

УДК 338.47
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПОРТОВЫМ ОПЕРАЦИЯМ

К.А.АБЛЯЗОВ, Г.Л.КОЗЕНКОВА, В.К.АБЛЯЗОВ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
им. адмирала Ф.Ф. УШАКОВА»
Новороссийск, Россия

При планировании работы порта приходится считаться не только со случайным разбросом моментов прихода судна, но и со значительным разбросом длительности погрузочно-разгрузочных операций. Многие экономические и технические проблемы, связанные с эксплуатацией портов, не могут быть решены простыми арифметическими приемами, так как они не учитывают случайные факторы в подходе судов, а исходят из таких средних цифр, как средний тоннаж судна, среднее время обработки судна у причала, запланированный грузооборот. Для решения таких проблем необходимо привлекать математическое моделирование систем массового обслуживания (СМО) применительно к портовым операциям, которое может быть аналитическим и имитационным. При аналитическом моделировании модели СМО могут быть получены при использовании допущений, каждое из которых приводит к уменьшению степени их адекватности. Аналитические модели очень экономичны, однако универсальным методом исследования СМО применительно к портовым операциям является имитационное моделирование.

Имитационная модель СМО представляет собой алгоритм, описывающий изменения переменных состояний на моделируемом отрезке времени при задании внешних воздействия на объект. Предполагается, что изменение состояния любой переменной, называемое событием, происходит мгновенно в некоторый момент времени. Имитационное моделирование СМО — воспроизведение последовательности события в системе при вероятностном характере параметров системы. Имитация функционирования системы при совершении большого числа событий позволяет произвести статистическую обработку накопленных результатов и оценить значения выходных параметров, примеры которых указаны выше.

Алгоритм имитационного моделирования СМО можно кратко описать следующим образом. Опрашиваются входные источники заявок, в результате определяются моменты появления заявок на входах СМО. Сведения об этих событиях заносятся в список событий, который упорядочен по моментам наступления событий. Далее процесс имитации управляется списком событий. Из этого списка выбирается ближайшее по времени совер-

шения событие и имитируется продвижение в СМО заявки, связанной с этим событием. Продвижение имитируется до тех пор, пока заявка не окажется задержанной в некотором обслуживающем аппарате. Если при этом заявка входит в состояние «обслуживание», то по математической модели обслуживающего аппарата определяется длительность обслуживания и, следовательно, становится предвидимым момент наступления очередного события, связанного с этой заявкой. Сведения об этом будущем событии заносятся в список событий. Далее аналогичным образом выбирается ближайшее событие из списка событий и производится имитация поведения заявки, связанной с этим событием, и т. д. В процессе прохождения заявок по СМО накапливаются данные, необходимые для последующего расчета выходных параметров. С помощью имитационного моделирования менеджер может подобрать удовлетворяющий его вариант, изменяя дисциплины обслуживания заявок, варьируя параметры погрузочно-разгрузочного оборудования (ПРО) причала порта, их количество, способы технологии перегрузки грузов.

При моделировании СМО различают два типа элементов: заявки от судов и погрузочно-разгрузочное оборудование причала порта.

В общем случае поток заявок можно рассматривать как случайный процесс, задаваемый функцией распределения промежутков времени между моментами поступления двух соседних заявок. Основной характеристикой потока заявок является интенсивность λ , равная среднему числу поступающих заявок в единицу времени.

Работа ПРО причала характеризуется длительностью обслуживания судна. В общем случае это случайная величина, характеризуемая некоторым законом распределения. Математическое ожидание этого закона распределения – среднее время обслуживания судов в единицу времени. Наиболее часто используемые законы распределения случайных величин – экспоненциальное, k -распределение Эрланга и нормальное.

Обслуживание судов ведется по принципу «раньше пришел, раньше обслужен». Длина очереди не ограничена.

Алгоритм моделирования СМО состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Генерация случайной величины случайного числа в интервале от 0 до 1.

Шаг 2. Определение интервала времени между поступлениями двух соседних заявок.

Шаг 3. Определение времени обслуживания i -той заявки судна на причале.

Шаг 4. Определение среднего времени ожидания в очереди; среднего времени пребывания в системе и загрузки причала.