

УДК 656.025.6

Килин И.А., студент гр. АПбзм-221,
Семенов Ю.Н., к.т.н.,
Семенова О.С., к.т.н.
(КузГТУ, г. Кемерово)

Kilin Ilya, student group APbzm-221,
Semenov Yury, candidate of Engineering Sciences,
Semenova Olga, candidate of Engineering Sciences
(KuzSTU, Kemerovo)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСАМОКАТА НА ВЕЛИЧИНУ ЕГО ДИНАМИЧЕСКОГО КОРИДОРА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЛИНЕЙНОЙ ПАРНОЙ РЕГРЕССИИ

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE SPEED OF THE ELECTRIC SCOOTER ON THE VALUE OF ITS DYNAMIC CORRIDOR USING THE METHOD OF LINEAR PAIR REGRESSION

Аннотация: В статье рассмотрены особенности использования метода линейной парной регрессии при прогнозировании значения динамического коридора средства индивидуальной мобильности.

Ключевые слова: линейная регрессия, средства индивидуальной мобильности.

Abstract: The article describes the features of using the method of linear pair regression in predicting the value of the dynamic corridor of the means of individual mobility.

Keywords: linear regression, means of individual mobility.

В настоящее время существует проблема несоответствия эксплуатационных показателей новых видов средств передвижения (средства индивидуальной мобильности (СИМ)) действующим правилам технического регламента. В результате наблюдается снижение уровня безопасности движения, как на дорогах, так и на тротуарах. Существует большое разнообразие видов личного электрического мобильного транспорта (рисунок 1). На данный момент самым распространенным СИМ является электросамокат. Можно выделить следующие эксплуатационные характеристики данного вида транспорта: небольшой вес, высокая мобильность и динамичность, большая грузоподъемность и продолжительность эксплуатации без подзарядки батареи.

Одним из главных параметров транспортного средства (ТС), оказывающим влияние на безопасность дорожного движения, является величина

динамического коридора, которая непосредственно зависит от его габаритных параметров, скорости движения и безопасного интервала B_k :

$$B_k = 0,005 \cdot V_a \cdot L_a, \quad (1)$$

где V_a – скорость движения, м/с; L_a – длина ТС.

Динамический коридор используется при определении безопасной ширины полосы движения ТС.

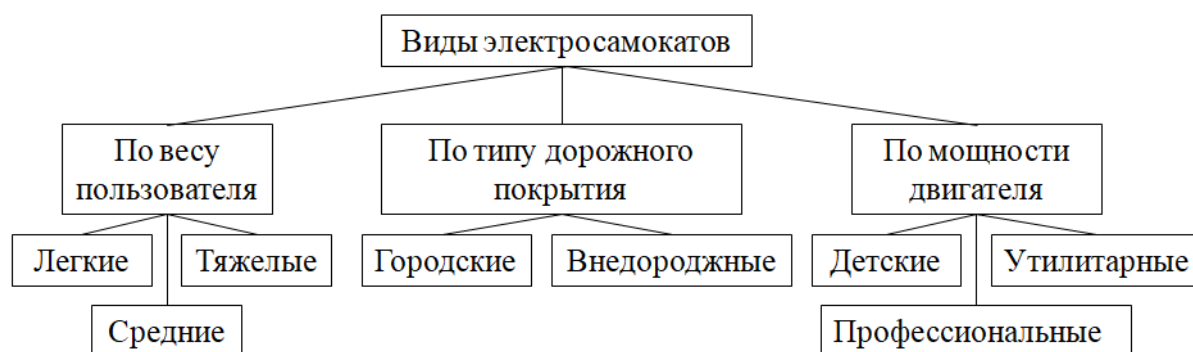


Рисунок 1 – Виды электросамокатов

В результате натурного эксперимента был определен динамический коридор $B_{дк}$ СИМ – поперечное смещение электросамоката относительно его линии следования (таблица 1, рисунок 2). При определении динамического коридора был учтен и безопасный интервал B_k .

Таблица 1 – Влияние скорости движения СИМ на величину его динамического коридора

V_a , м/с	$B_{дк}$, м
1,39	1,226
2,78	1,232
4,17	1,236
5,56	1,24
6,94	1,244

Определим основные характеристики распределения случайной величины – выборочное среднее, дисперсию и среднеквадратичное отклонение. Выборочное среднее представляет собой сумму всех измерений x_i , деленную на их количество n , и определяется по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

где n – объем выборки, число точек данных.

Среднее значение скорости движения СИМ составляет 4,17 м/с.

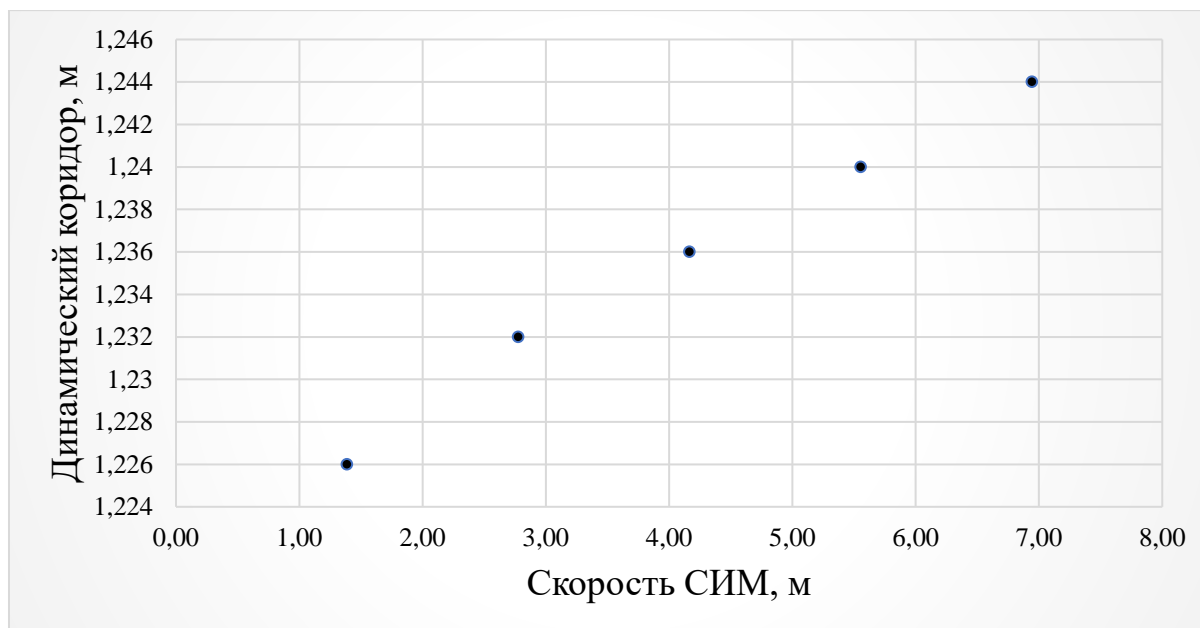


Рисунок 2 – Зависимость динамического коридора СИМ от скорости движения

Выборочную дисперсию, показывающую среднее значение отклонения случайной величины относительно ее среднего значения, определяем по формуле:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (3)$$

$$S^2 = 4,82.$$

Для определения среднеквадратического отклонения используется формула:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Среднеквадратичное отклонение $S=2,2$.

Для обработки данных натурных исследований была использована методика регрессионного анализа. Предварительный анализ позволяет сделать предположение о линейной зависимости динамического коридора $B_{\text{дк}}$ СИМ от его скорости движения (рисунок 2).

Для определения наличия или отсутствия связи между фактором (скорость движения СИМ) и результатом (динамический коридор) вычисляется коэффициент корреляции:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \times \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (5)$$

Значение коэффициента корреляции $r=0,996$ показывает, что связь между фактором и результатом сильная.

Используя метод наименьших квадратов, определим коэффициенты уравнения линейной регрессии, в результате получаем следующее уравнение (рисунок 3):

$$B_{\text{дк}} = 1,2224 + 0,003168V_a \quad (6)$$

Проверим значимость коэффициента корреляции, если коэффициент корреляции значим, то связь есть, если не значим, то связи нет. Для проверки значимости коэффициента корреляции применим критерий Стьюдента.

Рассчитаем наблюдаемое значение критерия:

$$T_{\text{набл}} = \frac{R}{\sqrt{1-R^2}} \sqrt{n-2} \quad (7)$$

Полученное значение $T_{\text{набл}} = 19,3$ сравним с критическим значением $T_{\text{крит}} = T(\alpha; k)$, которое найдем по таблице [2]. Здесь $\alpha = 0,05$ – уровень значимости; k – число степеней свободы, $k=n-2=3$.

Так как $T_{\text{набл}} = 19,3 > T_{\text{крит}} = 2,53$, то связь между фактором и результатом существует, уравнение регрессии значимо и его можно использовать для прогнозирования значения динамического коридора СИМ при различных скоростях движения.

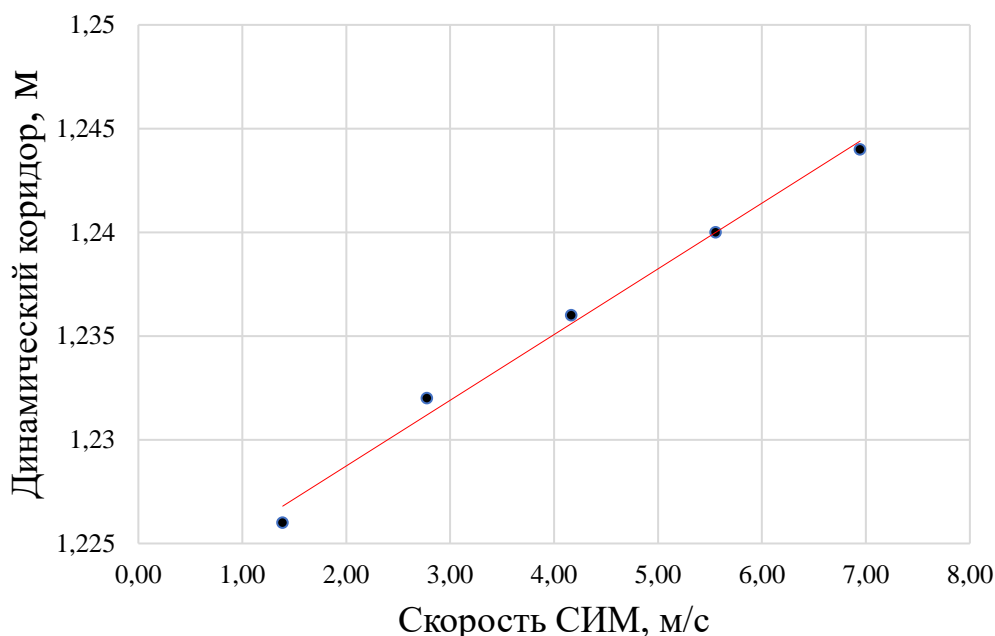


Рисунок 3 – График линейной зависимости динамического коридора СИМ от скорости его движения

Таким образом, использование данной модели позволяет исключить натурные эксперименты при определении динамического коридора СИМ и упростить расчет ширины выделенной полосы для движения электросамочатов.

Список литературы

1. Ханк Д.Э. Бизнес-прогнозирование / Д.Э. Ханк; А.Д. Райтс; Д.У. Уичерн – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. — 656 с. [Пер. с англ. В.В. Марченко и др.]

2. Таблица распределения Стюдента. – Режим доступа: <http://math-info.hse.ru/f/2018-19/ps-ms-2/student.pdf>