

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SM.378-7*

Измерение напряженности поля на станциях радиоконтроля

(1953-1956-1963-1966-1978-1982-1986-1992-1995-2007)

Сфера применения

Настоящая Рекомендация разработана для указания точности измерения напряженности поля на станциях радиоконтроля и установки параметров аппаратуры для измерения.

Ключевые слова

Измерения напряженности поля, станции радиоконтроля, международная регистрация, присвоение частот.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что измерения напряженности поля осуществляются на станциях радиоконтроля в диапазоне частот от 9 кГц до 3 ГГц и выше (например, до 40 ГГц), в зависимости от предназначения станции;
- b) что желательно производить точные измерения для их использования в связи с международной регистрацией и присвоением частот;
- c) что желательно также публиковать данные по контролю напряженности поля,

рекомендует,

- 1 чтобы в целях обеспечения точности, указанной в пункте 3 раздела *рекомендует*, установка и эксплуатация оборудования для измерения напряженности поля на станциях радиоконтроля производилась в соответствии с Приложением 1;
- 2 чтобы в целях достижения наивысшей точности измерения напряженности поля на станциях радиоконтроля в качестве руководства использовался Справочник по радиоконтролю МСЭ-R;
- 3 чтобы точность измерения напряженности поля, если не возникает ограничений, вызванных внутренними шумами приемника, атмосферными шумами или внешними помехами, соответствовала следующим значениям:

Полоса частот	Точность измерений (дБ)
9 кГц – 30 МГц	±2
30 МГц – 3 ГГц	±3

иногда может быть допустимой более низкая точность на частотах ниже 30 МГц;

- 4 чтобы в случаях, когда из-за ограниченных возможностей измерительного оборудования, наличия помех, нестабильности сигнала и других причин невозможно обеспечение точности,

* В 2018 и 2019 годах 1-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла поправки редакционного характера в настоящую Рекомендацию в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1.

указанной в пункте 3 раздела *рекомендует*, измерения следует, тем не менее, проводить, стремясь к такой точности.

Приложение 1

1 Антенная установка

Для получения точности измерений напряженности поля, указанной в пункте 3 раздела *рекомендует*, важно использовать калиброванную антенну с коэффициентом усиления в свободном пространстве (коэффициент k), приспособленную к измеряемому диапазону частот.

1.1 Частоты ниже 30 МГц

Для частот ниже 30 МГц рекомендуется использовать вертикальные или рамочные антенны. Может использоваться вертикальная антенна короче четверти длины волны, имеющая радиочастотную систему заземления либо в виде заглубленных в землю радиальных проводников с длиной, равной как минимум удвоенной длине антенны, и разнесенных не более чем на 30 градусов друг от друга, либо в виде эквивалентного радиочастотного заземленного экрана. Определенными достоинствами обладает также вертикальная антенна в виде перевернутого конуса с аналогичной системой заземления.

1.1.1 Общеизвестно, что случайные изменения поляризации ионосферных волн таковы, что вертикально поляризованная составляющая, как правило, практически равна горизонтальной составляющей.

1.1.2 Напряжение, создаваемое на выходе пассивной вертикальной антенны более короткой, чем четверть длины волны, существенно зависит от частоты. Поскольку импеданс такой антенны имеет емкостной характер, то напряжение на выходе устройства измерения напряженности поля, подключенного к должным образом нагруженной линии передачи, является прямой функцией частоты, что обеспечивает простую и сравнительно плавную калибровочную кривую.

1.1.3 Напряжение, создаваемое на выходе активной вертикальной антенны более короткой, чем четверть длины волны, обычно от частоты не зависит, поскольку входной импеданс усилителя велик по сравнению с импедансом антенного элемента.

1.1.4 Вертикальная антенна конической формы обеспечивает существенно большее усиление, чем короткая одноэлементная вертикальная антенна. Импеданс такой антенны постояен, а характеристика усиления в диапазоне от 2 до 30 МГц достаточно сглаженная; на частотах ниже приблизительно 2 МГц, в зависимости от размеров антенны, ее калибровочная кривая (если антенна пассивная) плавно зависит от частоты.

1.1.5 Взаимодействие между такой широкополосной антенной, как антенна в виде перевернутого конуса, фидером и приемником достаточно сложное из-за меняющейся чувствительности, импедансов и потерь при изменении частоты. Для улучшения суммарной точности калибровки измерений напряженности поля желательно, чтобы соответствующие установки проектировались в виде отдельного комплекса, а не как часть большой многоцелевой установки с большим количеством коммутационных устройств.

1.2 Частоты между 30 МГц и 1 ГГц

Для измерения напряженности поля на частотах между 30 МГц и 1 ГГц рекомендуется применять антенны, отвечающие следующим условиям:

1.2.1 Приемная антенна должна иметь такую же поляризацию, что и передающая антенна. Поэтому наиболее подходят короткие однополюсные антенны, полуволновые диполи и антенны с большим коэффициентом усиления.

1.2.2 Желательно, чтобы антенна располагалась на расстоянии 10 м от поверхности земли; если неизбежно необходимо проведение измерений при меньшем удалении от земли, то следует принять особые меры, для того чтобы избежать взаимного слияния с землей или крышей транспортного средства, в особенности если система установлена на крыше транспортного средства.

1.2.3 Следует учитывать окружающую местность (возможные препятствия), металлические объекты и т. п. для сведения к минимуму факторов, снижающих точность измерений. По мере возможности измерения следует проводить в нескольких соседних пунктах (групповое наблюдение), используя усредненную результирующую величину, или же проводить постоянно регистрируемые измерения при перемещении.

1.3 Частоты выше 1 ГГц

Антенны для измерения напряженности поля на частотах выше 1 ГГц обычно обладают достаточной направленностью. Коэффициент усиления таких антенн (коэффициент k , п. 1.4) может быть определен с большой точностью. Благодаря направленным свойствам антенн влияние окружающей местности на точность измерений обычно достаточно мало.

1.4 Коэффициент усиления антенны

Ошибка при определении коэффициента усиления антенны должна составлять менее 1 дБ.

2 Приемник

Измерительный приемник должен обладать хорошей стабильностью по усилению, частоте, ширине полосы и ослаблению. Особое внимание обращается на эталонную частоту для ограничения эффекта дрейфа частоты приемника на общую точность измерений напряженности поля. Гетеродины должны иметь малые фазовые шумы, чтобы исключить маскирование слабых сигналов.

2.1 В качестве измерительного приемника может использоваться анализатор спектра, если он установлен на нулевое свипирование, указание максимума на каждой частоте и проведение анализа на основе ряда сканирований. Результаты нескольких таких измерений, проведенных через регулярные (2 мин.) интервалы, затем усредняются для получения окончательного отсчета напряженности поля.

2.2 Для автоматизации измерений, хранения данных и их анализа может быть использован измерительный приемник или анализатор спектра, управляемые компьютером.

3 Калибровка

Общепринятой практикой является отдельная калибровка измерительных приемников, антенн и антенных кабелей, используя для этого национальные или международно признанные процедуры калибровки эталонов. Однако с целью обеспечения максимальной точности, в особенности на частотах ниже 30 МГц, рекомендуется калибровать антенну, фидерную линию и приемник как единый комплекс.

Фиксированные антенные системы должны перекалибровываться периодически с учетом имеющихся стандартов. Обычно это следует делать ежегодно или после профилактических работ по антенне, радиочастотной системе заземления или другим расположенным поблизости проводящим конструкциям, если таковые имеются.

ОВЧ и другие портативные антенны также должны периодически перекалибровываться для подтверждения характеристик. Кроме того, должны регулярно производиться осмотры для обнаружения механических повреждений и последующего ремонта и перекалибровки, если это окажется необходимым.
