

Д.В. Капский, Д.В. Рожанский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Для оптимизации организации дорожного движения необходимо получение целого ряда исходных данных, которые можно подразделить на две основные группы:

1 - исходные данные, непосредственно характеризующие исследуемый объект или участок. К ним относятся параметры транспортно-пешеходной нагрузки и характеристики условий движения. Эти данные могут быть либо заданы, либо получены экспериментальным путем;

2 - исходные данные, относящиеся к общим характеристикам потерь в дорожном движении. К ним относятся показатели стоимости издержек и элементов управляющих воздействий (мероприятий), зависимости между отдельными параметрами и т. д. Эти данные приведены в методике в виде справочного материала или различных зависимостей. Для их получения и корректировки также необходимо проведения серьезных исследований.

В статье мы попытаемся остановиться на одном из более значимых параметров - интенсивности движения.

Многочисленными исследованиями установлен факт взаимосвязи аварийности и интенсивности движения транспорта и пешеходов. Эта зависимость является статистической и характеризуется ростом аварийности с увеличением интенсивности движения.

Для построения адекватной математической модели аварийности в дорожном движении правильный учет влияния интенсивности имеет особо важное значение.

Погрешность определения показателя интенсивности движения зависит от количества замеров и их продолжительности.

Таким образом, получение достоверной информации об интенсивности движения невозможно без оценки погрешности, допускаемой при нахождении показателя интенсивности, и выбора адекватного режима проведения замеров.

Для решения указанной задачи были проведены экспериментальные и теоретические исследования.

Экспериментальная часть работы состояла в замерах интенсивности движения транспорта в г. Минске по ул. Кнорина на участке между ул. Толбухина и ул. Белинского.

Замеры проводились на протяжении декабря и первой половины января месяца.

Для того, чтобы исключить влияние систематической погрешности, связанной с измерением интенсивности в течение недели, замеры выполнялись каждую неделю в один и тот же день.

Интервал времени, в пределах которого проводились наблюдения, составлял 12 часов: с 9 до 21 часа [1].

Замеры выполнялись каждый час таким образом, что начинались за 5 мин до окончания текущего часа и заканчивались через 10 мин после начала следующего. Например, начало замеров в 8.55, окончание - в 9.10.

В результате, длительность каждого опыта (от начала первого замера и до окончания последнего) составляет 15 мин.

Продолжительность отдельного замера в пределах опыта равна 1 мин. Все транспортные средства, проехавшие в течение минуты через поперечное сечение дороги, фиксируются в соответствии с их категорией и направлением движения.

Такая методика проведения замеров позволяет получить ежеминутную интенсивность движения транспорта в пределах каждого пятнадцатиминутного опыта. Поскольку опыты проводятся каждый час, их количество определяется продолжительностью наблюдений: при двенадцатичасовом режиме

наблюдений 13 опытов. Всего было проведено 7 наблюдений - по одному в неделю каждый четверг.

Для организации базы данных, полученных в ходе эксперимента, разработана специальная компьютерная программа.

Целью теоретических исследований являлись выбор показателя интенсивности движения и оценка погрешности его определения в зависимости от режима проведения замеров.

В качестве возможных показателей интенсивности движения рассматривались три параметра:

- традиционно используемое среднее арифметическое;
- параболическое среднее, т. е. среднее значение полинома, посредством которого аппроксимировалась реализация случайной зависимости интенсивности движения от времени суток;
- интегральное среднее - среднее значение определенного интеграла, полученного в результате численного интегрирования интенсивности движения по времени методом Симпсона.

Расчеты показателей интенсивности движения проводились по специально разработанной компьютерной программе, которая использует базу данных по интенсивности движения и составляет единый пакет вместе с программой формирования базы данных.

Помимо показателей интенсивности движения программа выдает коэффициенты аппроксимирующего полинома, полную и остаточную дисперсии, значение критерия Фишера и коэффициент детерминации. Программа позволяет проводить расчеты по любому числу опытов в пределах их количества, определяемого продолжительностью наблюдений. При этом из принятого числа опытов можно учитывать как все

опыты подряд, так и делать выборку через один опыт, через два и т.д. Вычисление среднего значения интенсивности движения на протяжении одного опыта может проводиться по различному количеству замеров в пределах их максимального числа.

Все расчетные исследования выполнялись с использованием разработанного пакета программ. Прежде всего, был выбран порядок параболы, аппроксимирующей опытные данные.

Применение критерия Фишера позволяет сделать вывод о возможности использования в качестве аппроксимирующего полинома параболы второй или третьей степени. В дальнейшем параболическое среднее рассчитывается применительно к параболе второй степени.

На следующем этапе исследования изучалось влияние режима проведения замеров на погрешность определения показателей интенсивности движения. Для этого рассчитывались значения показателей интенсивности при различных сочетаниях количества опытов и числа точек осреднения интенсивности в пределах опыта.

Максимально рассматривалось 13 опытов, которые отбирались из сформированной базы данных в интервале наблюдений от 9 до 21 часа, т.е. продолжительность наблюдений составляла 720 мин. Из этой последовательности опытов делалась выборка через 1, через 2, через 3 и через 5 опытов, в результате чего получились последовательности из 7, 5, 4 и 3 опытов соответственно.

Внутри каждой последовательности интервалы между соседними опытами постоянны. Предварительными расчетами было установлено, что использование последовательностей из 3 и 4 опытов приводит к большим погрешностям определения показателей интенсивности, поэтому в дальнейших

исследованиях использовались последовательности из 5, 7 и 13 опытов.

В пределах каждой последовательности опытов показатели интенсивности рассчитывались при 2, 5, 10 и 15 точках (замерах) осреднения интенсивности.

Поскольку продолжительность каждого замера составляет 1 мин, задаваемая в расчетах продолжительность опыта в минутах численно равна количеству замеров, по которым проводится осреднение, т.е. 2, 5, 10 и 15 мин.

Такие расчеты показателей интенсивности выполнялись для каждого из 7 наблюдений. Погрешность определения показателя интенсивности вычислялась по отношению к его значению, полученному при использовании последовательности из 13 опытов и длительности опыта 15 мин.

Поскольку показатели интенсивности движения, а значит и их относительные погрешности, являются случайными величинами, были определены верхние доверительные границы относительных погрешностей.

На рис. 1 показаны зависимости верхней доверительной границы относительной погрешности среднего арифметического от продолжительности опыта при 5, 7 и 13 опытах. Из графиков следует, что при продолжительности опыта менее 4-5 мин число опытов не оказывает определенного влияния на величину погрешности.

Одинаковые значения погрешности показателя интенсивности движения можно получить при различных сочетаниях числа опытов и их продолжительности.

Например, верхняя доверительная граница погрешности, не превышающая 15%, достигается при 13 опытах продолжительностью 5 мин каждый, либо при 5 опытах продолжительностью по 15 мин.

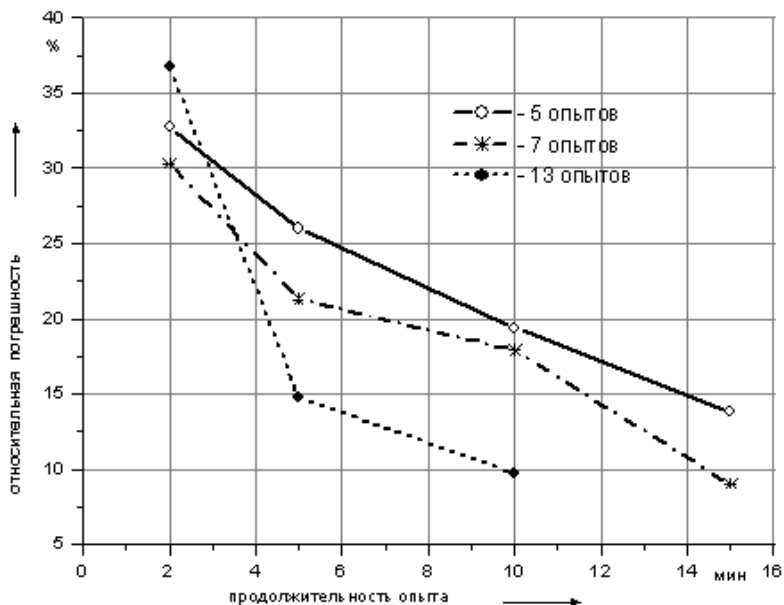


Рис.1 Верхние доверительные границы погрешности среднего арифметического

Погрешность до 10% может быть получена в случае проведения 13 десятиминутных или 7 пятнадцатиминутных опытов.

Точечная диаграмма, представленная на рис.2, отражает связь погрешности среднего арифметического с общей продолжительностью замеров (надежность оценки 90 %, доверительная вероятность 90%).

Общая продолжительность замеров T_z представляет собой произведение числа опытов на продолжительность опыта. Как видно из рис.2, почти все точки диаграммы располагаются вблизи некоторой кривой.

Это означает, что в диапазоне принятых значений числа и продолжительности опытов погрешность показателя интенсивности движения зависит, главным образом, от общей продолжительности замеров.

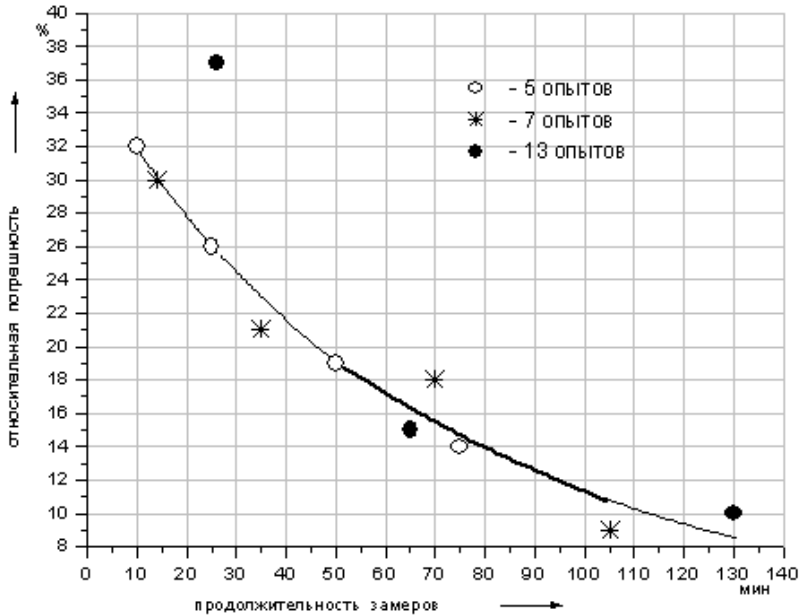


Рис. 2 Зависимость погрешности от общей продолжительности замеров

Выброс точки $T_z=26$ мин и $N=13$, соответствующей продолжительности опыта 2 мин, лишний раз свидетельствует о том, что такая длительность опыта недопустима.

Указанный график позволяет определить требуемую продолжительность опыта в зависимости от числа опытов или наоборот, при заданной погрешности расчета.

Для получения погрешности среднего арифметического, не превышающей, например, 10%, общая продолжительность замеров должна быть не менее 110 мин, т.е. при 5 опытах длительность каждого из них составит 22 мин.

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- длительность одного опыта должна быть не менее 5 мин;
- число опытов и длительность каждого опыта следует выбирать таким образом, чтобы общая продолжительность замеров обеспечивала необходимую точность расчета, например, общая продолжительность замеров 75 мин позволит получить погрешность среднего арифметического не более 16 % при доверительной вероятности 90 %;
- в качестве показателя интенсивности движения можно принимать среднее арифметическое значений интенсивностей, полученных в каждом опыте.

Литература

1. Врубель Ю.А. Потери в дорожном движении. - Мн.: БНТУ, 2003. - 306 с.