

Л. 6 Основы антенно-фидерной техники

- Преобразование высокочастотных токов и напряжений в электромагнитные поля.
- Элементарные излучатели.
- Направленные и ненаправленные излучатели.
- Назначение фидерных трактов.
- Перспективы развития радиотехники.

Антенно-фидерное устройство (АФУ)

- Совокупность антенны и фидерного тракта, входящая в качестве составной части в радиоэлектронное изделие, образец, комплекс АФУ

используются для передачи сигналов в системах

радиосвязи, радиовещания, телевидения, а также других радиотехнических системах, использующих для передачи

сигналов радиоволны

Функция антенны

- Излучение или прием электромагнитных волн.
-

- Электрическое подключение антенны к источнику (потребителю) может быть непосредственным, а может осуществляться с помощью линии передачи, оснащенной радиочастотными соединителями, т.е. с помощью фидера.

Функция фидера

- передача электромагнитного колебания от радиопередатчика ко входу антенны и передаче электромагнитного колебания от антенны к радиоприемнику.

Антенна

- **Передающая антенна** преобразует энергию волн, поступающих по фидеру от передатчика к антенне, в энергию свободных колебаний, распространяющихся в окружающем пространстве.
- Передающая антенна должна не просто излучать электромагнитные волны, а обеспечивать наиболее рациональное распределение энергии в пространстве.

Основная характеристика передающих антенн

- **Диаграмма направленности (ДН)** — зависимость излучаемого поля от положения точки наблюдения (точка наблюдения должна находиться в дальней зоне — неизменно большом расстоянии от антенны).
- Требования к направленности колеблются в очень широких пределах от близких к направленным (системы радиовещания и эфирного телевидения) до резко выраженной направленности в определенном направлении (дальняя космическая радиосвязь, радиолокация, радиоастрономия и т. д.).
- **Направленность** позволяет без увеличения мощности передатчика увеличить мощность поля, излучаемого в данном направлении, а также позволяет уменьшать помехи соседним радиотехническим системам, то есть способствует решению проблемы **электромагнитной совместимости (ЭМС)**.
- **Направленность** можно получить только когда размеры антенны существенно превышают длину волны колебаний.

Приёмная антенна

- Улавливает энергию свободных колебаний и превращает её в энергию волн, которая поступает по фидеру на вход приемника.
- ~~Для приемных антенн диаграмма направленности~~ (ДН) — это зависимость тока в нагрузке антенны, то есть в конечном счете в приемнике, или ЭДС наводимой на входе приемника, от направления прихода электромагнитной волны, облучающей антенну.
- Наличие направленных свойств у приемных антенн позволяет не только увеличивать мощность выделяемую током в нагрузке, но и существенно ослаблять приём различного рода помех, то есть повышает качество приёма.
- Любую передающую антенну можно использовать и для приёма электромагнитных волн и вообще говоря, наоборот, однако из этого не следует что они одинаковы по конструкции

Основные характеристики и параметры антенн

- **Излучаемая мощность ($P_{и}$)** - мощность электромагнитных волн, излучаемых антенной в свободное пространство. Это активная мощность, так как она рассеивается в пространстве, окружающем антенну
- **Мощность потерь ($P_{п}$)** - мощность, бесполезно теряемая передатчиком во время прохождения тока по проводам антенны, в земле и предметах, расположенных вблизи антенны.
- **Коэффициент полезного действия (КПД)** антенны η – отношение излучаемой мощности к мощности, подводимой к антенне

Основные характеристики и параметры антенн

- *Мощность в антенне (P_a)* - мощность, подводимая к антенне от передатчика.
- *Входное сопротивление антенны*
- сопротивление на входных зажимах антенны. Оно имеет реактивную и активную составляющую.

Основные характеристики и параметры антенн

- *Направленность антенны* – способность излучать электромагнитные волны в определенных направлениях. Об этом свойстве антенны судят по диаграмме направленности, которая графически показывает зависимость напряженности поля или излучаемой мощности от направления.

Основные характеристики и параметры антенн

- *Коэффициент направленного действия (D)* - отношение плотности потока мощности, излучаемой данной антенной в определенном направлении, к плотности потока мощности, которая излучалась бы абсолютно ненаправленной антенной в любом направлении при условии равенства общей излучаемой мощности в обеих антеннах

Основные характеристики и параметры антенн

- *Коэффициент усиления антенны (G_a)* -
произведение коэффициента
направленного действия антенны на ее
КПД
- *Действующая высота антенны (h_A)*.
Количество энергии, излучаемой каждым
элементом антенны, пропорционально
проходящему по нему току.

Типы антенн разных диапазонов радиоволн

- **Километровые и гектометровые волны** (длинные и средние) используются для радиосвязи, радиовещания, навигации и других целей.
- **Антенны декаметровых волн.** В коротковолновых антеннах предпочтительнее применять горизонтальные вибраторы, а не вертикальные.

Типы антенн разных диапазонов радиоволн

- **Антенны метровых, дециметровых и сантиметровых волн.** Антенны указанных диапазонов можно разделить на две группы: вибраторные и поверхностные. В диапазоне метровых волн наиболее часто используются различные симметричные и несимметричные вибраторы. В диапазоне дециметровых и сантиметровых волн широко применяется антенна в виде рупора.

Фидер (радиотехника)

- Линия передач (**фидер**), передаёт энергию от генератора к антенне (**в передающем режиме**) или от антенны к приёмнику (**в режиме приёма**).
- **Основные требования к фидеру:** электрогерметичность (отсутствие излучения энергии из фидера) и малые тепловые потери.
- **В передающем режиме** волновое сопротивление фидера должно быть согласовано с входным сопротивлением антенны (что обеспечивает в фидере режим бегущей волны) и с выходом передатчика (для максимальной отдачи мощности).
- **В приёмном режиме** согласование входа приёмника с волновым сопротивлением фидера обеспечивает в последнем режим бегущей волны.
- **Согласование волнового сопротивления фидера с сопротивлением нагрузки** — условие максимальной отдачи мощности в нагрузку приёмника.

В зависимости от диапазона радиоволн применяют различные типы фидеров:

- двух или много-проводные воздушные фидеры;
- волноводы прямоугольного;
- круглого или эллиптического сечений;
- линии с поверхностной волной

Принцип действия

- конструкция антенны содержит металлические (токопроводящие) элементы, соединённые электрически (непосредственно или через линию питания — фидер) с радиопередатчиком или с радиоприёмником.
- ~~В режиме передачи~~ переменный электрический ток, создаваемый источником (например, радиопередатчиком), протекающий по токопроводящим элементам такой антенны, в соответствии с законом Ампера порождает в пространстве вокруг себя переменное магнитное поле. Это меняющееся во времени магнитное поле, в свою очередь, не только воздействует на породивший его электрический ток в соответствии с законом Фарадея, но и создаёт вокруг себя меняющееся во времени вихревое электрическое поле. Это переменное электрическое поле создаёт вокруг себя переменное магнитное поле и так далее — возникает взаимосвязанное переменное электромагнитное поле, образующее электромагнитную волну, распространяющуюся от антенны в пространство. Энергия источника электрического тока преобразуется антенной в энергию электромагнитной волны и переносится электромагнитной волной в пространстве.

В режиме приёма

- переменное электромагнитное поле падающей на антенну волны наводит токи на токопроводящих элементах конструкции антенны, которые поступают в нагрузку (фидер, радиоприёмник).
- Наведённые токи порождают напряжения на входном приёмнике.

Характеристики антенн

- **Полевые характеристики**
 - характеристика направленности
 - ~~диаграмма направленности (ДН), её тип и возможность управления~~
 - ширина ДН по заданному уровню
 - уровень боковых лепестков (УБЛ), коэффициент рассеяния
 - фазовая диаграмма, местоположение фазового центра и частотная стабильность его координат
 - тип поляризации, поляризационная диаграмма, максимальное значение уровня излучения на кроссполяризации в заданном направлении, число поляризационных каналов и межполяризационная развязка (переходное затухание)
 - коэффициент направленного действия (КНД)
 - коэффициент усиления (КУ)
 - коэффициент использования поверхности (КИП) апертуры антенны
- Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) антенны

Характеристики со стороны линии питания

- ТИП ЛИНИИ

передачи, номинальное входное
сопротивление антенны

- резонансная частота, рабочая полоса
частот (по качеству согласования)

- входной импеданс
антенны и коэффициент стоячей
волны (КСВ) в линии передачи

- максимальная допустимая мощность

Передаточные характеристики

- коэффициент полезного действия (КПД)
-
- действующая высота
 - векторная импульсная характеристика
 - векторная передаточная характеристика
 - шумовая температура антенны
 - эффективная изотропно излучаемая мощность (ЭИИМ) (характеристика системы антенна + радиопередатчик)

Конструктивные характеристики

- масса, координаты центра масс, момент инерции

- габаритные размеры, максимальный радиус разворота
- тип радиочастотного соединителя или присоединительные размеры
- парусность (ветровая нагрузка)
- объект установки, способ крепления
- применённые материалы
- устойчивость к внешним воздействиям
(климатическим, механическим и др.)

Интересные сведения

- Электрические параметры антенны (ДН, входное сопротивление) не изменятся, если изменить все её размеры и длину волны в одинаковое число раз (принцип электродинамического подобия).
- Амплитудно-фазовое распределение (распределение комплексной амплитуды тока как функции координат по апертуре антенны) и диаграмма направленности антенны в дальней зоне как функция угловых координат (пространственных частот) связаны преобразованием Фурье. При нахождении формы ДН удобно использовать теоремы связанные с преобразованием Фурье.
- Эффективные размеры антенн с синтезированной апертурой могут составлять десятки и сотни километров.
- Параметры пассивных антенн в линейных негиротропных средах не зависят от того, работает ли антенна на приём или на передачу, что