

# Оценка влияния радиопрозрачного укрытия на характеристики антенных решёток с электронным сканированием

В.В. Демшевский, И.А. Богачев

АО «НПП «Исток» им. Шокина»

**Аннотация:** в работе представлены результаты исследования влияния диэлектрического укрытия на характеристики диаграммы направленности антенной решётки на основе патч-излучателя при электронном отклонении луча.

**Ключевые слова:** антенная решетка, углы электронного сканирования, радиопрозрачное укрытие, дифракционный максимум.

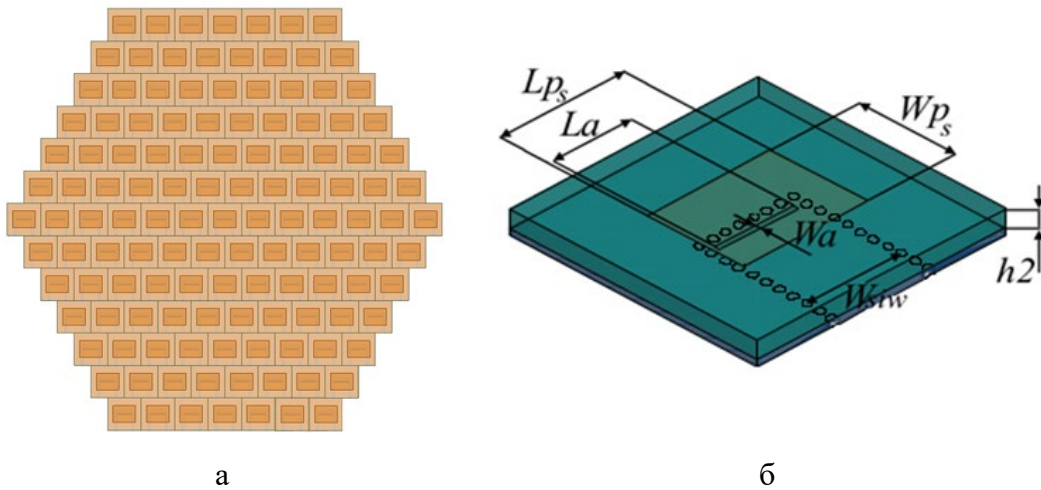
## 1. Введение

При разработке современных многоканальных радиоэлектронных систем особое внимание уделяется проектированию радиопрозрачных укрытий и учету их влияния на выходные характеристики комплексов. Известно, что объекты или элементы частей конструкции, находящиеся вблизи антенн и антенных решеток, могут в существенной степени повлиять на их характеристики, такие как: коэффициент усиления (КУ), уровень боковых лепестков (УБЛ), углы электронного сканирования и т.д. [5] Таким образом, при решении практических задач, радиопрозрачное укрытие следует рассматривать как часть антенной системы. Учитывая то, что радиопрозрачные укрытия служат для защиты антенн и антенных решеток от воздействия внешней среды и являются частью конкретных комплексов, то к ним самим порой предъявляются жесткие требования как по масса-габаритным параметрам, эксплуатационным характеристикам, так и по материалам, из которых они могут быть изготовлены. Выполнение этих требований в совокупности приводит к значительному ухудшению условий прохождения электромагнитных волн через радиопрозрачные укрытия, дополнительные потери при излучении, появление синхронных ошибок при пеленгации, появление паразитных дифракционных максимумов и т.д. Задачи по моделированию и расчетам характеристик пары «антенна-обтекатель» являются актуальными, особенно при разработке антенных решеток с электронным сканированием.[1]

## 2. Антенная решетка

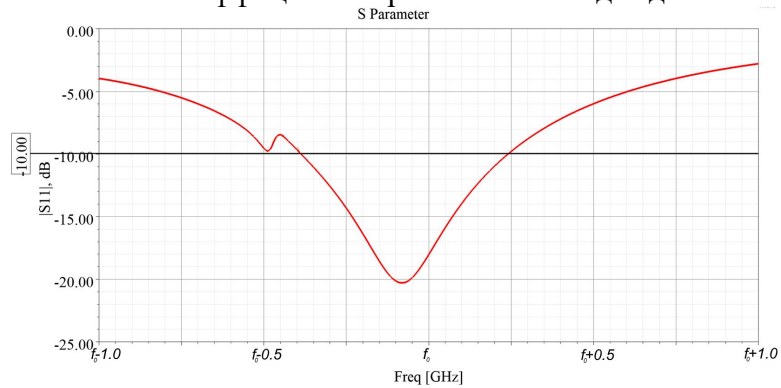
В представленной работе приведены результаты расчетов печатной антенной решетки X-диапазона с электронным сканированием, находящейся под радиопрозрачным укрытием.

На Рисунке 1а приведен вид антенной решетки с электронным сканированием, характеристики которой рассчитывались под диэлектрическим укрытием, а на Рисунке 1б приведен вид единичного элемента антенной решетки. [3]



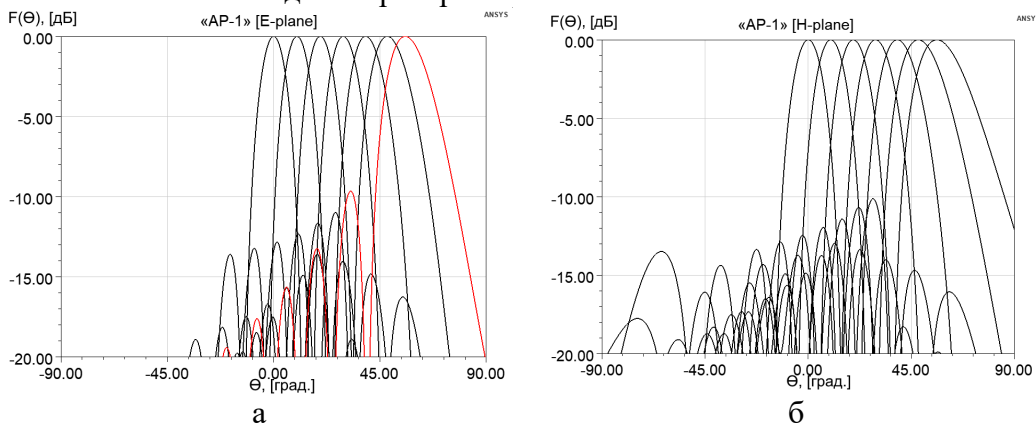
**Рисунок 1.** Внешний вид антенной решетки (а - антенное полотно; б – единичный элемент)

На Рисунке 2 показан коэффициент отражения от входа единичного элемента



**Рисунок 2.** Коэффициент отражения на входе единичного излучателя

На Рисунке 3(а, б) приведены расчеты отклонения ДН антенной решетки в плоскостях Е и Н в свободном пространстве.



**Рисунок 3.** Нормированные ДН при электронном отклонении луча в антенной решетке

В качестве радиопрозрачного укрытия для исследования характеристик антенной решетки использовали конусный диэлектрический обтекатель, имеющий высоту  $8\lambda$  и толщину стенок 5 мм. Для исследования в качестве диэлектрика использовали два материала: кварцевое стекло с  $\epsilon = 5,5$  и стекло, армированное композитным полифторэтиленом (PFTE),  $\epsilon = 2,5$ .

На Рисунках 4-6 приведены результаты электродинамического моделирования характеристик электронного сканирования антенной решетки под радиопрозрачным укрытием.

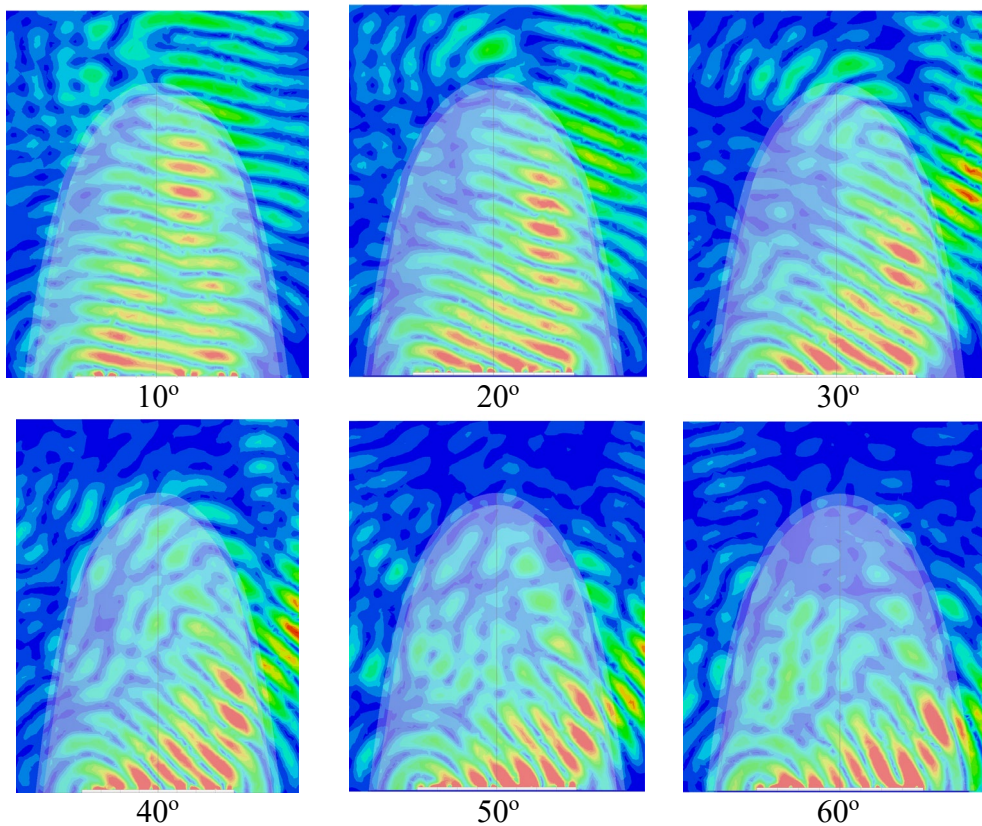


Рисунок 4. E-плоскость

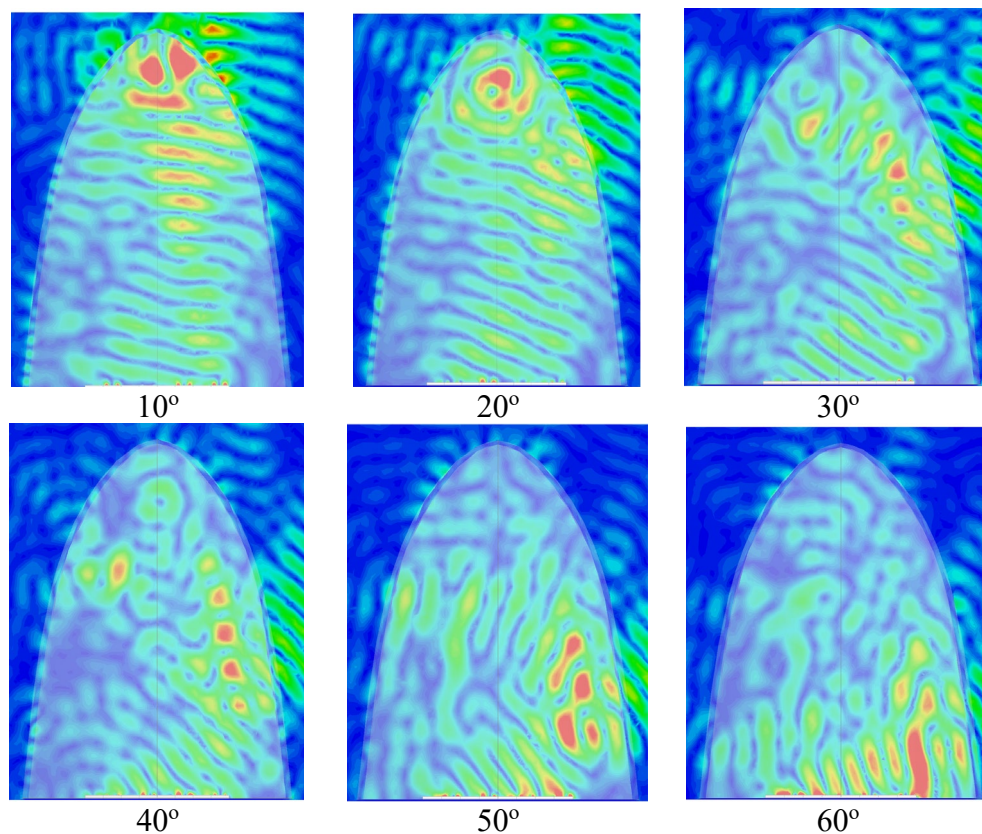


Рисунок 5. H-плоскость

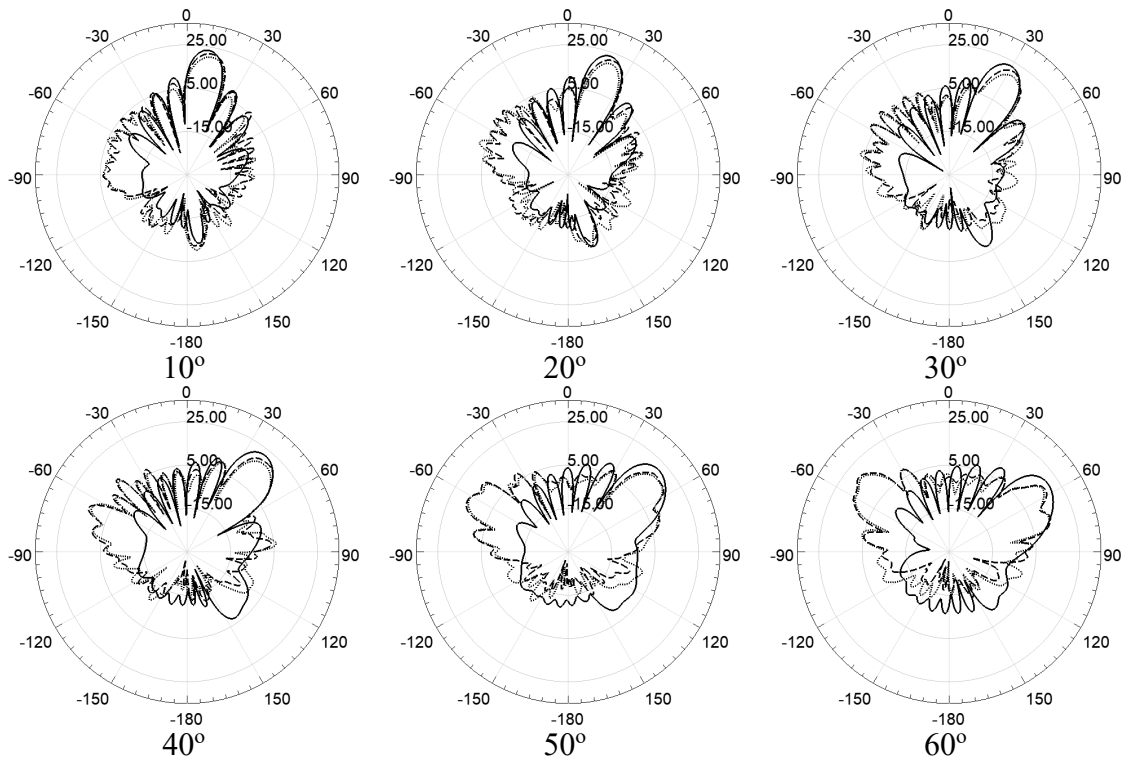


Рисунок 6. Е-плоскость

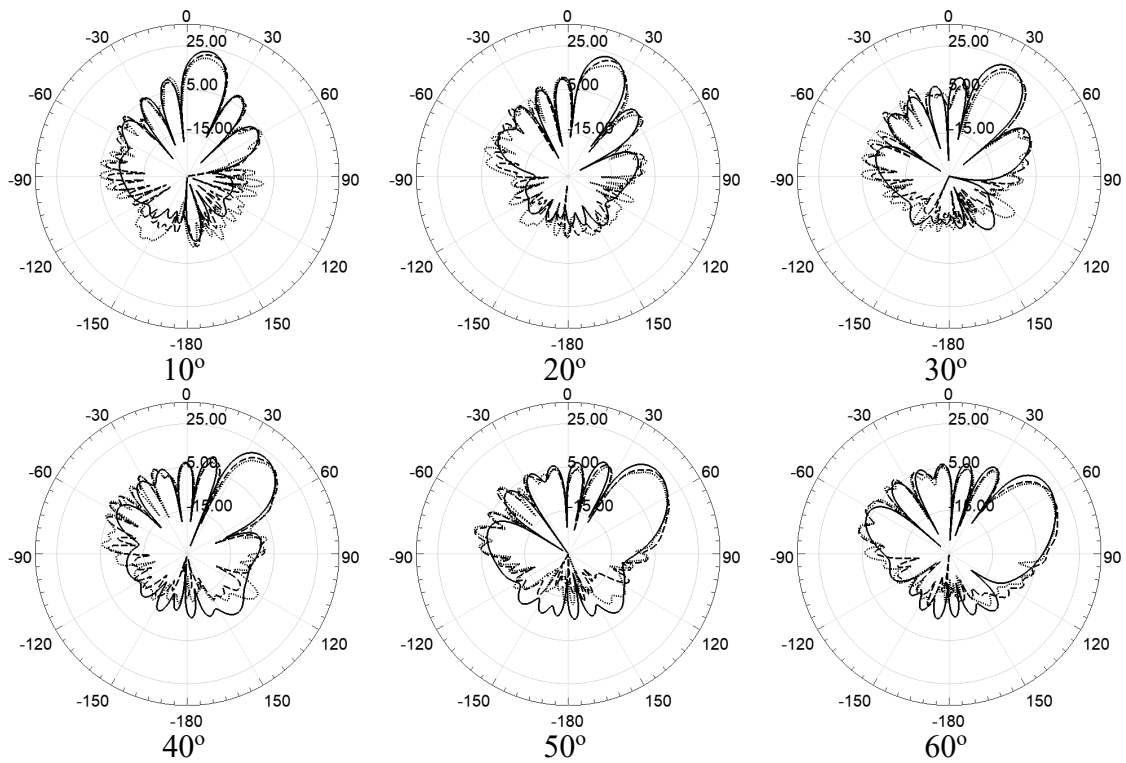


Рисунок 7. Н-плоскость

### 3. Выводы

Обтекатель существенно влияет на ДН и КУ антенной решетки с электронным сканированием.

Образование побочного максимума ДН связано с дифракцией на краях антенной решетки и многократных переотражений от раздела двух сред.

Для минимизации паразитных эффектов требуется размещение РПМ и разработка специальных АФР.

Для обтекателей наиболее подходящим является материал с меньшей диэлектрической проницаемостью.

В Е-плоскости наблюдается сокращение углов электронного сканирования на  $20^\circ$ , что связано с тем, что электромагнитная волна в этом случае имеет перпендикулярную поляризацию на границе раздела 2-х сред. В этом случае коэффициент прохождения через границу раздела двух сред несколько хуже, чем в Н-плоскости и в дополнение к этому вдоль границы раздела двух сред начинает распространяться паразитная поверхностная волна.

Исследование разностных ДН и влияние обтекателя на положение нуля не проводилось. Но уже сейчас становится ясно, что в системах с электронным сканированием, обтекатель приведет к более серьезным ошибкам.

#### Список литературы

1. Численное моделирование системы антенна-обтекатель / Н.Н. Кисель - Известия ЮФУ. Технические науки – Таганрог, 2016 – 104-108 с.
2. Алгоритм коррекции амплитудно-фазового распределения системы антенна – обтекатель для обеспечения заданных характеристик направленности ФАР (АФАР) перспективных авиационных и космических РЛС / А.В. Криштопов, А.В. Щербаков - ГУП НПП «Спурт», Москва, Зеленоград.
3. Влияние способа возбуждения на характеристики микрополосковой патч-антенны X-диапазона / Демшевский В.В., Богачев И.А. – Всероссийская конференция «Электроника и микроэлектроника СВЧ» - Санкт-Петербург 2019, с.146-150.
4. Analysis and Optimization of Installed Antenna Performance / Henrik Frid - Doctoral Thesis in Electrical Engineering School of Electrical Engineering and Computer Science KTH Royal Institute of Technology - Stockholm, Sweden, 2020.
5. Современное электродинамическое сопровождение проектирования и изготовления систем антенна – радиопрозрачное укрытие / К.М. Басков - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук - Москва 2016.