

# Измерение диаграммы направленности антенны УКВ диапазона в полевых условиях

Н. И. Медведев, О Сучан, В. С. Баранова, С. В. Лешкевич, В. Е. Евчик,  
А. А. Спиридонов, В. А. Саечников

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,  
e-mail: [rct.medvedevNI@bsu.by](mailto:rct.medvedevNI@bsu.by)*

Работа посвящена разработке эффективного метода измерения диаграммы направленности антенны в полевых условиях.

**Ключевые слова:** диаграмма направленности; антенна Яги-Уда; дальняя зона; приемная и передающая антенна; полевые условия.

## Measuring UHF antenna pattern under the field conditions

N. I. Medvedev, Oh Suchan, V. S. Baranova, S. V. Liashkevich, V. E. Evchik,  
A. A. Spiridonov, V. A. Saetchnikov

*Belarusian State University, Minsk, Belarus, e-mail: [rct.medvedevNI@bsu.by](mailto:rct.medvedevNI@bsu.by)*

The work is devoted to the development of an effective method of antenna pattern measurement in the field conditions.

**Keywords:** radiation pattern; Uda-Yaga antenna; far field; receiving and transmitting antenna; field conditions.

### Введение

Диаграмма направленности антенны (ДН) является фундаментальной концепцией в области электромагнитных волн и систем беспроводной связи. Данный параметр представляет собой трехмерное распределение электромагнитной энергии, излучаемой или принимаемой антенной [1]. Измерение ДН антенны позволяет: оценить производительность антенны, в частности, получить представление о том, насколько хорошо антенна излучает или принимает электромагнитную энергию в разных направлениях; оптимизировать усиление – корректировка конструкции и параметров антенны на основе измерений ДН, чтобы максимизировать усиление в нужных направлениях; уменьшить помехи – измеряя диаграмму направленности, можно идентифицировать потенциальные источники помех.

### 1. Методика измерений

Работа посвящена определению проблематики нахождения ДН в полевых условиях. По определению ДН является основной характеристикой описывающей угловую зависимость поля антенны в дальней зоне. Следует заметить, что дальняя зона для узконаправленных антенн находится на значительных расстояниях, тем самым затрудняя использование безэховых камер. Более того, дальняя зона для широкоапертурных параболических антенн может находиться на расстоянии порядка 1 км.

Выбор антенны Яги-Уда и данного диапазона был обусловлен её распространённостью, узкой ДН по сравнению с другими переносными антеннами УКВ диапазона. Измерения проводились на расстоянии более  $10\lambda$  от антенны, в соответствии с условием дальней зоны [1, 2].

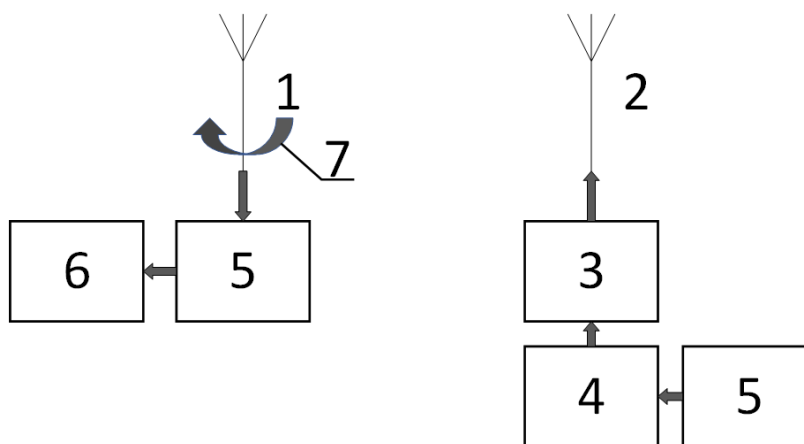


Рис. 1 Схема измерения ДН в полевых условиях

В полевых условиях была реализована схема, представленная на рис. 1. В этой схеме 1 – приёмная антенна (измеряемая), 7 – элементная Яги-Уда на 433 МГц; 2 – передающая антенна, несимметричная антенна в четверть длины волны; 3 – передатчик на 433 МГц, HC-12 SI4463; 4 – контроллер для управления передатчиком, ESP8266; 5 – приёмник, RTL SDR v3; 6 – персональный компьютер (ПК), для обработки результатов в режиме реального времени; 7 – поворотное устройство, штатив с угловой градуацией азимута. Технология измерения ДН в полевых условиях следующая. Приёмная антенна устанавливается на штатив на высоте 1,5 м от земли в горизонтальной плоскости поляризации. Азимутальное поворотное устройство со шкалой деления в 5 градусов. Нуль градусов выставляется на приёмную антенну. Каждое измерение проводилось на протяжении минуты для взятия средней мощности излучения, после направление антенны изменялось на одно деление. Поворот осуществлялся от  $-90$  до  $90$  градусов. Передающая антенна устанавливается в горизонтальной плоскости поляризации на высоте 2 метра от земли и расстоянии 12 метров от измеряемой антенны. Передатчик работает на частоте 433.44 МГц с минимальной выставленной выходной мощностью в  $-1$  дБВт. Микроконтроллер ESP8266 питается от аккумулятора, управляя передатчиком, который передает последовательность случайных пакетов. Приём осуществляется на SDR приёмник с выставленной частотой 433.2 МГц с дискретизацией 1 Мвыб./сек. и выставленным усилением в 10 дБ. Обработка реализована в скрипте GNU radio companion, где полосовым фильтром выбирается необходимый сигнал и измеряется среднее арифметическое квадрата амплитуды за минуту. После данные заносились в базу результатов эксперимента.

## 2. Результаты измерений

Проводилось измерение ДН от  $-180$  до  $90$  градусов поворота по азимуту по описанной выше методике. Объектом исследования являлась 7-элементная антенна типа волновой канал Яги-Уда. Из-за особенностей крепления антенны задняя часть ДН полностью не рассматривалась. Для численного моделирования ДН исследуемой антенны использовалась программа EzNEC. Результаты симуляции и измерения ДН в полевых условиях представлены на рис. 2. Минутный замер принимаемой относительной мощности осуществлялся для уменьшения влияния посторонних шумов.

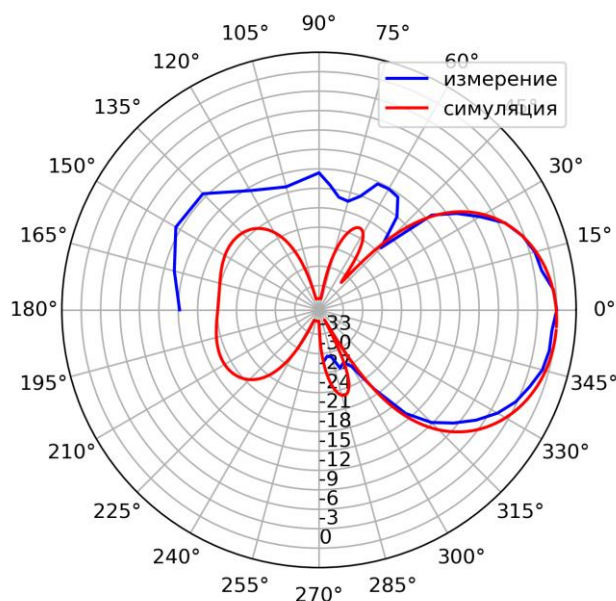


Рис. 2. Диаграмма направленности антенны Уда-Яги, нормированная по максимуму

## Заключение

В полевых условиях с допустимой погрешностью реализуемо измерение главного лепестка ДН узконаправленных антенн. Следует заметить, что при использовании SDR приёмника было выявлено изменение его чувствительности в течении времени приёма, но разницу в расчётной и в измеренной ДН боковых лепестков это не объясняет, хоть главный лепесток совпадает на 95 %. Расчётная асимметричность максимумов боковых лепестков антенны не превышает 3 дБ, а в измерениях боковые лепестки прослеживаются достаточно условно. Измерения заднего лепестка не являлось приоритетной задачей, но на ДН можно заметить, что крепление антенны привносило существенные искажения.

## Библиографические ссылки

1. Гавриленко В. Г., Калинин А. В. Методы измерения характеристик антенн по сигналам внеземных радиисточников. Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 58 с.
2. МСЭ-R BS.1698 (02/05) Оценка полей от наземных радиовещательных передающих систем, работающих в любых полосах частот, для определения воздействия неионизирующего излучения [Электронный ресурс] URL:<https://studylib.ru/doc/2529748/rekomendaciya-mse--r-bs.1698-ocenka-polej-ot-ysclid=ln4p38xmuy236065148> (дата обращения: 30.09.2023)