



6.12. Специфика радиоконтроля спутниковых линий

6.12.1. Выполняемые задачи и измерения

Служба РК, ответственная за соблюдение внутренних законов и правил использования РЧС, а также задействованная в системе международного контроля, согласно Статье 20 Регламента радиосвязи должна принимать участие в контроле излучений от космических станций.

В принципе задачи, выполняемые станциями РК для космических служб, не отличаются от задач станций РК наземных служб. Однако для их выполнения необходимо использовать более сложное измерительное оборудование, в частности более сложные антенные системы. На станциях РК космических служб применяют также другие процедуры контроля и измерений. Это обусловлено тем, что космическая станция расположена на борту спутника в космосе и, следовательно, ее позиция изменяется со временем. Важной предпосылкой проведения любых видов наблюдений и измерений является знание основных данных об орбите спутника.

Как методы измерений, которые должны использоваться, так и специфические условия работы в космосе приводят к дифференциации между наземным и космическим контролем.

Станция РК для космических служб радиосвязи должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- постоянное и систематическое наблюдение за РЧС с целью обнаружения и опознавания излучений космических станций;
- определение занятости и процентного использования спутниковых ретрансляторов;
- измерение и запись параметров излучений космических станций;

- изучение и устранение вредных помех, создаваемых излучениями космических станций, а если необходимо, то контроль совместно с наземными и другими станциями РК за работой космических служб;
- изучение и устранение вредных помех частоте линии вверх к космической станции, создаваемых излучениями наземных станций или других неизвестных земных станций;
- выполнение измерений и записи контролируемых сигналов и помех для технических и научных целей;
- обнаружение несанкционированного использования ретрансляторов и опознавание несанкционированного пользователя.

Если наблюдение должно вестись за космическими аппаратами всех типов, то необходимо, чтобы антенная система была способна следить за спутниками на низких и эксцентрических орбитах, а также могла точно нацеливаться на любые спутники на геостационарной орбите в видимом сегменте дуги.

При выборе оборудования РК для реализации перечисленных выше функций следует учитывать его стоимость и целесообразность применения по следующим основным параметрам:

- перекрытие по частоте,
- чувствительность системы,
- скорость поворота антенны,
- точность нацеливания антенны,
- простота изменения схемы возбуждения антенны,
- пропускная способность при приеме, степень сложности измерительных приборов для анализа сигналов и степень автоматизации измерений.

Идеальной была бы высокоавтоматизированная и сложная система контроля за космическим аппаратом, полностью управляемая, с непрерывным перекрытием частот, например в полосе 1...18 ГГц, достаточно чувствительная, чтобы обеспечить отношение несущей к шуму по меньшей мере на уровне 26 дБ для всех рассматриваемых сигналов. Однако, так как повышение чувствительности станции РК на несколько децибел существенно увеличивает ее стоимость, каждая Администрация должна проанализировать свои приоритеты и внутренние потребности в отношении управления использованием спектра и решить, какими возможностями контроля можно пожертвовать.

6.12.2. Требования к оборудованию станций контроля

Основными факторами, которые обуславливают необходимость применения иных методов контроля, наблюдения и измерения излучений от космических станций по сравнению с излучениями от фиксированных или подвижных радиостанций на земной поверхности или около Земли, являются:

- различие между частотами приема и передачи и изменения принимаемой частоты, вызываемые эффектом доплеровского сдвига;
- обычно более низкая плотность потока мощности в земном пункте приема, что обусловлено расстоянием и малой мощностью передатчика;
- относительно короткое время, за которое сигнал от спутника на околоземной орбите принимается в фиксированном пункте контроля;
- постоянные изменения направления, которые должны осуществляться остронаправленными антеннами земной станции, используемыми для приема излучений от космических станций.

При приеме со спутника измерения подлежат следующие параметры:

- частота;
- отклонение от присвоенной частоты;
- класс излучения;
- ширина полосы передачи;
- плотность потока мощности или напряженность поля;
- поляризация;
- занятость частот и позиций геостационарной орбиты.

Далее приведены краткие сведения о радиоконтрольном оборудовании. Более подробные материалы по аппаратуре и способах измерения параметров излучений можно найти в [8].

Весь подконтрольный диапазон частот (от 130 МГц до 40 ГГц) можно перекрыть с помощью 4–5 антенн; на частотах ниже 1,3 ГГц широко применяется антенная решетка, состоящая из нескольких логопериодических антенн, на частотах выше 1,3 ГГц — параболические антенны диаметром до 12 м.

Для обеспечения требуемой чувствительности станции РК коэффициент усиления антенны должен быть большим. Так, для полосы частот 1...18 ГГц диаметр отражателя должен быть не менее 3 м, в этом случае может быть достигнут коэффициент усиления относительно изотропного излучателя в пределах от 31 дБи на частоте 1,3 ГГц до 53 дБи на частоте 18 ГГц.

Антенные системы должны обеспечивать как режим измерений параметров излучений спутников при их сопровождении, так и режим поиска спутников, точное положение которых неизвестно. В первом режиме необходимо иметь сравнительно узкую диаграмму направленности антенной системы (например, на частотах выше 1 ГГц — менее 1°), во втором — значительно более широкую, что осуществляется с помощью дефокусирующих устройств на антеннах с узкой диаграммой.

В любой антенне с помощью специальных устройств предусматривается прием в двух линейных и ортогональных друг другу плоскостях поляризации — необходимое условие для возможности измерения параметров поляризации принимаемого сигнала.

Слежение за спутником возможно в следующих режимах:

- ручном,
- заранее запрограммированном,
- в автоматическом режиме с использованием так называемого моноимпульсного метода.

В отличие от других методов моноимпульсный метод обладает тем преимуществом, что информация о величине углового отклонения антенны от истинного направления на спутник поступает непрерывно и одновременно в двух плоскостях слежения — азимутальной и угломестной. Особенность моноимпульсного метода заключается в том, что в дополнение к суммарной диаграмме направленности антенны образуются пеленгационные диаграммы для азимутальной и угломестной плоскостей слежения, которые имеют нулевой уровень на основной оси антенны (аналогично антенной системе наземного пеленгатора, см. рис. 6.20), что позволяет значительно повысить точность пеленгации.

При менее строгих требованиях к точности определения углов прихода, например при исследованиях вредных помех с целью их опознавания, можно применять антенные системы меньших размеров.

Выходы антенн подсоединяют к малошумящим предварительным усилителям, которые в свою очередь подключают:

- на частотах до 1,3 ГГц — ко входам основных приемников, которые могут перестраиваться от 130 МГц до 1,3 ГГц;
- на частотах выше 1,3 ГГц — ко входам широкополосных преобразователей частоты (конверторов), которые позволяют перекрыть требуемый диапазон частот с разбивкой

на поддиапазоны, что улучшает характеристики тракта по взаимной модуляции и собственному шуму приемного тракта.

Для приема спутниковых сигналов используется система из трех приемников с одинаковыми измерительными параметрами. Два из них постоянно соединены с устройством слежения, а третий приемник является двухканальным и может работать поочередно в диапазоне более низких или более высоких частот.

Дополнительная аппаратура на станции РК (частотомеры, самописцы и др.) позволяет выполнять измерения перечисленных выше параметров сигналов.

Кроме описанной выше конфигурации станции РК, для оценки основных характеристик излучений со спутников, зарегистрированных международными организациями, можно использовать упрощенные небольшие земные контрольные станции с ограниченным комплектом стандартного приемного оборудования и возможностью преобразования таких стационарных станций в мобильные [8].