

Курс:

# **ТЕОРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ**

Тема 2:

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ**

**ТЛЕУЖАНОВА МАНАТЖАН АШИМКУЛОВНА**

Как говорилось выше, оптимальный синтез – определение таких значений входных данных, параметров и управляющих воздействий, при которых значение критерия оптимизации системы становится экстремальным.

В ходе проектирования системы на основе модельного описания рассматриваются: ***принцип действия, структурный синтез, параметрический синтез.*** Задачи оптимального проектирования также подразделяют на:

- задачи выбора оптимального принципа действия;
- задачи структурной оптимизации;
- задачи параметрической оптимизации.

На уровне выбора оптимального принципа действия используются эвристические методы, которые, однако, опираются на знание базовых законов, принятых в современной концепции естествознания, например, законов сохранения или взаимодействия геофизических полей. В целом же ещё не выведены такие методы и критерии, которые бы позволили дать полную и точную картину поведения объекта в реальных условиях на основе ограниченного объема экспериментальных измерений, чтобы выбрать наиболее подходящий принцип действия.

На втором уровне проводится структурный оптимальный синтез системы, то есть поиск ее наилучшей структуры. Задача поиска оптимальной системы сводится к комбинаторной задаче, часто очень большой размерности. В её основе чаще всего лежит представление структуры в виде графов, сравнительный анализ структур на основе ограниченного числа параметров, синтез исследуемых структур.

В качестве примера простейшего структурного синтеза рассмотрим структурный анализ обслуживания информационной системы с позиции обнаружения в ней уязвимостей с возможностью последующей реализации атаки.

### ***Пример 1.***

Используя статистические данные, определяются входные величины:

$\lambda$  - ***интенсивность возникновения уязвимости*** (число обнаруженных уязвимостей в фиксированный период времени).

$\mu$  - ***интенсивность устранения уязвимостей***, то есть число устраненных одним специалистом. Работа специалиста ИБ здесь понимается как канал обслуживания.

Для структурного синтеза строится модель, определяющая  $P_{0Y}$  - вероятность того, что в системе устранены  $Y$  уязвимостей.

При этом  $Y$  – коэффициент готовности информационной системы к безопасной работе в отношении возникновения уязвимостей одного типа. Очевидно, система должна быть спроектирована так, чтобы значения этой величины при известных допущениях были бы максимальными. В данной упрощенной модели определяется необходимое количество обслуживающих специалистов в зависимости от статистически определенных параметров  $\lambda$  и  $\mu$ .

Для проведения расчетов используют схему случайного процесса «гибели и размножения», которая играет важную роль в теории систем массового обслуживания (СМО). В терминах теории СМО специалисты понимаются как обслуживающие каналы, а обнаруженная уязвимость – как заявка на обслуживание.

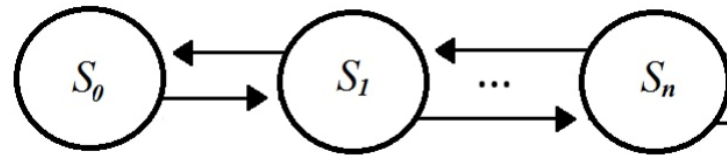
Графы состояния случайного процесса выявления и устранения уязвимостей представлены на рисунке 2: состояния - следующие:

$S_0$  – в системе нет уязвимостей;

$S_1$  – в системе выявлена и не устранена 1 уязвимость;

$S_2$  – в системе выявлены 2 неустранённые уязвимости;

$S_n$  – в системе выявлено  $R$  неустранённых уязвимостей.



*Рисунок 2. Схема «гибели и размножения»*

Очевидно, что состав коллектива специалистов зависит от соотношения  $\lambda/\mu$ . В [7] приводится пример расчета вероятностей состояний по формулам, справедливым для процесса гибели и размножения для коллектива из одного (таблица 1) и из двух (таблица 2) специалистов.

*Таблица 1 – Вероятность состояний для одноканальной системы.*

$P_{Ry}$	$\rho$				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$P_{0y}$	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
$P_{1y}$	0,09	0,16	0,21	0,24	0,25
$P_{R \geq 2y}$	0,01	0,04	0,09	0,16	0,25

*Таблица 2 – Вероятность состояний для двухканальной системы.*

$P_{Ry}$	$\rho$						
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$P_{0y}$	0,74	0,68	0,60	0,56	0,51	0,47	0,43
$P_{1y}$	0,23	0,27	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39
$P_{2y}$	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18
$P_{R \geq 3y}$	0	0	0	0	0	0	0

Анализ этих таблиц показывает, что при  $\rho \leq 0,2$  допустимо проектировать один канал обслуживания. Если же  $\rho > 0,2$  необходимо использовать двухканальную СМО.

Отметим далее, что статистическая оценка параметра  $\rho$  зависима от многих условий эксплуатации, а также от субъективного мнения экспертов, поэтому неполнота исходных данных не позволяет произвести однозначный выбор даже на такой простой модели.

Третий уровень оптимального проектирования – параметрическая оптимизация. Задача параметрической оптимизации состоит в определении наилучших значений параметров системы для выбранной структуры с учетом всех требований. Надо найти экстремальное значение функции, зависящей от параметров системы, с учетом ограничений на параметры. Как раз на этом этапе применяются многообразные алгоритмы оптимизации, разработанные как эвристически, так и в рамках строгой теории.

Законы, описывающие процессы, протекающие в системе (математическая модель), могут быть весьма сложны с математической точки зрения. Множество оптимизации также может иметь сложную структуру. Например, часть параметров может принимать только натуральные значения, как число реакторов или их конструктивных составляющих, или быть дискретным (например, стандартные значения шага резьбы). Зависимости параметров могут быть нелинейными, кусочно-нелинейными. Целевые функции зачастую многоэкстремальны, имеют вид «оврагов» или «плато».

Для решения таких задач используются методы математического программирования. Термин «программирование» исторически употреблялся для обозначения «синтеза системы» или «планирования». Он не имеет отношения к современному программированию, в смысле написания кода.