

О ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПОЗИЦИИ ТЕОРИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Батенков К. А.

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

Проблемы моделирования информационно-телекоммуникационных систем широко освещены в рамках теории статистических решений, один из разделов которой коррелирован с общей теорией связи и формально представлен в виде теории статистической связи, или статистической радиотехники. В рамках данной теории задачи синтеза оптимальных информационно-телекоммуникационных систем обычно формулируются как задачи нахождения оптимального или наилучшего приемного устройства при заданной структуре передающего, либо же наоборот, пытаются разработать передающую систему при ограничении на реализацию приемного устройства. Задачам же совместной оптимизации передающей и приемной частей систем передачи посвящено всего несколько работ, причем оптимизация осуществляется лишь по некоторым параметрам, отражающим лишь общие условия функционирования систем передачи информации.

В данной работе внимание акцентируется на синтезе систем связи, обеспечивающей возможность изменения (в общем случае и параметров и структур) как передающего, так и приемного устройства. При подобной трактовке модель задачи синтеза систем передачи информации представляется на основе известной модели задачи статистического решения с той разницей, что дополнительно к правилу принятия решения (оценки) вводятся варьируемые элементы, не учитываемые в рамках этого правила. По сути в этом случае систему связи можно рассматривать как систему управления, поскольку по мимо самой передаваемой информации на выносимые решения оказывают влияния и управления, выбираемые таким образом, чтобы обеспечить оптимальную величину заданного показателя качества. Отсюда следует вывод, что законы распределения реакции системы передачи зависят не только от входных информационных воздействий (в общем случае определяемых также законами распределений), но и от управлений, носящих либо детерминированный, либо стохастический характер.

Таким образом, модель задачи синтеза информационно-телекоммуникационных систем представляется в виде, изображенном на рисунке. 1. Она содержит в себе пять элементов.

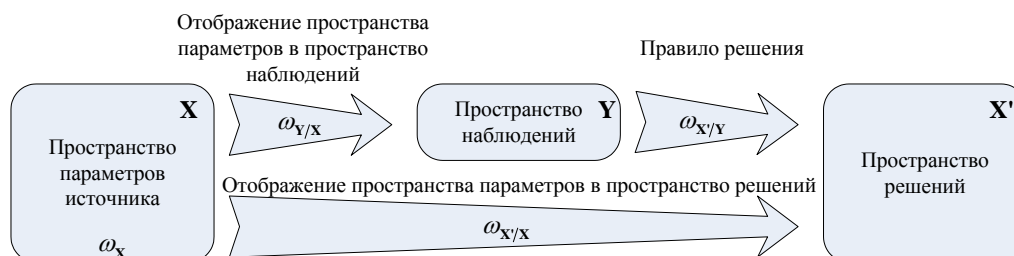


Рисунок 1 – Модель задачи синтеза информационно-телекоммуникационных систем

1. Пространство параметров источника. Любой источник информации формирует на выходе некоторый набор параметров \mathbf{X} , характеризующийся в общем случае плотностью распределения вероятностей $\omega_{\mathbf{X}}(\mathbf{X})$.

2. Пространство наблюдений представляет собой совокупность данных наблюдения \mathbf{Y} , получаемых перед непосредственным принятием решения, опираясь на

которые устройство выносит решение. Их природа также может быть разнообразной и полностью определяется конкретным содержанием задачи.

3. Пространство решений. Конкретное решение \mathbf{X}' формируется как результат обработки данных наблюдения. В общем случае оно может состоять из набора (не обязательно конечного) элементов и имеет также произвольную природу.

4. Отображение пространства параметров в пространство наблюдений. Принципиально важным моментом в описании данного отображения является его стохастический характер, поскольку по сути любой произвольный процесс наблюдения несет в себе элемент случайности за исключением весьма ограниченного числа идеализированных ситуаций (идеальный канал, передача заведомо известного сигнала и т.п.). Кроме того, наблюдаемые данные \mathbf{Y} всегда в той или иной степени связаны с исходными параметрами источника \mathbf{X} , которые задают условия принятия решения и влияют на результаты его вынесения \mathbf{X}' .

5. Правило решения. Основной особенностью принятия решений в условиях неопределенности является принципиальная невозможность наблюдения исходных параметров источника. Следовательно не существует прямого детерминированного отображения параметров источника \mathbf{X} в конкретные решения \mathbf{X}' , не смотря на их статистическую взаимосвязь по средством данных наблюдения \mathbf{Y} . Таким образом, правило решения целесообразно рассматривать как условную плотность вероятности $\omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}}(\mathbf{X}', \mathbf{Y}) = \omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}}$ принятия решения \mathbf{X}' при заданном наблюдении \mathbf{Y} . При этом необходимо подчеркнуть, что в общем случае правило является рандомизированным, т.е. при одном и том же наблюдении \mathbf{Y} могут приниматься различные решения \mathbf{X}' . Если же правило считается детерминированным, то оно оказывается частным случаем рандомизированного если в качестве условной плотности используется дельта-функция. Кроме того, отсутствие прямой функциональной взаимосвязи между параметрами источника \mathbf{X} и выносимыми решениями \mathbf{X}' позволяет рассматривать условную плотность вероятности $\omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}, \mathbf{X}}(\mathbf{X}', \mathbf{Y}, \mathbf{X}) = \omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}, \mathbf{X}}$ принятия решения \mathbf{X}' при известных данных наблюдения \mathbf{Y} и параметров источника \mathbf{X} как независимую от последних, т.е. $\omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}} = \omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}, \mathbf{X}}$.

В соответствии с данной моделью задачи синтеза систем передачи информации необходимо по известным исходным данным не только выработать соответствующие правила решения $\omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}}$ но и по сути найти необходимую часть (набор параметров и структуру) отображения пространства параметров источника в пространство наблюдений $\omega_{\mathbf{Y}/\mathbf{X}}$.

Таким образом, в отличие от классической теории статистической связи, рассматривающей способы конструирования решающих правил $\omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}}$ при фиксированном отображении $\omega_{\mathbf{Y}/\mathbf{X}}$, или же теории сигналов и кодирования, позволяющих определять эффективные виды сигнальных, кодовых и сигнально-кодовых конструкций, т.е. по сути изменять параметры отображения $\omega_{\mathbf{Y}/\mathbf{X}}$, при заданном решающем правиле $\omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}}$, данная задача несет в себе более общую постановку поскольку поиск оптимальных решений должен производиться как путем варьирования правил решений $\omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{Y}}$, так и функций правдоподобия $\omega_{\mathbf{Y}/\mathbf{X}}$. Следовательно, в качестве управления в такой задаче целесообразно рассматривать параметры и структуру общего отображения пространства параметров источника в пространство решений, характеризующегося условной плотностью $\omega_{\mathbf{X}'/\mathbf{X}}$.