

**УДК 658 /656.02**

Попов Иван Олегович, магистрант кафедры автомобильных перевозок  
(КузГТУ, г. Кемерово)

Popov Ivan Olegovich, undergraduate student of the Department of Road  
Transportation  
(KuzGTU, Kemerovo)

Семенова Ольга Сергеевна, к.т.н., доцент кафедры автомобильных  
перевозок  
(КузГТУ, г. Кемерово)

Semenova Olga Sergeevna, Candidate of Technical Sciences, Associate  
Professor of the Department of Road Transportation  
(KuzGTU, Kemerovo)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО ДЛЯ  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ  
НА ПЕРЕКРЕСТКЕ ПР. ЛЕНИНА – ПИОНЕРСКИЙ БУЛЬВАР  
Г. КЕМЕРОВО**

**APPLICATION OF THE SLIDING AVERAGE METHOD FOR FORECASTING  
THE INTENSITY OF PEDESTRIAN FLOWS AT THE CROSSROADS OF  
PR. LENINA - PIONEER BOULEVARD G. KEMEROVO**

**Аннотация:** пешеходные потоки имеют прямое влияние на ситуацию на дороге. Поэтому, прогноз их дальнейших данных будет очень полезен. В данной статье рассматривается один из методов прогнозирования интенсивности пешеходных потоков.

**Annotation:** pedestrian flows have a direct impact on the situation on the road. Therefore, the forecast of their further data will be very useful. This article examines one of the methods for predicting the intensity of pedestrian flows.

Рост благосостояния населения положительно сказывается на уровне их жизни: улучшаются условия жизни; увеличивается население с высшим и средним образованием; увеличивается количество личных автомобилей. Наличие свободного времени стимулирует активность населения – люди начинают посещать магазины, торгово-развлекательные центры, учебные заведения и т.д. Число пешеходов за последние годы значительно увеличилось.

Состав пешеходных потоков напрямую зависит от характеристик центра тяготения пешехода. Изучение состава пешеходных потоков на пешеходных переходах показало, что на территории, где расположены медицинские сооружения, большинство пешеходов имеют пенсионный возраст. Значительную

часть пешеходных потоков вблизи муниципальных образовательных учреждений составляют дети. Рядом с высшими и средними образовательными учреждениями в основном пешеходный поток состоит из молодых людей. Чаще всего молодежь и людей среднего возраста можно увидеть возле торговых и торгово-развлекательных центров.

Интенсивность пешеходных потоков зависит от фокусов тяготения пешеходов. Для анализа пешеходного потока был выбран перекресток г. Кемерово пр. Ленина – бульвар Пионерский, который представлен на рисунке 1.

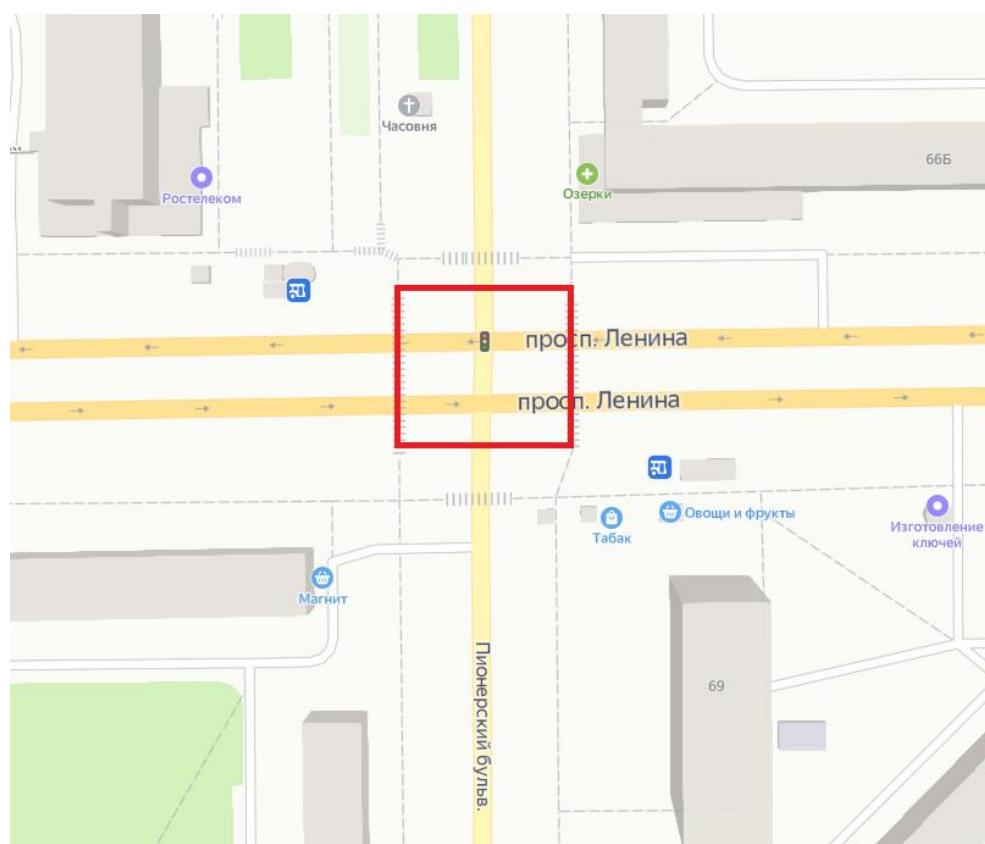


Рисунок 1 – Вид перекрестка пр. Ленина – Пионерский бульвар

Данный перекресток оснащен двумя автобусными остановками, которые являются центром притяжения пешеходов. Также на перекрестке находится компания «Ростелеком» и стоматологическая клиника «Улыбка». Пешеходный поток на данном перекрестке состоит из 4 категорий пешеходов: взрослые (18-55 лет), пенсионеры (55 и старше), подростки (14-18 лет) и дети (младше 14 лет).

Спрогнозируем интенсивность передвижения пешеходов на перекрестке пр. Ленина – бульвар Пионерский с помощью метода прогнозирования временного ряда – метода скользящего среднего. Данный метод позволяет осуществить прогноз путем экстраполяции значений отдельной переменной на основе статистических данных за прошлые временные периоды: среднее фиксированного числа  $n$  последних наблюдений (узлов) используется для оценки следующего значения  $y$ :

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{1}{n} (y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-n+1}),$$

где  $\hat{y}_{t+1}$  – прогнозируемое значение за период  $t+1$ ,

$y_t$  – фактическое значение за период  $t$ .

Среднее абсолютных отклонений (САО), позволяющее оценить качество прогноза, вычисляется по формуле:

$$\text{САО} = \sum_{i=1}^s |y_i - \hat{y}_i|.$$

Среднее относительных ошибок в процентах (СООП):

$$\text{СООП} = \frac{\sum_{i=1}^s \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \cdot 100\%}{S}$$

где  $S$  – количество прогнозов.

Для дальнейшего исследования были собраны данные по интенсивности пешеходных потоков за месяц в утренний час-пик только в будние дни (рисунок 2, ряд  $y$ ).

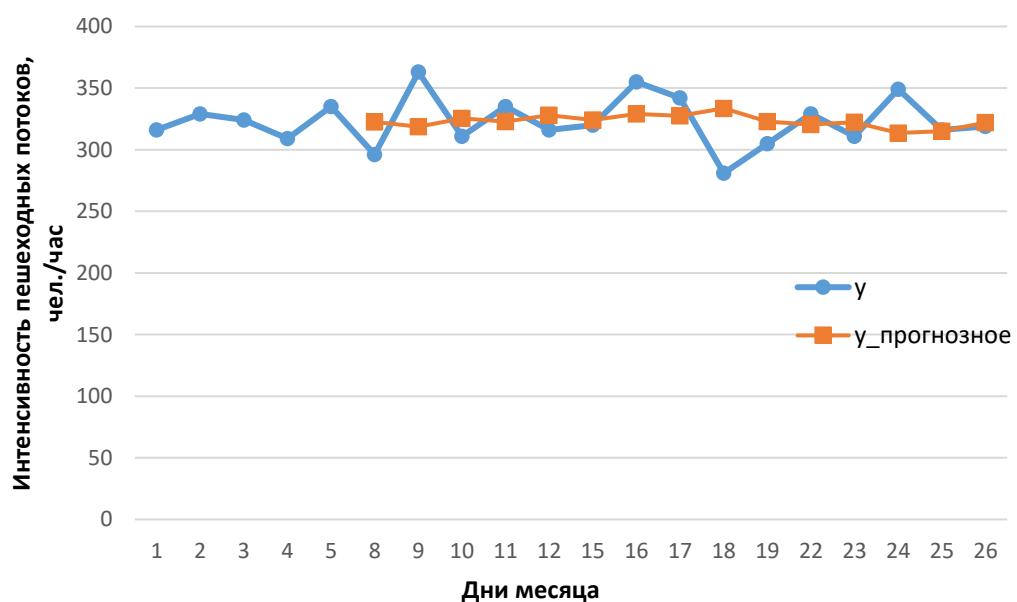


Рисунок 2 – Интенсивность пешеходного потока на перекрестке пр. Ленина – Пионерский бульвар

Затем методом простого скользящего среднего по 5 узлам для 20 будних дней была определена прогнозная интенсивность пешеходных потоков (рисунок 2, ряд  $y_{\text{прогнозное}}$ ).

Аналогично, можно осуществить прогноз на следующий временной период (21 будний день):  $y = (329+311+349+316+319)/5 = 324$ .

Среднее абсолютных отклонений САО= 18,93; СООП=5,8%.

Следует заметить, что использование большего количества статистических данных скорее ухудшает, чем улучшает точность прогноза методом скользящего среднего. Значение прогноза, полученное данным методом, всегда меньше фактического значения, если исходные данные монотонно возрастают, и больше фактического значения, если исходные данные монотонно убывают. Таким образом, данный метод лучше всего подходит для данных с небольшими случайными отклонениями от некоторого постоянного или медленно меняющегося значения.

Недостатками метода являются:

1. При вычислении прогнозируемого значения самое последнее наблюдение имеет такой же вес (т.е. значимость), как и предыдущие. Т.е. вес всех  $n$  последних наблюдений равен  $1/n$ , что противоречит интуитивному представлению о том, что последние данные могут больше сказать о том, что произойдёт в ближайшем будущем, чем предыдущие.

2. Необходимость в хранении значений  $n$  узлов. На практике требования к памяти компьютера и время, затрачиваемое на вычисления, могут стать лимитирующими факторами при проектировании системы, прогнозирующей, например, спрос на 5 000 изделий по 8 узлам (40 000 значений данных).

В результате проведенных исследований был осуществлен прогноз интенсивности пешеходных потоков на перекрестке пр. Ленина – Пионерский бульвар методом простого скользящего среднего, составлен на следующий временной период [1].

### Список литературы

1. Войко, О. А. Анализ временных рядов и прогнозирование / О. А. Войко. – Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 176 с. – ISBN 9785449901781. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=561362](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=561362) (дата обращения: 19.12.2021). – Текст : электронный.