

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ «ОКЕАН»

Дубынина И.В. (АО «Равенство»)

Научный руководитель – Кузнецов Александр Юрьевич, к.т.н.

(Университет ИТМО)

В статье рассмотрены современные технические и технологические решения, применяемые при проектировании радиолокационных станций. Описаны преимущества твердотельных приемопередатчиков и рассмотрены свойства волноводно-щелевых антенн. В качестве примера радиолокационной станции взята РЛС «Океан», разработанная АО «Равенство».

Ключевые слова: радиолокационная станция, антенна, приемопередатчик, твердотельный приемопередатчик, импульсная РЛС.

Радиолокационная станция (РЛС) - устройство для наблюдения за различными объектами (целями) методами радиолокации. Основные узлы РЛС — передающее и приёмное устройства, расположенные в одном пункте (т.н. совмещенная РЛС) или в пунктах, удалённых друг от друга на некоторое (обычно значительное) расстояние (двух- и многопозиционные РЛС); в РЛС, применяемых для пассивной радиолокации, передатчик отсутствует. Антенна может быть общей для передатчика и приёмника (у совмещенной РЛС) или могут применяться отдельные антенны (у многопозиционных РЛС). Основные характеристики РЛС: точность измерений, разрешающая способность, предельные значения ряда параметров (максимальная и минимальная дальность действия, сектор и время обзора и др.), помехоустойчивость. К основным характеристикам относят также мобильность РЛС, её массу, габариты, мощность электропитания, срок службы, количество обслуживающего персонала и многие др. эксплуатационные параметры.

Эффект отражения радиоволн от твердых поверхностей был открыт более века назад. На данном эффекте и строится вся радиолокация. Развитие радиолокации строится на совершенствовании параметров приемопередатчика (излучаемая мощность, чувствительность приемника и пр.) и совершенствовании антенных систем.

Разработка новых технологий, используемых в конструкции антенн и РЛС, — движущий фактор расширения возможностей и снижения производственных затрат. К таким технологиям относятся мощные GaN-транзисторы, малозумящие усилители (МШУ) и активные фазированные антенные решётки (АФАР) с управляемой формой диаграммы направленности. Использование данных технологий позволяет РЛС превосходить существующие стандарты и подталкивает к созданию новых методов разработки и производства.

Исходя из физических принципов работы РЛС ясно, что чем выше излучаемая мощность, тем больше дальность действия РЛС, поэтому вполне логичным решением для увеличения области обзора является увеличение выходной мощности передатчиков. Но РЛС, работающая на высокой мощности, оказывает негативное влияние на окружающую среду и здоровье людей, находящихся в зоне ее действия. Увеличение чувствительности приемника так же позволяет расширить область обзора, но при этом излучаемая мощность остается на прежнем уровне. Последним важным открытием в области локации, было открытие «сложного» сигнала, излучение которого, даже при малой мощности, позволяет сохранить параметры РЛС по дальности (разрешающая способность по дальности, дальность действия),

по сравнению с излучением высокой мощности импульсного сигнала. Также за счет уникальности структуры «сложных» сигналов РЛС, использующая их, обладает большей помехозащищенностью, т.е. на нее не действуют сигналы других РЛС.

Несмотря на те открытия, которые были сделаны в области «сложных» сигналов, обычные импульсные РЛС до сих пор пользуются большой популярностью среди потребителей за счет меньшей стоимости и простоты конструкции.

В связи с этим линейка РЛС «Океан» построена как на стандартных «импульсных» решениях (приемопередатчик «Х-10»), так и с применением «сложного» сигнала (приемопередатчик «Х-20»). Прибор приемопередатчика «Х-20» – твердотельный приемопередатчик. Приемопередатчик использует «сложный» сигнал и построен на твердотельном усилителе с максимальной выходной мощностью до 100 Вт. Данное сочетание позволяет при невысокой излучаемой мощности обнаруживать суда и прочие надводные объекты на дальностях не менее чем импульсный приемопередатчик с мощностью 35 кВт. Данные приемопередатчики обладают повышенной помехоустойчивостью от других радаров и метеоусловий.

В силу отсутствия необходимости излучения большой мощности, при использовании «сложных» сигналов, выходной усилитель данного типа РЛС построен на твердотельных технологиях (полупроводниковый усилитель с выходной мощностью 100 Вт), в то время как модели с импульсным типом построены на электровакуумных магнетронах (мощностью 35 кВт) с модуляцией высоковольтными импульсами (до 7 кВ).

Одной из важных составляющих радара является антенна. Основными техническими характеристиками современных антенных систем являются:

- масса и габариты;
- рабочий диапазон длин волн;
- форма диаграммы направленности и ширина ее главного лепестка;
- доступная скорость сканирования;

В части антенной системы в РЛС «Океан» применяется волноводно-щелевая антенна, построенная на уникальной технологии разработанной АО «Равенство». Применение данной технологии позволяет изготавливать антенны любой длины и формировать диаграмму направленности внутри излучателя, что дает следующие преимущества:

- отсутствие эффекта кросполяризации. Как следствие нет необходимости устанавливать кросполяризационные фильтры, либо специальные пленочные поляризаторы;
- за счет отсутствия кросполяризации - увеличение коэффициента усиления антенны;
- высокое подавление уровня боковых лепестков;

Данные преимущества дают возможность минимизировать затраты на изготовление и регулировку антенн.

В РЛС «Океан» используются три модификации волноводно-щелевой антенны с продольными размерами 12, 18 и 21 футов [5]. Параметры данных антенн удовлетворяют требованиям предъявляемым к РЛС СУДС второй, первой и высшей категории соответственно.

Стоит обратить отдельное внимание на антенный привод обеспечивающий равномерное азимутальное вращение антенн со скоростью 18 – 60 об/мин при скорости ветра до 50 м/с.

Антенный привод имеет два варианта исполнения: на базе асинхронного мотор-редуктора, а также на базе безредукторного привода. Применение безредукторного привода наиболее эффективно при размещении станций в удаленных труднодоступных районах эксплуатации, т.к. данный привод не нуждается в частом техническом обслуживании и имеет больший срок службы.

Таким образом, технические и технологические решения, используемые при проектировании РЛС «Океан», соответствуют международному уровню. Уникальная технология изготовления антенн позволяет изготавливать антенны с высокими техническими параметрами любой длины, включая антенны первой и высшей категорий СУДС не имеющие аналогов в России. Наличие нескольких исполнений приемопередатчиков и усилителей позволяет создавать различные исполнения радиолокационной станции, комбинируя преимущества различных технологий оптимальным для каждого конкретного случая образом.