То же лето	19-25	4,2	1,5	1,8
	19-25	4,5	1,2	2,0

<sup>1</sup> Скорости движения пешеходов-женщин обычно на 5-12% меньше указанных в таблице.

Эксперименты в области моторики человека показали, что пешеход не может мгновенно изменить режим движения; каждый пешеход имеет свой остановочный путь

На основании имеющихся исследований приближительная длина остановочного пути пешехода может быть определена по формуле: [3]

$$S_{ост} = a_n v_n - b_n, \quad (1)$$

где  $a_n$  и  $b_n$  - эмпирические коэффициенты.

В табл. 2 приведены значения этих коэффициентов, а также средние скорости пешеходов-мужчин всех возрастных групп на укатанном снегу и на дорожных покрытиях всех видов. Скорость пешеходов-женщин на 5...10 % меньше, а их остановочный путь на 8...12 % больше [3].

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 и т.д.) [2].

Интенсивность пешеходного потока в обоих направлениях вдоль больших городских магистралей в часы пик может достигать больших объемов. Такие объемы движения наблюдаются, например, на центральных улицах города. Как правило, на пешеходных переходах интенсивность движения составляет 20...25 % объема движения вдоль улицы.

Для пешеходных потоков характерна значительная неравномерность в течение суток. Период наиболее оживленного движения наблюдается в течение 12 ч. В течение этого периода коэффициент часовой неравномерности может быть принят ориентировочно 1,5. Однако данные для принятия конкретных решений должны быть получены натурными наблюдениями.

Плотность пешеходного движения  $g_p$  колеблется в широких пределах и оказывает влияние на скорость движения пешеходов и соответственно на пропускную способность пешеходных путей. Так же, как и для транспортного потока, предельная плотность пешеходного движения определяется соответствующими габаритными размерами движущихся объектов. Так, габаритная площадь человека в статическом положении в летней одежде составляет 0,1...0,2 м<sup>2</sup>, в зимней одежде может достигать 0,25 м<sup>2</sup>, а при наличии ручной клади может увеличиваться до 0,5 м<sup>2</sup>.

В зависимости от плотности различают свободное движение (когда каждый человек в любой момент может изменить скорость и направление своего движения) и стесненное движение (когда плотность потока ограничивает свободу движения людей). Наблюдения показывают, что для свободного движения дистанция между движущимися

рядом людьми должна достигать 2 м (что можно условно назвать длиной динамического габарита пешехода). Ощутимые помехи движению наблюдаются уже при плотности 0,7...0,8 чел./м<sup>2</sup>, а при плотности 4 чел./м<sup>2</sup> движение следует считать полностью стесненным.

Интенсивность движения пешеходных потоков определяется в "часы пик", утреннее время с 7-00 до 8-00 (движение к месту работы, учебы), обеденное время с 12-00 до 13-00, вечернее - с 17-00 до 18-00 (движение после окончания работы).

При расчете интенсивности пешеходного потока на пересечении улиц, условно чертим схему заданного пересечения (рис. 1) с местами расположения постов наблюдения и направлениями движения пешеходных потоков, а также указываем направления, т.е. север-юг, восток-запад и наименование перекрестка [4].

Расчет интенсивности движения пешеходного потока рекомендуется выполнять с использованием компьютерных технологий в виде таблицы (табл. 3) табличного процессора Microsoft Excel. Подсчитываем количество людей, проходящих через перекресток за единицу времени (час) по всем направлениям и полученные данные оформляем в виде таблицы (табл. 3.)

Для примера рассмотрим порядок расчета интенсивности движения пешеходного потока на пересечении улиц И. Ахунбаева - Байтик баатыра города Бишкек.

Прежде всего, чертим схему пересечения. Определяем места расположения учетных пунктов. Ведем подсчет количества пешеходов, движущихся в прямом и обратном направлениях. Данные, полученные при натурных наблюдениях, оформляем в виде таблиц, с использованием процессора Microsoft Excel (табл. 3).

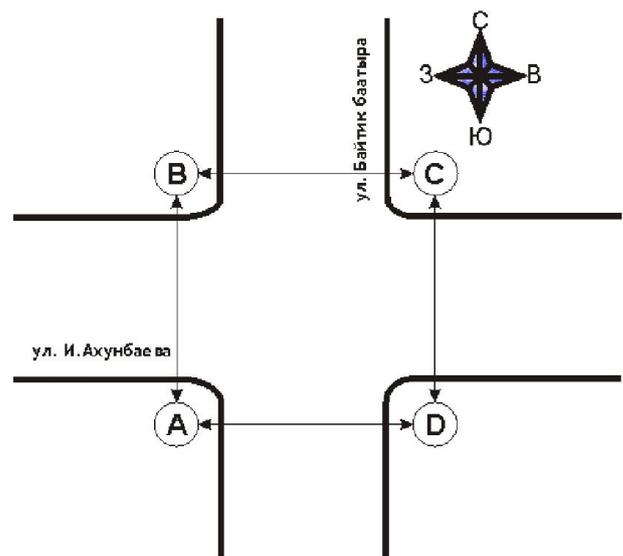


Рис.1. Схема перекрестка ул. И. Ахунбаева - ул. Байтик баатыра с местами расположения постов наблюдения А, Б, С, Д и направлениями движения пешеходных потоков

**Интенсивность пешеходных потоков (чел./ч) ул. И. Ахунбаева- ул. Байтик батыра  
Время: 7-00 - 8 00**

УДД*	Направление движения	Количество	Всего
Пешеходы	АВ	320	765
	ВА	445	
	ВС	290	685
	СВ	395	
	CD	340	710
	DC	370	
	DA	295	525
	AD	230	
ИТОГО:			2685

Примечание. УДД\* - участник дорожного движения.

**Время: 12-00 – 13-00**

УДД	Направление движения	Количество	Всего
Пешеходы	АВ	350	840
	ВА	490	
	ВС	310	735
	СВ	425	
	CD	370	775
	DC	405	
	DA	310	580
	AD	270	
ИТОГО:			2930

**Время: 17-00 – 18-00**

УДД	Направление движения	Количество	Всего
Пешеходы	АВ	270	620
	ВА	350	
	ВС	225	590
	СВ	365	
	CD	290	605
	DC	315	
	DA	240	445
	AD	205	
ИТОГО:			1815

**Литература:**

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 1981. - 240 с.
2. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 2001. - 247 с.
3. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. М.: Транспорт, 1989. - 255 с.
4. Исаков К.И., Сурапов А.К., Бирисманов Э.Ж., Дуйшеналиев Э.У. Организация движения: МУ к выполнению практических занятий, Бишкек 2008.-38 с.

**Рецензент: к.т.н., доцент Нурманбетов Н.Р.**