УДК 621.37/39(04)

Анализ системы управления транспортным средством на основе марковских процессов

Вашкевич Ю.Ф., Плищ В.Н.
Белорусский национальный технический университет

Пусть необходимо изучить некоторую физическая систему S, которая может с течением времени изменять свое состояние заранее неизвестным, случайным образом. Под физической системой можно понимать техническое устройство, группу таких устройств, систему управления.

В реальной ситуации состояние системы может зависеть от причинно-следственных связей между состояниями и процессами, протекающими в системе. То есть в характере поведения системы учитывается набор некоторых случайных факторов из предыдущих состояний.

Следует учесть, что переход из состояния S_i в состояние S_j носит стохастический характер. Функционирование системы необходимо рассматривать с начального состояния S_0, которому соответствует момент времени t_0.

Случайный процесс, протекающий в системе, называется марковским, если для любого момента времени t_0 вероятностные характеристики процесса в будущем зависят только от его состояния в данный момент t_0 и не зависят от того, когда и как система пришла в это состояние.

Состояние системы описывается функцией $S(t)$. Аргумент этой функции непрерывен. Известны моменты времени перехода системы из одного состояния в другое $t_1<t_2< \dots <t_n$. Переход из одного состояния в другое происходит практически мгновенно.

На практике марковские процессы в чистом виде не встречаются, но нередко приходится иметь дело с процессами, для которых влияние предыстории можно пренебречь. При изучении таких процессов можно применять марковские модели.

Для математического описания марковского случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем, протекающим в системе массового обслуживания, необходимо использовать понятие потока событий.

Под потоком событий понимается последовательность однородных событий, следующих одно за другим в случайные моменты времени.

Поток характеризуется интенсивностью l - частотой появления событий или средним числом событий, поступающих в систему массового обслуживания в единицу времени.

Поток событий называется регулярным, если события следуют одно за другим через определенные равные промежутки времени.

Поток событий называется стационарным, если его вероятностные характеристики не зависят от времени. В частности, интенсивность стационарного потока есть величина постоянная: *l(t)=l.* Например, поток автомобилей на дороге не является стационарным в течение суток, но этот поток можно считать стационарным в течении суток, скажем, в часы пик.

Поток событий называется ординарным, если вероятность попадания на малый участок времени Δt двух и более событий пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью попадания одного события.

Поток событий называется простейшим (стационарным пуассоновским), если он одновременно стационарен, ординарен и не имеет последействия. Простейший поток в качестве предельного возникает в теории случайных процессов столь же естественно, как в теории вероятностей нормальное распределение получается в качестве предельного для суммы случайных величин: при наложении достаточно большого числа n независимых, стационарных и ординарных потоков (сравнимых между собой по интенсивностям l_1 *(i=1,2, ..., n))* получается поток, близкий к простейшему с интенсивностью l, равной сумме интенсивностей входящих потоков, т. е.

$$\lambda = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \,. \tag{1}$$

Для простейшего потока число *m* событий, попадающих на произвольный участок времени t, распределено по закону Пуассона

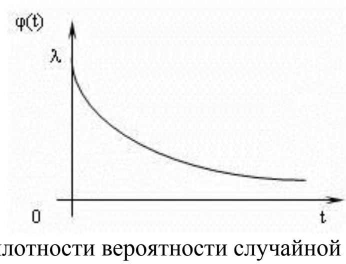
$$P_m(\tau) = \frac{(\lambda\tau)^m}{m!} e^{-\lambda\tau} \,. \tag{2}$$

Для которого математическое ожидание случайной величины равно ее дисперсии: $a=s^2=lt$.

В частности, вероятность того, что за время *t* не произойдет ни одного события (*m*=0),определяется по формуле

$$P_0(\tau) = e^{-\lambda\tau} \,. \tag{3}$$

Плотность вероятности случайной величины (рисунок) есть производная ее функции распределения, т. е. $\varphi(t) = F'(t) = \lambda e^{-\lambda\tau}$.



Изменение плотности вероятности случайной величины

Процесс перехода по цепи Маркова из одного состояния в другое формирует Марковский поток событий. Частным случаем Марковских потоков является простейший поток (стационарный, ординарный, без последействия).

Случайной функцией называется функция, значение которой при любом значении аргумента является случайной величиной.

Таким примером случайной функции является скорость движения автомобиля на участке дороги.

Таким образом, под случайным процессом понимают процесс случайного изменения состояний какой-либо физической или технической системы по времени или какому-либо другому аргументу.

УДК 629 365/367 (075.8)

Тягово-сцепные свойства колесного трактора тягового класса 0,9 с двигателем мощностью 60 л.с. при работе на переувлажнённых землях

[1]Гуськов В.В., [1]Бойков В.П., [1]Павлова В.В., Сушнёв А.А. [1], Зезетко Н.И. [2], Ключников А.В. [2], Жук А.А. [2]
[1] Белорусский национальный технический университет
[2] ОАО «Минский тракторный завод»

В статье приводятся результаты научного исследования взаимодействия движения колесного трактора в агрегате с сельхозмашинами по переувлажнённым землям при возделывании риса, клюквы и других влаголюбивых культур.

Предназначенный для этих целей колёсный трактор тягового класса 0.9 с двигателем 60 л.с. был разработан в 2013–2015 гг. в конструкторском бюро ОАО «МТЗ» по заданию ГНТП «Машиностроение и машиностроительные технологии» на 2015–2020 гг.

В проектирования возникли вопросы оценки тягово-сцепных свойств и экономичности этого трактора при указанных условиях движения. Коллективами профессорско-преподавательского состава кафедры «Тракторы» БНТУ, совместно с конструкторской организацией ОАО «МТЗ» была разработана методика определения этих свойств трактора и построение тяговой характеристики, что нашло применение в процессе проектирования. В методике учтены современные теории взаимодействия движителей колесных машин по грунтовым поверхностям, что позволило адекватно оценить указанные качества трактора при проектировании и что в дальнейшем подтвердилось при испытаниях.