ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56159— 2014

РЕШЕТКИ АНТЕННЫЕ ПРИЕМНЫЕ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные параметры. Технические требования

[IEEE Std 145-1993 (03/1993), NEQ]
[MPT 1347-1988 (01/1988), NEQ]
[MPT 1343-1988 (01/1988), NEQ]
[Rec. ITU-R M.1678 (05/2004), NEQ]

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом радио, Самарский филиал «Самарское отделение научно-исследовательского института радио» (Филиал ФГУП НИИР — СОНИИР)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 480 «Связь»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 октября 2014 г. № 1309-ст

4 В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения стандарта Института инженеров электротехники и электроники (IEEE) 145-1993 (03/1993) «Антенны. Термины и определения» [IEEE Std 145-1993 (03/1993) «IEEE Standard definitions of terms for antennas», NEQ], а также следующих нормативных документов Министерства почты и телекоммуникаций Великобритании (МПТ) МПТ 1347-1988 (01/1988) «Спецификация радиоинтерфейса для коммерческих транковых сетей, работающих в диапазоне III, поддиапазонов 1 и 2» [MPT 1347-1988 (01/1988) «Radio interface specification for commercial trunked networks operating in Band III, sub-bands 1 and 2», NEQ], МПТ 1343-1988 (01/1988) «Технические характеристики. Спецификация системного интерфейса для радиоустройств, используемых с коммерческими транковыми сетями, работающими в диапазоне III, поддиапазонов 1 и 2» [MPT 1343-1988 (01/1988) «Performance specification; System Interface Specification for radio units to be used with commercial trunked networks operating in Band III, sub-bands 1 and 2», NEQ] и Рекомендаций Сектора радиокоммуникаций (МСЭ-Р) М.1678 (05/2004) «Адаптивные антенны для мобильных систем; М-серии мобильных, радиолюбительских и связанных спутниковых сервисов» [Rec. ITU-R M.1678 (05/2004) «Adaptive antennas for mobile systems; M Series; Mobile, radiodetermination, amateur and related satellite services», NEQ]

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Февраль 2020 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2015, 2020

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕШЕТКИ АНТЕННЫЕ ПРИЕМНЫЕ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные параметры. Технические требования

Antenna arrays with digital processing of signals and their characteristics. Basic parameters. Technical requirements

Дата введения — 2015—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на антенные решетки с цифровой обработкой сигнала систем радиосвязи, радиообнаружения и позиционирования, использующих диапазоны ВЧ, ОВЧ, УВЧ и СВЧ. Стандарт не распространяется на антенны для базовых и мобильных станций систем сотовой радиосвязи.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 23282 Решетки антенные. Термины и определения
ГОСТ 24375 Радиосвязь. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 23282, ГОСТ 24375.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:
ДН — диаграмма направленности;
ДОС — диаграммообразующая схема;
КНД — коэффициент направленного действия;
КПД — коэффициент полезного действия;

Издание официальное

КСВН — коэффициент стоячей волны напряжения;
КУ — коэффициент усиления;
ТУ — технические условия.

4 Классификация приемных антенных решеток с цифровой обработкой сигнала

4.1 Антенные решетки приемные с цифровой обработкой сигнала классифицируются по следующим классификационным признакам:

- по размещению на объекте;
- по количеству обслуживаемых радиостанций;
- по организации подключения радиостанций (приемников и передатчиков, либо приемопередатчиков);
- по способу организации одновременной независимой работы приемников (мультиплексия приемников);
- по наличию разнесенного приема, как в пространстве, так и по поляризации;
- по виду формируемых азимутальных и меридиональных (ДН);
- по принципу обработки сигнала;
- по режимам работы.

4.2 По размещению на объекте выделяются следующие классы:

- антенные решетки возимые быстроразворачиваемые;
- антенные решетки стационарные, размещаемые:
- на существующих опорах, в том числе на неспециализированных (различные сооружения, архитектурные элементы зданий и т. д.);
- на собственных (специально сооружаемых) опорах.

4.3 По количеству обслуживаемых радиостанций выделяются следующие классы:

- антенные решетки с единственным выходом;
- антенные решетки с несколькими выходами.

Решетка с единственным выходом обслуживает одну радиостанцию.

Решетка с несколькими выходами обслуживает две или более радиостанций и обеспечивает мультиплексию приемников.

4.4 По организации подключения радиостанций выделяются следующие классы:

- Решетки с раздельным подключением приемников;
- Решетки с совмещенным подключением приемников.

Антенная решетка с раздельным подключением приемников имеет N приемных выходов для подключения приемников (N — количество обслуживаемых радиостанций).

Антенная решетка с совмещенным подключением приемников имеет количество выходов отличное от N (N — количество обслуживаемых радиостанций).

4.5 По способу организации одновременной независимой работы приемников (мультиплексия приемников) выделяются следующие классы:

- антенные решетки с распределением принимаемого сигнала между приемниками посредством согласованных развязанных делителей;
- антенные решетки с распределением принимаемого сигнала между приемниками посредством неразвязанных делителей;
- антенные решетки с распределением принимаемого сигнала между приемниками посредством частотно-разделительных устройств;
- антенные решетки с пространственной мультиплексией приемников;
- антенные решетки со схемно-пространственной мультиплексией приемников;
- антенные решетки, использующие несколько способов мультиплексии приемников.

Согласованный развязанный делитель — $2(N + 1)$-полюсник, имеющий один вход, подключенный к собственно антенне, и N выходов (N — число приемников). Выходы согласованы и развязаны. Как многополюсник такой делитель аналогичен выше согласованному и развязанному мостовому устройству (реализующему мостовое сложение сигналов), и различие заключается в направлении передачи сигнала. При этом мостовое устройство суммирует N сигналов на одном выходе, а делитель распределяет один сигнал (принятый антенной сложный сигнал, содержащий сигналы нескольких радиостанций)

между *N* выходами. Малый уровень мощности принимаемого сигнала часто позволяет, конструктивно объединять делитель с балластными нагрузками.

Неразвязанный делитель — 2(*N* + 1)-полюсник, имеющий один вход, подключенный к собственно антенне, и *N* выходов (*N* — число приемников). Выходы не развязаны (и, соответственно, не согласованы в режиме измерения *S*-параметров). Вход согласован при условии подключения ко всем выходам согласованных нагрузок (согласованных приемников). Балластные нагрузки отсутствуют.

Частотно-разделительное устройство, распределяющее принятый сигнал между несколькими приемниками, аналогично частотно-разделительному устройству, используемому для сложения сигналов передатчиков; различие заключается в направлении передачи сигнала.

Пространственная мультиплексия приемников — работа каждого приемника на свою антенну.

Схемно-пространственная мультиплексия приемников — приемники подключаются ко входам ДОС (которые в режиме приема фактически являются выходами).

Антенные решетки, использующие несколько способов мультиплексии приемников, реализуют два или более способов мультиплексии из числа рассмотренных выше.

Сочетание (комбинирование) способов мультиплексии приемников достаточно распространено на практике, особенно при большом количестве объединяемых приемников (8—10 и более). При этом, имеют место случаи, когда один из способов сложения является основным, выполняющим основной объем мультиплексии, а остальные способы являются дополнительными (вспомогательными). В таких случаях антенную решетку следует классифицировать по основному способу сложения сигналов с оговоркой (при необходимости) о наличии дополнительного способа.

4.6 По наличию разнесенного приема выделяются следующие классы:

- антенные решетки без разнесенного приема;
- антенные решетки, использующие пространственно разнесенный прием;
- антенные решетки, использующие разнесенный прием по поляризации.

В антенных решетках с пространственным разнесением один радиоканал в режиме приема обслуживается двумя (или более) подрешетками, разнесенными в пространстве на некоторое расстояние.

В антенных решетках с поляризационным разнесением один радиоканал в режиме приема обслуживается двумя подрешетками, каждая из которых рассчитана на прием электромагнитных волн определенной поляризации. Как правило, эти поляризации ортогональны.

4.7 По виду ДН выделяются следующие классы:

- антенные решетки с квазикруговыми азимутальными ДН;
- антенные решетки с секторными азимутальными ДН;
- антенные решетки с азимутальными ДН специальной формы.

Антенная решетка с квазикруговой ДН обслуживает зону, форма которой близка к кругу. Все направления равнозначны.

Решетка с секторной ДН обслуживает некоторый сектор (несколько секторов). Решетка с несколькими секторными ДН (обслуживает один или несколько секторов) — многовходовая, использующая пространственный или схемно-пространственный способ мультиплексии.

Для антенн с несколькими секторными ДН существует следующее видовое деление:

- антенны, формирующие только одну ДН в каждый сектор;
- антенны, которые хотя бы в один сектор формируют две или более ДН.

Антенная решетка с ДН специальной формы формирует одну или несколько ДН для обслуживания зоны, по форме не являющейся круговой или секторной.

4.8 По принципу обработки сигнала

На рисунке 1 схематично показаны основные этапы обработки при получении информации с помощью электромагнитных волн.

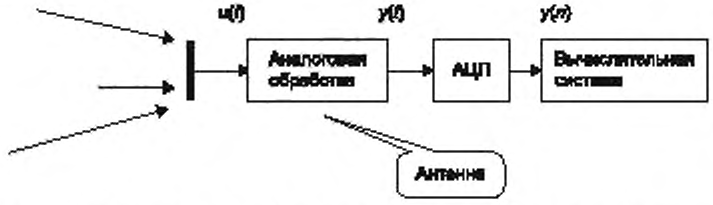

Рисунок 1 — Основные этапы обработки информации с помощью электромагнитных волн

Под антенной решеткой с цифровой обработкой сигнала понимается система, в которой реализуется раздельная, независимая обработка сигналов, принятых на каждом элементе решетки с помощью многоканальных приемников, входы которых подключаются к отдельным элементам, а выходные данные по промежуточной частоте в многоканальном АЦП преобразуются в цифровые отсчеты, которые затем поступают в ЭВМ. В качестве аналоговой обработки при этом будет выделение сигнала из шума, преобразование по частоте и усиление сигнала в приемнике. Это набор операций, с которыми аналоговая техника на высоких частотах справляется лучше, чем цифровая.

Антенные решетки, создаваемые таким образом, можно определить как многоканальные антенные решетки. Они позволяют использовать в полной мере спектральную обработку как пространственную, так и временную. Временная обработка в цифровом виде дает возможность в полной мере выделить сигнал из шума, используя методику частотного преобразования Фурье.

Пространственная обработка дает возможность выделить сигнал из выборки данных по пространству и создать диаграмму направленности с направления прихода сигнала. Однако наряду с методикой преобразования Фурье как пространственной, так и временной, многоканальные антенные системы позволяют использовать иные методы обработки сигналов. Это относится к методам типа «Прони», «Предсказаний», «Писаренко», «Music».

4.9 По режимам работы выделяются следующие классы:

- неадаптивные антенные решетки;
- адаптивные антенные решетки.

Неадаптивная решетка имеет неизменные во времени (неуправляемые оперативно) характеристики.

Адаптивная антенная решетка позволяет оперативно управлять своими характеристиками с целью адаптации к конкретной обстановке, характеризуемой количеством обслуживаемых в данный момент абонентов и их пространственным распределением по зоне обслуживания.

Адаптивные антенные решетки дополнительно классифицируются по степени автоматизации процессов управления характеристиками. При этом выделяются следующие подклассы:

- адаптивные антенные решетки с ручным управлением, в которых окончательное решение на то или иное изменение характеристик и запуск процесса изменения осуществляется оператором;
- адаптивные антенные решетки с автоматическим управлением, в которых процессы управления характеристиками полностью автоматизированы.

5 Основные параметры приемных антенных решеток с цифровой обработкой сигнала

5.1 Приемные антенные решетки характеризуются следующими основными параметрами:

- диапазон рабочих частот;
- количество приемных выходов;
- номинальное выходное сопротивление приемных выходов;
- коэффициент стоячей волны напряжения (КСВН) на приемных выходах;
- развязка между приемными выходами;
- неравномерность ДН в обслуживаемой зоне;
- коэффициент направленного действия (КНД);
- коэффициент усиления (КУ);
- чувствительность.

5.2 Диапазон рабочих частот определяет частотную область, в которой определяются частотно-зависимые нормируемые параметры (КСВН, развязки, неравномерность ДН, КНД, КУ, чувствительность). Для каждого частотно-зависимого параметра определяется его частотная характеристика, и за результат принимается наихудшее значение.

5.3 Количество выходов определяет канальную емкость антенной решетки.

5.4 Номинальное выходное сопротивление приемных выходов есть волновое сопротивление фидеров приемников, подключаемых к этим выходам. Относительно величин сопротивлений определяются зависящие от них нормируемые параметры (КСВН, развязки и т. д.).

5.5 КСВН на приемных выходах $K_{ПРМ}$ определяется на частотах приема в режиме обратной передачи сигнала (в сторону антенны). При этом во внимание принимаются все входы, и за результат принимается наибольшее значение.

5.6 Развязка между приемными выходами $\alpha_{ПРМ}$, дБ определяется на частотах передачи как исчисленный в децибелах и взятый с обратным знаком модуль волнового коэффициента передачи между двумя приемными выходами. При этом во внимание принимаются все возможные пары выходов, и за результат принимается наименьшее значение развязки.

5.7 Неравномерность ДН в обслуживаемой зоне β, дБ определяется для всего диапазона рабочих частот. При этом во внимание принимаются все выходы, и за результат принимается наихудшее значение неравномерности.

5.8 КНД D, дБ определяется для всего диапазона рабочих частот. При этом во внимание принимаются все выходы, и за результат принимается наименьшее значение.

5.9 КУ $G_{ПРМ}$, дБ определяется относительно полуволнового вибратора на частотах приема с учетом соответствующего значения КНД, диссипативных потерь мощности, потерь мощности на отражение, и усиления приемного тракта по мощности. При этом во внимание принимаются все возможные приемные выходы, и за результат принимается наименьшее значение.

5.10 Чувствительность определяется в режиме приема как минимально допустимый уровень сигнала в точке приема, при котором на выходе антенны обеспечивается заданное отношение «сигнал/шум» (с учетом только собственного шума антенны). Минимально допустимый уровень сигнала характеризуется либо плотностью потока энергии Π_{min}, дБ относительно Вт/м^2 (или мВт/м^2), либо напряженностью электрического поля E_{min}, дБ относительно мкВ/м.

6 Технические требования к приемным антенным решеткам с цифровой обработкой сигнала

Технические требования приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Технические требования к приемным антенным решеткам с цифровой обработкой сигнала

№№	Параметр	Требование
1	КСВН на приемных выходах	Должен быть не более 3
2	Развязка между приемными выходами	Должна быть не менее 6 дБ
3	Неравномерность азимутальной ДН в обслуживаемой зоне: - для антенн с квазикруговыми азимутальными ДН - для антенн с секторными азимутальными ДН - для антенн с азимутальными ДН специальной формы	 Должна быть не хуже ±3 дБ Должна быть не хуже ±1,5 дБ Должна быть не хуже ±3 дБ
4	КНД	По техническим условиям (ТУ)
5	КУ в режиме передачи	По ТУ
6	КУ в режиме приема	По ТУ
7	Чувствительность	По ТУ

УДК 621.396.67:006.354

ОКС 33.060.20;
33.170

Ключевые слова: приемные антенны, антенные решетки, адаптивные антенны, антенны с обработкой сигнала, коэффициент стоячей волны напряжения, развязка, диаграмма направленности, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления, чувствительность

Редактор переиздания *Е.В. Зубарева*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 17.02.2020. Подписано в печать 25.08.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,74.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru