

Шатманов О.Т.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ УЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

O. T. Shatmanov

JUSTIFICATION OF METHODS OF THE ACCOUNTING OF INTENSITY OF
MOVEMENT OF VEHICLES

УДК.656.13.072

В статье рассмотрены методы учета интенсивности движения и приведено обоснование методики учета интенсивности движения по часовым наблюдениям.

The article describes the methods to account for traffic and the rationale accounting procedure was traffic on the hour surveillance pits.

Интенсивность движения является одним из главных показателей при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации автомобильных дорог. Анализ отечественного и зарубежного опыта учета интенсивности движения показывает, что здесь имеются четыре основных направления:

- непосредственный учет интенсивности движения на стационарных пунктах,
- учет движения с помощью автоматических счетчиков (регистрирующих аппаратов);
- оценка распределения движения при помощи опроса водителей;
- определение интенсивности движения по кратковременным наблюдениям.

Из методов учета интенсивности движения особого внимания заслуживает кратковременный учет, как наиболее приемлемый в настоящее время из-за своей малой трудоемкости. Несмотря на большие преимущества этого метода, им нельзя непосредственно воспользоваться в различных регионах. Фактические данные интенсивности движения на дорогах Бишкек - Торугарт, полученные путем круглосуточных наблюдений, сильно отличались от интенсивности, полученной расчетом по кратковременному учету. Поэтому возникла необходимость создания новой методики учета движения по кратковременным наблюдениям, которая была бы пригодна для автомобильных дорог КР и давала возможность по кратковременным наблюдениям находить интенсивность движения с точностью, достаточной для практических расчетов.

Исходя из поставленных задач нами была разработана методика учета интенсивности движения по часовым наблюдениям, в которой за основу принималась максимальная часовая интенсивность движения. Наши исследования и работы ряда авторов показали, что имеется устойчивая зависимость между часовой максимальной и среднесуточной интенсивностями движения. Эта зависимость может быть представлена линией регрессии первого порядка [1,2] вида;

$$Y = aX + b, \tag{1}$$

где Y – результирующий признак; X – факторный признак; a и b – коэффициенты уравнения линии регрессии.

Однако производственная проверка методики учета интенсивности движения по максимальной часовой позволила выявить ее слабые стороны, в числе которых были не удовлетворившая нас точность и все же еще большое количество учетчиков.

Перед авторами встала задача построения математической модели интенсивности движения, которая бы наиболее полно описывала функциональной зависимостью происходящий процесс. С этой целью был применен метод экстремального планирования экспериментов, основанный на выборе минимального количества опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью. В качестве параметра планирования была выбрана среднесуточная интенсивность движения. Теоретический анализ изменения интенсивности движения с достаточной уверенностью позволяет выделить четыре фактора, определяющих интенсивность в рассматриваемый момент времени:

$$N = f(t, d, T, n),$$

где N — среднесуточная интенсивность движения; t - час наблюдений; d - день недели; T - день от начала года; n - интенсивность движения часа наблюдения.

Эта функция аппроксимировалась полиномом второго порядка вида

$$N = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_1 X_2 + a_6 X_1 X_3 + a_7 X_1 X_4 + a_8 X_2 X_3 + a_9 X_2 X_4 + a_{10} X_3 X_4 + a_{11} X_1^2 + a_{12} X_2^2 + a_{13} X_3^2 + a_{14} X_4^2 \tag{3}$$

Для определения функциональной зависимости реализован центральный композиционный план с ядром факторного плана 2^k ($k=4$), дополненный необходимым количеством «звездных» и «нулевых» точек. Пределы варьирования факторов t, d, T, n выбраны исходя из их практического изменения. Принятые уровни факторов и интервалы варьирования представлены в табл. 1.

табл. 1.

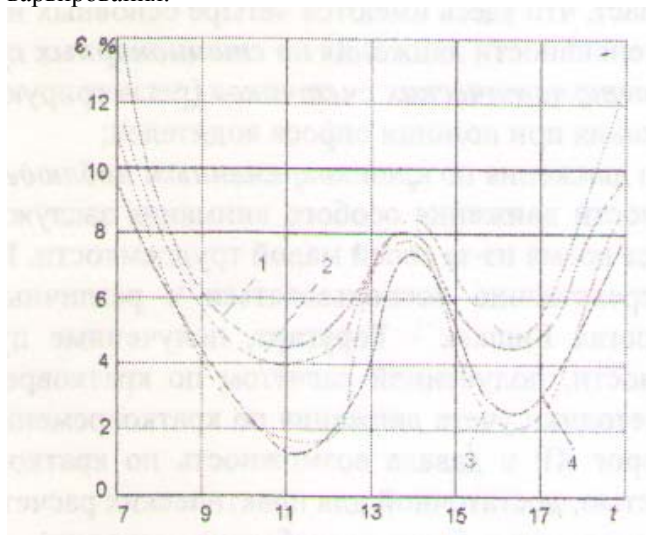
Уровня факторов и интервалы варьирования

	$x, (t)$	$X_2 (n)$	$X_3 (d)$	x, m
Звездная точка +2	17	400	5	365
Верхний +1	15	350	4	292
Основной 0	13	300	3	219
Нижний - 1	11	250	2	146
Звездная точка - 2	9	200	1	
Интервал варьирования	2	50	1	73

В результате обработки данных планирования эксперимента, получена математическая модель интенсивности движения вида

$$N = 4014 + 338 \left(\frac{X_2 - X_0}{\Delta} \right) + 205 \left(\frac{X_3 - X_0}{\Delta} \right) + 217 \left(\frac{X_4 - X_0}{\Delta} \right) + 186 \left(\frac{X_1 - X_0}{\Delta} \right) \left(\frac{X_2 - X_0}{\Delta} \right) + 26 \left(\frac{X_2 - X_0}{\Delta} \right) \left(\frac{X_3 - X_0}{\Delta} \right) + 83 \left(\frac{X_2 - X_0}{\Delta} \right) \left(\frac{X_2 - X_0}{\Delta} \right) + 79 \left(\frac{X_3 - X_0}{\Delta} \right) \left(\frac{X_4 - X_0}{\Delta} \right) - 64 \left(\frac{X_1 - X_0}{\Delta} \right)^2 - 168 \left(\frac{X_2 - X_0}{\Delta} \right)^2 - 148 \left(\frac{X_3 - X_0}{\Delta} \right)^2 - 271 \left(\frac{X_4 - X_0}{\Delta} \right)^2, \quad (4)$$

где X_1, \dots, X_4 - наблюдаемое значение фактора; X_0 - значение фактора на уровне; Δ - интервал варьирования.



Зависимость относительной ошибки от часа наблюдений:

1 - зима; 2 - весна; 3 - лето; 4 - осень

В результате пересчета часовой интенсивности движения в среднесуточную по построенной математической модели ошибка составила 2,7—7,5%. Построение зависимости величины ошибки e от часа наблюдений t (см. рисунок) позволило нам определить рациональные периоды проведения учета (с 8 до 12 ч и с 15 до 18 ч), как дающие наименьшую ошибку.

Использование для учета интенсивности движения предложенной методики, учитывающей период года, день недели и час учета, позволяет получать в

течение часа данные о среднесуточной интенсивности движения, ошибка в определении которых будет минимальной. При помощи установленной авто регистратором на автомобиле один человек в течение рабочего дня может определить интенсивность движения на дороге в пятидесяти учетных пунктах. Настоящая методика учета интенсивности движения на дорогах II-III и др. категорий по часовым наблюдениям разработано автором.

Для пояснения практического применения математической модели рассмотрим пример. Определение среднесуточной интенсивности движения по часовой осуществляется в следующем порядке,

1. В качестве примера дано: учет интенсивности проводился 10 августа в четверг с 10 до 11 ч, часовая интенсивность движения 401 авт/ч. (данные произвольные по максимальной интенсивности автомобилей, на перспективу):

X_1 — фактор времени / принимаем 11 ч;

X_2 — фактор часовой интенсивности движения / $= 401$ авт/ч;

X_3 — фактор дня недели $d=4$ (четверг);

X_4 — фактор дня от начала года $\Gamma = 222$.

2. Значения факторов эксперимента записываются во вторую строку табл. 2 (уровень эксперимента).

3. Значения нулевого уровня и интервалы варьирования берутся из табл. 1 для соответствующего фактора и являются постоянными.

Таблица 2

Значения факторов эксперимента

Уровни	X_1	X_2	X_3	X_4
Нулевой интервал	13	300	3	219
Уровень эксперимента	II	401	4	222
Интервал	2	50	1	73

4. Подставляем значения факторов в уравнение (4): $N=4014+338 \cdot 2,02+205 \cdot 1+217 \cdot 0,04+186 \cdot (-1) \cdot 0,04+26 \cdot 2 \cdot 1+83 \cdot 2 \cdot 0,04+79 \cdot 1 \cdot 0,04-64 \cdot (-1)^2-168(2,02)^2-148(1)^2-271(0,04)^2=4008$ авт/сут.

Среднесуточная интенсивность составила 4008 авт/сут.

5. Процент автомобилей по составу определяем исходя из данных многолетних наблюдений.

Литература:

1. Венцель Е.С. Теория вероятностей. М. «Наука». 1969.
2. Мельников С.В., Алешкин В.Р. Планирование эксперимента в сельскохозяйственных процессах. Л., «Колос», 1972,

Рецензент: д.т.н., профессор Маткеримов Т.Ы.