

УДК 681.518.05

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ГРУППЫ ЛИФТОВ

С.К. КРУТОЛЕВИЧ, К.А. ДЕМИДЕНКОВ, К.С. САМАРЦЕВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Целью данной работы является разработка модели работы группы лифтов и сравнение эффективности различных алгоритмов управления.

Моделируемая система описывается следующими параметрами: число лифтов в группе; число посадочных площадок; матрица возможных остановок; параметры привода лифтов; параметры пассажиропотока. Параметры лифтов описывают свойства, характерные для каждого из лифтов, а именно: грузоподъемность лифта, номинальную скорость лифта, начальное положение лифта, общую массу подвижной системы лифта (кабины, противовеса, тросов, маховика и др.).

Поток пассажиров характеризуется этажами появления и следования пассажиров, массой пассажира, интервалом времени между приходом пассажиров, временем начала и окончания потока. Перечисленные выше параметры характеризуются случайными величинами.

Ядро системы состоит из следующих основных частей – подсистемы, реализующей основной цикл моделирования, генератора пассажиропотока и подсистемы управления моделированием. Основной цикл моделирования включает в себя: выборку очередного события; обработку данного события; запуск алгоритма управления лифтами; изменение состояний лифтов в соответствии с командами, полученными от алгоритма управления; отображение изменений в системе на экране компьютера и проверку условий окончания моделирования.

Для выполнения процесса имитации была использована среда MATLAB-SIMULINK.

Проведенные на модели исследования показали, что минимизация времени ожидания лифта и потребление электроэнергии являются конфликтными критериями. Другими словами данная задача является задачей многоцелевой оптимизации.

Одним из способов оптимизации является использования одного из критериев в качестве целевой функции. В нашем случае это минимизация затрат электроэнергии. А второй критерий выступает в качестве ограничения. Так например, допустимое время ожидания кабины лифта составляет не более 90 секунд. Таким образом, оптимальным становится альтернативный путь с наименьшим расходом электроэнергии и времени ожидания не более 90 секунд.

Второй способ поиска оптимального алгоритма управления группой лифтов заключается в минимизации следующей целевой функции:

$$C = W_t T_N(R) + W_E E_N(R), \quad (1)$$

где $T_N(R)$ – нормализованное время, при обслуживании заявок по пути R
 $E_N(R)$ - нормализованное потребление электроэнергии при обслуживании
заявок по пути R , W_t и W_E - весовые коэффициенты.

Можно сделать вывод, что оптимизация времени ожидания и количества потребляемой энергии – две противоположные цели. Учитывая вышесказанное, параметрами оптимизации будут являться весовые коэффициенты W_t и W_E .

Несмотря на то, что были определены только два параметра оптимизации, изменяя значения которых можно плавно перемещаться между чистой оптимизацией времени ожидания и оптимизацией потребляемой энергии, остается открытым вопрос определения значений коэффициентов W_t и W_E .

В настоящее время, в большинстве систем управления группой лифтов, данные весовые коэффициенты устанавливаются по желанию заказчика и являются постоянными величинами. При этом многие заказчики устанавливают среднее время ожидания ниже, чем 90 секунд, что существенно увеличивает расход электроэнергии.

В результате исследований было выявлено, что рационально не минимизировать значение целевой функции C , а поддерживать его на неком постоянном уровне. Идея заключается в минимизации модуля ошибки ε между значением функции C из уравнения (1) и желаемым значением этой функции.

$$\varepsilon = |C^* - C|$$

Выбирая подходящие значения для W_t и W_E в каждой ситуации движения, может быть сокращено количество электроэнергии, необходимое для перевозки пассажиров, т.к. отпадает необходимость обеспечения пассажиров более быстрым сервисом, как того требует целевая функция 1.

Если в течении некоторого времени (10–20) заявок значение целевой функции C меньше некоего заданного значения C^* начинается постепенное увеличение коэффициента W_E и соответствующее уменьшение коэффициента W_t . Как следствие время ожидания становится больше. Возрастает важность потребления энергии в выборе альтернативных путей, в то время как важность времени снижается.

Проведенное математическое моделирование показало эффективность предложенного алгоритма. Так при определенной интенсивности потока заявок удалось уменьшить энергопотребление на 20 % без существенного увеличения времени ожидания лифтов. Кроме этого становится возможным создать программируемый календарь времен ожидания, позволяющий назначить различные временные цели обслуживания на различные дни недели или времена дня.

Использование среды моделирования MATLAB-SIMULINK позволило разработать модель системы управления.