ОБОЗРЕНИЕ
ПРИКЛАДНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ
Том 21 МАТЕМАТИКИ Выпуск 4
2014

Л. Г. Афанасьева, **И. В. Михайлова** (Москва, МГУ; Воронеж, ВГУ). **Две модели автомобильной трассы, пересекаемой пешеходным переходом.**

Стохастические модели транспортных систем в последние десятилетия привлекли внимание многих математиков. Это связано как с практической значимостью этих моделей при проектировании и организации автомобильных дорог, так и с возникновением интересных проблем математического характера. Предлагаемый доклад тесно примыкает к работам, в которых строятся математические модели нерегулируемых пересечений автомобильных дорог. Мы рассматриваем пешеходный переход на автомобильной трассе. Пешеходы появляются на переходе, образуя пуассоновский поток интенсивности λ_1, а времена прохождения перехода отдельными пешеходами не зависят от потока пешеходов и являются независимыми случайными величинами с общей функцией распределения и средним b.

В первой модели пешеходы обладают абсолютным приоритетом по отношению к автомобилям, движущимся по трассе. Это означает, что автомобиль может пересечь переход только тогда, когда на нем нет пешеходов. В противном случае остановится и ждет освобождения перехода от пешеходов. После этого время преодоления перехода считается случайной величиной с заданным распределением. Если же в момент приближения автомобиля к свободному от пешеходов переходу нет очереди из автомобилей, то время пересечения перехода автомобилем равно нулю (эффект проскакивания). Поток автомобилей на дороге считается пуассоновским с параметром λ_2. Сказанное означает, что число пешеходов $Q(t)$ в момент $t \geqslant 0$ представляет собой количество требований в бесконечноканальной системе обслуживания типа $M|GI|\infty$. Как известно, предельное распределение $Q(t)$ при $t \to \infty$ является пуассоновским с параметром $\lambda_1 b$. Для этой системы определяется также преобразование Лапласа–Стильтьеса периода занятости, т. е. время, в течение которого на переходе есть хотя бы один пешеход. В качестве модели, описывающей число автомобилей перед переходом, мы рассматриваем одноканальную систему обслуживания с ненадежным прибором. Прибор выходит из строя, когда на свободном переходе появляется первый пешеход и восстанавливается по окончанию периода занятости в описанной выше бесконечноканальной системе. На этой основе определяется стационарное распределение числа ожидающих автомобилей и моменты этого распределения.

Интуитивно очевидно, что если плотность автомобильного потока на дороге велика, то наличие пешеходного перехода приведет к образованию пробок, т. е. большой очереди из автомобилей. Поэтому целесообразно рассмотреть модель, в которой есть светофор на пешеходном переходе. Для автомобилей светофор работает следующим образом: в течение времени τ_1 горит зеленый свет, а в течение времени τ_2 — красный, где τ_1, τ_2 — константы. Для пешеходов — наоборот. Для описания образования очереди из автомобилей по-прежнему используется одноканальная система обслуживания с ненадежным прибором, в которой прибор работает время τ_1, а в течение τ_2

сломан. Предложен алгоритм для определения основных характеристик этой модели, в частности среднего числа ожидающих перед светофором автомобилей. Очередь из пешеходов описывается бесконечноканальной системой обслуживания в случайной среде. В моменты, когда для пешеходов загорается красный свет, все приборы выходят из строя, а в моменты загорания зеленого — все они восстанавливаются. Считается, что обслуживание, прерванное поломкой прибора, начинается заново. Предложены различные подходы для определения характеристик распределения числа ожидающих пешеходов в стационарном режиме.

Сравнивая характеристики очередей для моделей со светофором и без, можно найти границы интенсивности движения автомобилей и пешеходов, при которых с позиции того или иного критерия, установка светофора на перекрестке целесообразна.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 13-01-00653.