1.4. Общая структура тракта обработки сигналов

Решающие правила и процедуры обработки включают те или иные преобразования сигналов: фильтрацию, детектирование и др. Важной предварительной обработкой может быть получение спектральных отсчетов.

В радиотехнических задачах разделяют алгоритмы *первичной* и *вторичной* обработки. Первичная обработка радиосигналов осуществляется за время, в течение которого состояние объекта (параметры события, координаты и параметры движения целей и т. д.) не изменяется сколько-нибудь существенно. В случае импульсных периодических сигналов первичную обработку разделяют на *внутрипериодную* обработку (она происходит в приемнике) и *межпериодную* обработку, которая осуществляется последующими дискретными накопителями и фильтрами.

Результаты первичной обработки (оценки координат и параметров движения) используются как наблюдения для вторичной обработки, которая предназначена для обнаружения, различения и идентификации объектов по их траекториям.

Общая структура тракта первичной обработки сигналов (рис. 1.1) включает многоканальный приемный тракт, многоканальную частотно-временную обработку (накопление фильтрового или корреляционного типа) и решающее устройство.

Многоканальность приемного тракта связана с наличием различных пространственных диаграмм, разнесенным приемом и др. Частотно-временная обработка обеспечивает сжатие сигналов в процессе внутри- и межпериодной обработок. Внутрипериодная обработка обычно бывает *когерентной* (т. е. с учетом начальной фазы сигнала), а межпериодная (по пачке) может быть когерентной или *некогерентной* в зависимости от типа детектора и его места в структуре.

Рис. 1.1 Общая структура тракта обработки

При обнаружении узкополосных сигналов с неизвестной частотой обычно рассматривается типовая структура обработки «фильтр – детектор – накопитель» в каждом канале дальности (Conventional Processor). Для перекрытия заданного частотного диапазона используется набор узкополосных фильтров, за каждым из которых следует детектор и последетекторный накопитель. В случае цифровой обработки набор фильтров реализуется с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ) или быстрого преобразования Фурье (БПФ). Когерентная обработка может быть реализована с использованием корреляторов, а также по корреляционно-фильтровому способу [18].

Описание сигналов и помех существенно зависит от выбранной точки рассмотрения в общей структуре тракта. Существуют многочисленные модели электромагнитных полей на входе антенны, математические модели электрических сигналов и помех на выходе линейного приемника (линейность приемного устройства означает выполнение «принципа суперпозиции», который предусматривает *аддитивность* и *однородность* при взаимодействии сигналов). Эти модели связаны с физическими моделями источников полезных сигналов и помех, видом канала передачи [3]. Процессы на выходе синхронного детектора, когерентного накопителя, амплитудного детектора и некогерентного накопителя сложнее поддаются математическому описанию, поскольку это связано с учетом линейных и нелинейных преобразований [19]. В большинстве случаев модель описывается в рамках корреляционной теории, т. е определяются математические ожидания, дисперсии и корреляционные функции процессов для рассматриваемых гипотез.

Получение распределений вероятностей для решающих статистик, которые формируются в решающем устройстве, оказывается возможным лишь при очень существенных ограничениях, таких как независимость выборочных значений, гауссовость распределений на выходе приемника и др.

Широкий класс задач *адаптивного обнаружения* предусматривает разделение выборок или каналов на *обучающие* (часто это *помеховые* каналы) и *контрольные* (или *сигнальные)* каналы. Обучающие каналы обычно содержат *классифицированные* выборки, т. е. наличие или отсутствие полезного сигнала в них заранее известно.

Практическое значение имеют следующие варианты наблюдений на выходе приемника:

1. *Однородная* выборка из N независимых скалярных наблюдений. Обычно выборку, состоящую из независимых значений, называют *независимой*.

2. *Коррелированная* выборка из N скалярных наблюдений. К задачам обнаружения сдвига и изменения масштаба добавляется задача обнаружения корреляции выборочных значений.

3. Совокупность K *взаимно независимых выборок*, каждая из которых содержит независимые наблюдения.

4. Совокупность K *взаимно независимых коррелированных выборок*, каждая из которых содержит коррелированные наблюдения.

Однородность выборки означает одинаковость распределений всех выборочных значений. Часто помеховая выборка полагается однородной, но однородность выборки нарушается при появлении *детерминированных* или *квазидетерминированных* сигналов. Детерминированным называется сигнал известной формы с известными параметрами. Квазидетерминированным сигналом называется сигнал известной формы с неизвестными параметрами, которые могут считаться неслучайными или случайными. Случайность параметров как правило приводит к негауссовской задаче. При этом обычно используется *аддитивная* модель взаимодействия, т. е. сигнал складывается с помехой в некоторой точке приемника.

В случае многих выборок (многоканальный прием) обычно рассматриваются следующие гипотезы:

– полезный сигнал появляется в одном из каналов;
– одинаковый полезный сигнал (квазидетерминированный или случайный) одновременно появляется во всех каналах;
– полезный сигнал проявляется в возникновении корреляции разных независимых выборок.

Таким образом, формулировка задач обнаружения и различения сигналов существенно зависит от структуры приемного тракта и используемых методов приема.