

Технология и средства механизации

УДК 502/504:631.354.2

А. С. МАТВЕЕВ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Московский государственный университет природообустройства»

УПРОЩЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПУТЕМ ПРИВЕДЕНИЯ ПОТОКА ОТКАЗОВ К ЕДИНОЙ ГРУППЕ ЗНАЧИМОСТИ

При построении процесса обслуживания и ремонта строительной и мелиоративной техники возникают ошибки из-за разброса экспериментальных данных. Группировка данных по отказам позволяет устранить подобные ошибки при прогнозировании, а также упрощает процесс моделирования.

Отказ, группа значимости, имитационное моделирование, оптимизация.

At constructing a process of maintenance and repair of the building and reclamation machinery there are arising mistakes due to the experimental data scattering. Grouping of the data according to failures makes it possible to eliminate similar mistakes at forecasting as well as simplifies a process of simulation.

Failure, group of significance, simulation, optimization.

Имитационное моделирование технического обслуживания, как правило включает два этапа: первый – собственно создание модели; второй – анализ построенной модели с целью принятия решения.

Сначала необходимо определить цель моделирования. От цели зависит

то, какие процессы следует выделить и отобразить в модели, какие характеристики этих процессов учитывать, какие соотношения между переменными и параметрами модели отражать. Определив цель и выбрав процессы, построить структуру модели, т.е. выделить отдельные подсистемы, опреде-

лить элементарные компоненты и установить их связи на каждом уровне. (В имитационном моделировании структура модели отражает структуру реального объекта моделирования на некотором уровне абстракции, а связи между компонентами модели являются отражением реальных связей). Затем построенную модель проверить с точки зрения корректности ее реализации.

Следующий этап: а) сбор данных тех характеристик в реальной системе, которые должны быть введены в модель в виде значений параметров и распределений случайных величин;

б) проверка правильности модели по результатам (проверяется на тех участках, в которых известны либо очевидны характеристики поведения реальной системы).

Последним этапом работы с моделью является компьютерный эксперимент. Компьютерное моделирование позволяет не только получить прогноз, но и определить, какие управляющие воздействия на систему приведут к благоприятному развитию событий. В табл. 1 перечислены этапы компьютерного имитационного моделирования.

Таблица 1

Этапы имитационного моделирования

Этап	Результат
Понимание системы	Понимание того, что происходит в системе, подлежащей анализу, какова ее структура, какие процессы в ней протекают
Формулировка цели моделирования системы	Список задач, которые предполагается решить с помощью будущей модели. Список входных и выходных параметров модели, список исходных данных, критерии завершения будущего исследования
Разработка концептуальной структуры модели	Структура модели, состав существенных процессов, подлежащих отображению в модели, зафиксированный уровень абстракции для каждой подсистемы модели (список допущений), описание управляющей логики для подсистем
Реализация модели в среде моделирования	Реализованные подсистемы, их параметры и переменные, их поведение, реализованная логика и связи подсистем
Реализация анимационного представления модели	Анимационное представление модели, интерфейс пользователя
Проверка корректности реализации модели	Убеждение в том, что модель корректно отражает те процессы реальной системы, которые требуется анализировать
Калибровка модели	Фиксация значений параметров, коэффициентов уравнений и распределений случайных величин, отражающих те ситуации, для анализа которых модель будет использоваться
Планирование и проведение компьютерного эксперимента	Результаты моделирования — графики, таблицы и т.п., дающие ответы на поставленные вопросы

При моделировании процессов выполнения технического обслуживания и ремонта строительных и мелиоративных машин возникает необходимость группировать данные по отказам подобной техники. Это необходимо для устранения ошибок при прогнозировании, так как присутствует значительный разброс экспериментальных данных, а также для удобства процесса моделирования. В работе предлагается

следующая методика приведения отказов ко второй группе значимости.

Пусть имеется N единиц техники. У каждой в течение одного сезона эксплуатации произойдет n_{1i} отказов первой группы значимости, n_{2i} отказов второй группы значимости и n_{3i} отказов третьей группы значимости. На их устранение необходимо затратить определенные средства, например, запасные части, расходные материалы, оплатить

работы по ремонту и обслуживанию, произвести амортизационные отчисления на машины и оборудование. При этом в каждой группе машин эти величины имеют значительный разброс.

Для удобства расчетов перейдем к средним величинам показателей. Средние затраты на устранение отказов всех трех групп значимости $C_{1срi}$, $C_{2срi}$, $C_{3срi}$ по каждой единице техники определим по следующим формулам:

$$C_{1срi} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{1i}} C_{1ij}}{n_{1i}};$$

$$C_{2срi} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{2i}} C_{2ij}}{n_{2i}};$$

$$C_{3срi} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{3i}} C_{3ij}}{n_{3i}}.$$

Таким образом, получим N множеств, состоящих из величин $C_{1срi}$, $C_{2срi}$, $C_{3срi}$. Проведенные исследования показали, что имеется значительный разброс показателей, поэтому необходимо также перейти к средним величинам затрат $C_{1ср.об.}$, $C_{2ср.об.}$, $C_{3ср.об.}$ в каждой группе машин. Определим их по формулам:

$$C_{1ср.об.} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{1i}} C_{1срi}}{N};$$

$$C_{2ср.об.} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{2i}} C_{2срi}}{N};$$

$$C_{3ср.об.} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{3i}} C_{3срi}}{N}.$$

Теперь мы имеем средние величины затрат на устранение отказов трех групп значимости $C_{1ср.об.}$, $C_{2ср.об.}$, $C_{3ср.об.}$. Приведем все отказы ко второй группе значимости. Для этого произведем следующие вычисления:

$$n_{1ср.} = \frac{\sum_{j=1}^N n_{1i}}{N};$$

$$n_{2ср.} = \frac{\sum_{j=1}^N n_{2i}}{N};$$

$$n_{3ср.} = \frac{\sum_{j=1}^N n_{3i}}{N}.$$

Средние суммарные затраты на устранение отказов первой и второй групп значимости определим из выражений:

$$C_{1сум} = n_{1ср.} C_{1ср.об.};$$

$$C_{3сум} = n_{3ср.} C_{3ср.об.}$$

Количество отказов второй группы значимости, эквивалентное количеству отказов первой и третьей групп, определим так:

$$n_{1экв.} = \frac{C_{1сум}}{C_{2ср.об.}};$$

$$n_{3экв.} = \frac{C_{3сум}}{C_{2ср.об.}}.$$

И затем определим общее количество отказов второй группы значимости:

$$n_{2сум.} = n_{2ср.} + n_{1экв.} + n_{3экв.}.$$

Такие расчеты необходимо провести для всех лет эксплуатации техники по каждой группе машин. В результате будут получены данные для имитационной модели.

Таким образом, *имитационная модель* — это упрощенное подобие реальной системы, либо существующей, либо той, которую предполагается создать в будущем. Имитационная модель обычно представляется компьютерной программой, выполнение программы можно считать имитацией поведения исходной системы во времени*.

Имитационное моделирование можно использовать при принятии

*Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 [Текст] / Ю. Г. Карпов. — СПб. : Изд-во «БХВ-Петербург», 2005. — 400 с.

решений на стадиях проектирования и анализа производственных систем.

Для оптимизации необходимо:
на разработанной модели провести эксперимент;

установить оптимальные параметры (компоненты изменяемого вектора исходных факторов x) и области их изменения;

задать условие останова модели после каждого прогона (это может быть либо остановка по времени выполнения прогона, либо остановка по условиям, накладываемым на переменные модели);

определить целевую функцию, отражающую предпочтение w вектора исходных факторов x (значение w должно быть доступно в конце каждого прогона модели, оно будет использоваться оптимизатором);

ввести ограничения, которые в конце каждого прогона определяют, допустимо ли значение вектора исходных факторов x ;

определить условия прекращения оптимизации.

Выводы

Математическое моделирование и связанный с ним компьютерный эксперимент являются достойной альтернативой натурным экспериментам и незаменимы в тех случаях, когда физический эксперимент невозможен или затруднен.

Статья поступила в редакцию 17.04.09.

Матвеев Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология металлов и ремонта машин»

Тел. 8-916-964-57-09

E-mail: matveev80@ya.ru