

С. В. Романов

Научный руководитель – А. Д. Краснощеков  
Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С. П. Королева, Самара

## РЕШАТЕЛИ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ

*При моделировании в экономике, промышленности, на транспорте, оптимизация происходящих процессов связана с большим количеством информации. Использование решателей позволяет оптимизировать и принять управленческое решение в реальном масштабе времени. Этот метод использован при годовом и оперативном планировании работы флота.*

На некотором  $v$ -м уровне управления функционирования имитационной модели (ИМ) с позиций оптимизации может быть описано следующим образом.

В качестве управления рассматривается представленная в машине ИМ. Имеется некоторое число решателей  $R_k, K=1, \bar{K}$  того или иного типа, от действия которых при заданных начальных условий зависит все развитие процесса в ИМ. Состояние ИМ в любой момент времени может быть описано достаточно большим набором переменных, из которых только некоторая часть, называемая фазовыми переменными  $X_i$  используется. Значение фазовых переменных измеряется в контрольных точках. В случайные моменты времени  $t_\tau$  в том или ином решателе возникает конфликтная ситуация, разрешаемая путем принятия решения этим решателем.

Заранее известен набор решений  $\{r\}_k$  для каждого решателя, которыми можно пользоваться при разрешении возникающих в сфере его действия конфликтных ситуаций. Конкретный набор решателей  $\{r\}_k$  определяется типом решателя. Различается 3 последовательности событий в процессе функционирования имитационной модели.

1. Последовательность моментов имитации (ось времени моделирования),  $t = 1, 2, \dots, T$ ,
2. Последовательность моментов  $t_0$  изменений фазовых переменных  $X_i$ ;  $\delta = 1, 2, \dots, E$ ,
3. Последовательности  $\{t_\delta\}$  и  $\{t_\tau\}$  случайного характера.

Значения фазовых переменных сложным образом зависят от всей предыстории процесса и начальных условий.

Задача оптимизации состоит в определении оптимальной, в смысле заданного критерия, последовательности таких решений в  $R_k$ .

Качество управления оценивается величиной функционала, вычисляемого на векторе значений фазовых переменных в конечный момент времени  $T$ . Рассматриваемая задача является задачей оптимизации конечного состояния системы при ограниченном числе точек воздействия или точек управления. Решения, которые принимаются в этих точках, оказывают влияние на весь последующий ход процесса по времени. Такими точками являются точки ветвления потока и точки выбора объектов из очереди на обслуживание.

Решатели, используемые в ИМ – это операторы специального вида, реализуемые в виде программы

со свободным полем памяти, заполняемым извне перед каждым вариантом имитации процесса. В точках ветвления потока будем располагать решатели типа В-типа  $[R(B)]$  в точках выбора объектов на обслуживание – решатели П-типа  $[R(P)]$ . В этих же последних точках может располагаться третий тип решателей – решатели К-типа, осуществляющие составление сложных дискретных объектов из более простых. Решатели характеризуются своим вектором управления, содержащим информацию, которая заносится перед началом работы ИМ в свободное поле памяти программы решателя. Вектор управления или вектор заполнения решателя задается в виде кортежа. Кортеж решателя состоит из номеров вершин-адресатов. Они содержат указания, какие дискретные объекты с каким приоритетом должны выбираться из очереди на обслуживание. Указания могут быть персонифицированы с точностью до конкретного объекта либо относиться к целому классу дискретных объектов. В решателе В-типа адреса назначения присваиваются дискретным объектам одного типа по мере завершения ими обслуживания. Решатели К-типа первоначально не используются. Решатели П-типа могут оказывать лишь некоторое корректирующее воздействие на траекторию движения того или иного объекта на сети и т. д. В связи с этим вслед за постановкой тех или иных задач управления на базе ИМ возникает задача «прикрепления к ним» соответствующих типов решателей. После ее решения возникает задача согласования режимов работы решателей, используемых в ИМ на разных уровнях управления.

Области решателей заданы как комбинаторные множества ИМ. Можно указать два основных подхода к решению задач. Это подходы связываются с понятиями одно- и многошаговой оптимизации. Одношаговая оптимизация понимается следующим образом. Если тем или иным способом определить заполнение решателей  $R_k$ , то располагая имитационной моделью можно получить один вариант функционирования ИМ на отрезке  $0-T$ . По аналогии с задачами одношаговой оптимизации можно считать, что заполнением решателей задается некоторая точка в пространстве оптимизации. Каждой такой точке ставится в соответствие матрица  $U_s$ , строками которой являются заполнения решателей  $R_k$ . Матрицу  $U_s$  будем называть матрицей управления.

При многошаговой оптимизации задача решается путем последовательного во времени принятия

решений в решателях. Решения принимаются по мере возникновения конфликтных ситуаций. Задача оптимизации состоит в том, чтобы для каждого решателя с учетом имеющихся ограничений найти такие последовательности решений, которые возникают на этих путях.

В условиях одношаговой оптимизации матрицы управления задаются в виде неупорядоченных множеств  $U^{(2)}$ ,  $U^{(3)}$  и т. д.

Мощность множества  $U^{(2)}$  для однослойной сети может быть оценена по формуле:

$$\Pi = \left[ Q_k \left( \prod_{\lambda=1}^{\lambda=\Delta k} Q_{\lambda}^k \right) \right],$$

где  $Q_k$  – число заполненных мест в  $k$ -й строке матрицы;  $K$  – число строк матрицы;  $Q_{\lambda}$  – число мест в  $k$ -й

строке. Матрицы  $U_S^{(2)}$ , занятых  $\lambda$ -м номером  $\lambda = \overline{1, \lambda_k}$ ;  $\lambda_k$  – число различных номеров  $i$ -й строке матрицы.

Для номинальной сети, состоящей из 10 слоев, содержащих 34 решателя со средней длиной заполнения, равной 6, степенью ветвления = 2,4, мощность пространства управления составляет матрицу  $3 \times 10$ .

В связи с дополнительной сложностью этой задачи предпочтительнее работать непосредственно с конечной ситуацией и использовать процедуры одношаговой оптимизации конечного состояния на сети.

© Романов С. В., Краснощекоев А. Д., 2010

УДК 621.396

П. В. Семкин

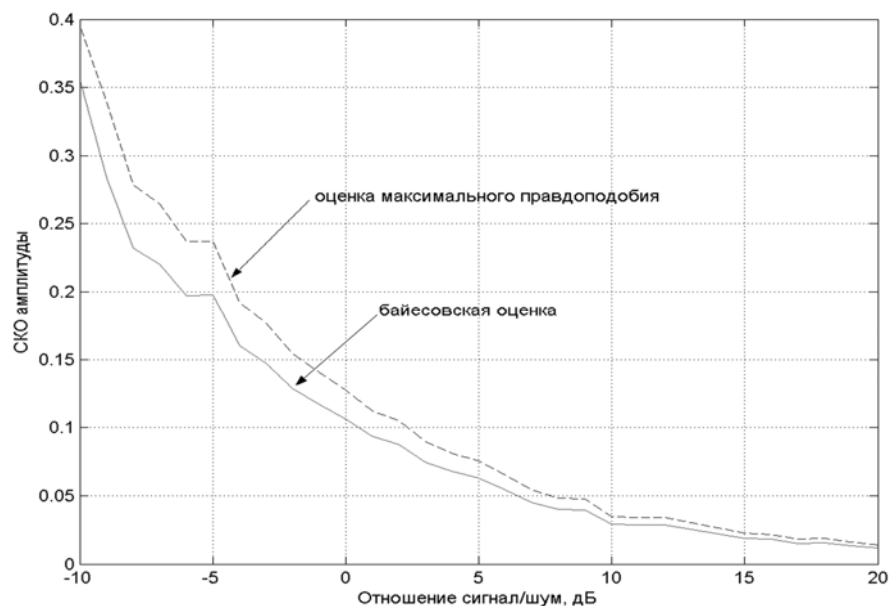
Научный руководитель – А. В. Кузовников  
ОАО «Информационные спутниковые системы»  
имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СЛУЧАЙНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ

*Рассмотрены методы статистического оценивания неизвестных параметров радиосигналов. Проведено математическое моделирование сигналов со случайными параметрами. Сравнивается точность оценивания неизвестных параметров случайных сигналов по методу максимального правдоподобия и по методу Байеса.*

В настоящее время наблюдается бурное развитие систем радиомониторинга, связанное с загруженностью радиочастотного спектра, необходимостью защитить системы связи от неавторизованного доступа и по ряду других причин [1]. Одной из основных задач радиомониторинга является оценка неизвестных параметров радиосигнала в условиях априорной неопределенности относительно типа сигнала.

Условно сигналы можно разделить на три типа [2]: детерминированные (с полностью известными параметрами), случайные (с полностью неизвестными параметрами) и квазидетерминированные (с одним или более неизвестным параметром). Наибольший интерес с точки зрения радиомониторинга представляют случайные и квазидетерминированные сигналы.



Зависимость СКО статистических оценок от отношения сигнал/шум