

«Теория принятия решений»

ст. преп. каф. СС и ПД
Владимиров Сергей Александрович

Лекция 2

Постановка и содержание задачи теории принятия решений

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Постановка задачи принятия решения. Основные определения.
2. Свойства, качества объекта и процесса принятия решения. Показатели качества и требования к ним.
3. Целевая функция (функция потерь), риски, критерий оптимальности и оценки качества решения.
4. Множество вариантов решения, ресурсы, алгоритмы принятия решений, неопределенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Литература:

1. Щекотихин В.М., Терентьев В.М. Прикладная математика.- Орел: Академия ФАПСИ, 2002.
2. Терентьев В.М. Методика обоснования требований к показателям качества АСМКРС. -Л.: ВАС, 1991.
3. Терентьев В.М., Паращук И.Б. Теоретические основы управления сетями многоканальной радиосвязи. - С-Петербург: ВАС, 1995.
4. Терентьев В.М., Санин Ю.В. Анализ эффективности функционирования автоматизированных сетей многоканальной радиосвязи. - С-Петербург: ВАС, 1992.

Постановка задачи принятия решения.

Формально задачу принятия решения D можно записать в следующем обобщенном виде:

$$D = (F, A, X, G, P), \text{ где}$$

F — *формулировка задачи принятия решения*, которая включает в себя содержательное описание проблемы и при необходимости ее модельное представление, *определение цели или целей*, которые должны быть достигнуты, а также *требования к виду окончательного результата*.

A — *совокупность возможных вариантов (альтернатив)*, из которых производится выбор. Это только реально существующие варианты, в качестве которых в зависимости от задачи выступают объекты, способы достижения цели, действия, решения и т. п., либо гипотетическое множество всех теоретически возможных вариантов, которое может быть даже бесконечным. Выбор возникает только тогда, когда имеется не менее двух возможных вариантов решения проблемы.

X — *совокупность свойств (признаков, атрибутов, параметров)*, *описывающих*

варианты и их отличительные особенности.

Во-первых, объективные показатели, которые характеризуют те или иные свойства, присущие вариантам, и *которые, как правило, можно измерить*;

во-вторых, субъективные количественные или качественные оценки, которые обычно даются по специально отобраннным или сконструированным критериям, отражающим важные для выбора свойства вариантов.

G — *совокупность условий, ограничивающих область допустимых вариантов решения задачи. Например, это могут быть ограничения на значения какого-либо признака или различная степень характерности (выраженности) признака для тех или иных вариантов, или невозможность одновременного сочетания определенных значений признаков для реально существующих вариантов.*

P — *предпочтения* одного или нескольких ЛПР, которые служат основой для оценки и сравнения возможных вариантов решения проблемы, отбора допустимых вариантов и поиска наилучшего или приемлемого варианта. Достаточно часто для упрощения - *предпочтения ЛПР, превращаются в ограничения.*

Терминология системного анализа.

Элемент – это минимальный неделимый объект. Элемент можно использовать только как целое, поэтому недопустимо говорить о половине или четверти элемента. Изменение постановки вопросов может потребовать разложения элементов на составные части или объединения нескольких элементов в один.

Система – это совокупность связанных элементов, объединенных в одно целое для достижения определенной цели. Наличие цели и заставляет связывать элементы в систему. *Целостность* — наиболее важное свойство системы. Искусственные (инженерные) системы описывают путем определения их функций и структур.

Функция системы – это правило получения результатов, предписанных целью (назначением) системы. *Функционировать* – значит реализовать функцию, т.е. получать результаты, предписанные назначением системы.

Обратная связь – воздействие результатов функционирования системы на характер этого функционирования. Различают положительную и отрицательную обратную связь.

Структура системы – это фиксированная совокупность элементов и связей между ними. Этот смысл отражен в данном определении структуры. Наиболее часто структура системы изображается в форме графа: элементы системы представляются вершинами графа, а связи – дугами (ребрами) графа. Граф – это математическая форма отображения структур. Инженерной формой изображения структур систем являются схемы. Схема и граф – понятия адекватные по содержанию, но различные по форме. В схемах элементы и связи обозначаются любыми фигурами, удобными для инженерных (производственных) применений.

Организация – это способ реализации определенных функций в системах, состоящих из большого числа элементов. Конкретная система представляет собой лишь пример реализации некоторого способа организации. Например, большинство современных ЭВМ строится на основе одного принципа организации – принципа программного управления реализацией - алгоритма на основе команд, имеющих операционно-адресную структуру.

Свойства, качества объекта и процесса принятия решения. Показатели качества и требования к ним.

Задание на постановку задачи:

Глобальная система показателей качества функционирования информационной телекоммуникационной системы - ИТКС.

Свойство $x(t)$ - это объективная особенность объекта, зависящая от его физической сущности, характеризующая отдельную его сторону и позволяющая отличить один объект от другого.

Качество $x(t)$ - это свойство или совокупность свойств объекта $\vec{x}(t)$, характеризующих его пригодность для использования по назначению.

Элементы ИТКС:

- система информационного обмена (СИО)
- система управления (СУ).

Каждому из свойств объекта поставлен в соответствие

$Y(\vec{x}(t))$ – *частный показатель качества (ПК)*, значение которого характеризует меру (количественную или качественную) этого свойства.

Система показателей качества (СПК) объекта - это вектор

$\vec{Y}(\vec{x}(t))$, *компоненты которого* это показатели его отдельных свойств, представляющие собой *частные показатели качества* объекта.

Постановка задачи:

Процессы в системах связи

- информационного обмена $\vec{x}_{uo}(t)$ и управления ими $\vec{x}_y(t)$.

Взаимосвязанные объекты - система информационного обмена (СИО) $\vec{x}_{cuo}(t)$,
включающая узлы и линии связи, и автоматизированная система управления связью
(АСУС) $\vec{x}_{cy}(t)$.

Состояние системы связи в любой момент времени

$\vec{X}(t) = [x_1(t), \dots, x_m(t), \dots, x_M(t)]$, вектора переменных состояния

а качество ее функционирования - вектор показателей качества

$\vec{Y}(\vec{x}(t)) = [Y_1(\vec{x}(t)), \dots, Y_i(\vec{x}(t)), \dots, Y_I(\vec{x}(t))]$, где

$Y_i(\vec{x}(t))$ - компоненты векторного показателя качества, характеризующие свойства
процесса функционирования и состояния элементов системы (СИО и АСУ).

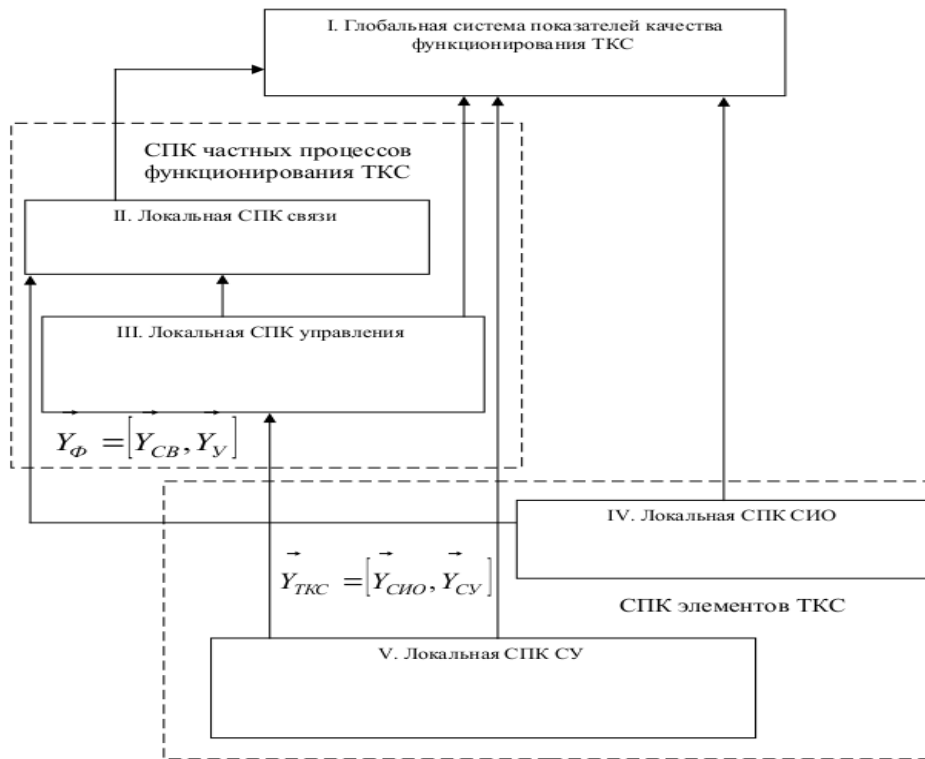


Рисунок 1. Система показателей качества ИТКС

Основные свойства ИТКС - качество информационных услуг потребителям. Взаимосвязь этих свойств ИТКС и соответствующих им ПК функционирования ИТКС представлена на рисунке 1.

В состав ГСПК $Y_{\phi}(k)=[t_{\partial c}(k); t_{\partial \phi}(k); \vec{Z}_{\phi}(k)]$ входят:

- общее время доставки сообщения на k -ом шаге функционирования сети,
- общее время доступности к процессу функционирования на k -ом шаге,
- вектор обобщенных затрат ресурсов на процесс функционирования ИТКС на k -ом шаге.

Для локальной СПК ведущей выступает система ПК процесса информационного обмена (связи) $\vec{Y}_{CB}(k)=[t_{DC}(k); t_{DCB}(k); Z_{CB}(k)]^T$, куда входят

- время доставки *сообщения* на k -ом шаге функционирования сети в нормальных условиях функционирования,
- время доступности к передаваемому *сообщению* на k -ом шаге,
- вектор затрат ресурсов на *доставку сообщения* на k -ом шаге.

Показатели качества связи для сложных маршрутов сообщений по СИО ИТКС:

$$\vec{Y}_{CBi}(k) = \prod (t_1(k); t_2(k)) [M_m(k) M_{Y_{CB}}(k)]^T$$

где

- $\prod (t_1(k); t_2(k))$ - селектор временного интервала, принимающий значение 1 в интервале передачи сообщения $(t_1(k); t_2(k))$ и 0 за его пределами;
- $M_m(k) = (\varepsilon_{jj'}^m)_{jj'=1, J_s}$, $(m=1, M)$ - матрица маршрута прохождения сообщения на k -ом шаге функционирования сети с единичными элементами $\varepsilon_{jj'}=1$ на пути его передачи и нулевыми $\varepsilon_{jj'}=0$ в противном случае;
- $M_{Y_{CB}}(k)$ - матрица значений i -х ПК, определяемая для jj' -х направлений связи на k -ом шаге функционирования сети.

Локальная СПК управления имеет более низкий уровень иерархии и включает:

$$\vec{Y}_y(k) = [T_{\text{ц}}(k); \Delta Y_{\text{СВ}}(k); t_{\text{ДУ}}(k); \vec{Z}_y(k)]^T$$

- длительность цикла управления параметрами направления ИТКС при нарушении нормальных условий функционирования на k-ом шаге функционирования ИТКС;
- вектор приращений значений ПК связи на k-ом шаге функционирования сети, обусловленных ошибками в контуре управления;
- время доступности к сигналам управления на k-ом шаге
- вектор затрат ресурсов управления на k-ом шаге функционирования.

Два основных элемента системы и их ЛСПК СИО и СУ содержат:

$$\begin{aligned}\vec{Y}_{СИО}(k) &= [M_{X_Y}(k); M_V(k); M_{X_{pp}}(k); M_{\vec{z}_{СИО}}(k)]^T \\ \vec{Y}_{СУ}(k) &= [M_{X_{Y,СУ}}(k); M_{B_{СУ}}(k); M_{X_{pp,СУ}}(k); M_{\vec{z}_{СУ}}(k)]^T,\end{aligned}\quad \text{где}$$

$M_{\vec{X}_Y}$ и $M_{\vec{X}_{Y_{cr}}}(k)$ - матрицы параметров устойчивости (живучести, помехоустойчивости и технической надежности) элементов СИО и СУ соответственно на k -ом шаге функционирования ИТКС;

$M_V(k), M_{B_{СУ}}(k)$ - матрицы пропускных способностей (скоростей передачи информации) по направлениям связи СИО и производительности (быстродействия ЭВМ) элементов СУ на k -ом шаге функционирования сети;

$M_{X_{pp}}(k)$, $M_{X_{pp,СУ}}(k)$ - матрицы значений параметров защищенности средств связи и управления соответственно на k -ом шаге;

$M_{\vec{z}_{СИО}}(k), M_{\vec{z}_{СУ}}(k)$ - матрицы затрат ресурсов на ремонт и эксплуатацию средств связи и управления на k -ом шаге функционирования ИТКС.

Целевая функция (функция потерь), риски, критерий оптимальности и оценки качества решения.

Для оценки (меры) качества формируют целевую функцию ЦФ (функцию потерь).

Основные виды целевых функций:

-простая $L = (Y(\vec{x}(t)) - Y_{mp})$;

-модульная $L = |Y(\vec{x}(t)) - Y_{mp}|$;

-квадратичная $L = [Y(\vec{x}(t)) - Y_{mp}]^2$.

Значения целевой функции для различных вариантов решения формируют *риск* принятия решений, физический смысл которого определяется физическим смыслом разности между значением ПК и требованиями к нему. Обычно риск служит мерой близости рассматриваемого варианта к оптимальному, удовлетворяющему экстремуму ЦФ.

Критерием выбора (оптимизации) называется детерминированное либо статистическое правило выбора (оптимизации) решения, формируемое на основе целевой функции и приписываемой ей цели (направления изменения): $>$; $<$; \min ; \max ; $\min \max$; $\max \min$ и т.д.

Например, *выбор лучшего из возможных* $i=1, \dots, I$ маршрутов прохождения пакета в сети связи может быть осуществлен по критерию минимума среднего времени задержки пакета на i -м маршруте, т.е.

$$M = \min [t_{zn}(i)], \quad i=1, \dots, I .$$

Оптимизация алгоритма оценивания d *непрерывной стохастической переменной* состояния объекта $\vec{x}(t)$ часто осуществляется по критерию минимума среднеквадратического отклонения (дисперсии) значения оценки переменной $\vec{\hat{x}}(t)$ от ее истинного значения, т.е.

$$M [\vec{\hat{x}}(t, d) - \vec{x}(t)]^2 .$$

Множество вариантов решения, ресурсы, алгоритмы принятия решений, неопределенности.

Одним из важных компонентов задачи принятия решения является *множество вариантов решений*.

Например, задачи выбора и оптимизации решений на множестве конечного числа маршрутов прохождения пакетов $i=1, \dots, I$ и множестве алгоритмов оценивания параметров объекта $d \in D$.

В зависимости от типа множества вариантов различают: *дискретные и непрерывные задачи оптимизации решений*.

Поиск рациональных (оптимальных) вариантов решений из множества допустимых проводится на основе *алгоритмов принятия решений - последовательности действий, приводящих к достижению цели.*

Виды алгоритмов принятия решений:

- *эвристические*, определяемые предыдущей практикой (опытом) принятия решений;
- *оптимальные* – удовлетворяющие экстремуму критерия выбора (оптимальности);
- *компромиссные* – являющиеся результатом теории игр.

Заключение.

Введенные определения, постановка и содержание задач принятия решений позволяют формулировать задачи с позиций теории сложных систем, что гарантирует им математическую строгость постановки и сходимость получаемых решений к оптимальным.