1. МЕТОДЫ, ЗАДАЧИ И АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И РАЗЛИЧЕНИЯ СИГНАЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

1.1. Методы обнаружения и различения сигналов в условиях неопределенности

Задачи обнаружения и различения сигналов $\{s_i\}$, $i = 0, 1, 2, \ldots, M - 1$, предполагают заданное число M статистических гипотез или различаемых сигналов. При полной априорной информации для построения алгоритмов используются распределения вероятностей $\{f_i(y)\}$ наблюдений y для каждого сигнала и вероятности появления соответствующих сигналов $\{p_i\}$ (если события случайны).

Известны оптимальные методы решения этих задач для целого ряда заданных параметрических моделей. Оптимальные алгоритмы обработки включают формирование набора решающих статистик, которые сравниваются с порогами [1–7].

Однако статистическое описание гипотез почти всегда оказывается неполным. Это проявляется в незнании части или всех параметров распределений. В результате статистические гипотезы становятся сложными и описывают классы распределений. Непараметрические задачи используют определенные свойства (симметрию, однородность) для описания таких классов.

Априорная неопределенность в описании модели не позволяет непосредственно использовать классические критерии и методы для получения алгоритмов обработки и определения их характеристик. *Существенная* априорная неопределенность приводит к невозможности реализации оптимальной обработки, т. е. формирования решающих статистик и установки порогов. *Значимая* априорная неопределенность приводит к заметному ухудшению качества обработки.

Для преодоления возникающих проблем нужны специальные методы синтеза алгоритмов в условиях неопределенности, основанные на принципах *адаптации*, *инвариантности* и *робастности* [1].

Инвариантность предполагает полную нечувствительность к мешающим факторам некоторых характеристик алгоритма, например, вероятности ложной тревоги. Она может быть достигнута *параметрическими* методами (несмещенные подобные решающие правила) или при помощи формирования *непараметрических* статистик (знаковых, ранговых). Инвариантность невозможно

обеспечить по отношению ко всем мешающим факторам, поскольку алгоритм теряет чувствительность и к полезным сигналам.

Робастность допускает влияние в небольших пределах мешающих факторов на характеристики. Она предусматривает *загрубление* алгоритмов с тем, чтобы обеспечить малые изменения их характеристик при заданных отклонениях от параметрической модели.

Адаптация сводится к изменению структуры и параметров алгоритмов в соответствии с изменяющейся обстановкой. В начальный момент алгоритм будет чувствителен к мешающим факторам, но эта чувствительность ослабевает в процессе адаптации, который занимает некоторое время. В установившемся режиме адаптивный алгоритм стремится обеспечить потенциальные (предельно достижимые) характеристики. Однако в переходных процессах адаптации возможны существенные потери, и эти процессы могут оказаться преобладающими в работе алгоритма.

При любом методе синтеза платой за преодоление априорной неопределенности является снижение качества (например, потери в пороговом отношении сигнал/помеха в задаче обнаружения) по сравнению с оптимальным алгоритмом в условиях полного статистического описания.

Применение того или иного принципа или метода синтеза зависит от степени априорной неопределенности и возможностей привлечения дополнительной информации. Чем больше число мешающих параметров, тем сложнее довести строгое решение задачи до конца в рамках одного метода.

Все методы имеют целью уменьшить влияние мешающих факторов на характеристики решающих правил, сохранив чувствительность алгоритмов к изменениям полезных параметров. Параметрические методы более развиты, но их сложность возрастает с увеличением числа мешающих параметров. Непараметрические методы предполагают наибольшую неопределенность, но часто обладают низкой эффективностью. Робастные методы занимают промежуточное положение, перенося акцент с неопределенности модели на неопределенность отклонений от принятой параметрической модели.

Анализ сравнительной эффективности рассмотренных методов требует рассмотрения конкретных задач обнаружения и различения сигналов.