

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Пендюрина Владимира Андреевича на тему:

«Защищенные приземные и подземные антенны УКВ диапазона»

представленной на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

В диссертационной работе Пендюрина В.А. рассматриваются две фундаментальные задачи: синтез антенн электрически малого размера и подземных антенн. Обе эти задачи исследуются применительно к длинноволновой части УКВ диапазона, поскольку в соответствии с теорией скин-эффекта для максимальной глубины проникновения поля в грунт необходимо использовать максимально возможную длину волны. В настоящее время в связи с общей тенденцией миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры проблема создания электрически малых антенн стоит особенно остро, поэтому актуальность первой задачи не вызывает сомнений. Подземные антенны также используются на практике, поэтому актуальной является задача обеспечения ее механической прочности.

В автореферате рассмотрены различные конструкции приземных антенн УКВ диапазона, для которых помимо малого электрического размера выдвигается дополнительное требование устойчивости к мощным механическим воздействиям. Особенно хочется отметить предложенный автором вариант построения полноазимутальной многолучевой антенны, когда в качестве линзы выступает обыкновенный гранитный щебень. Здесь необходимо пояснение: поскольку речь идет о длинноволновой (низкочастотной) части УКВ диапазона, геометрический размер линзы становится достаточно большим и традиционный подход, связанный с использованием тех материалов, которые используются в СВЧ диапазоне для изготовления линзовых антенн, становится либо слишком дорогостоящим, либо вообще неприемлемым. В этом смысле подход, предложенный автором диссертации, является достаточно простым и оригинальным.

В настоящее время в СВЧ диапазоне широко используются патч-антенны, расположенные на высокоимпедансных поверхностях. Автор диссертации творчески использовал имеющиеся наработки в этой области применительно к УКВ диапазону. Особую ценность исследованиям патч-антенны придает проведение натуральных экспериментов с заглублением ан-

тенны в грунт и последующим навалом земли. Также следует отметить рассмотренную автором методику оценки степени неоднородности диэлектрической среды, в которой размещена антенна, и оценку влияния неоднородности на электрические характеристики антенны.

Научной новизной диссертационной работы является следующее:

- использование феррита с близкими значениями электрической и магнитной проницаемости для создания импедансно-согласованной среды при проектировании электрически малых антенн;

- методика проектирования электрически малых антенн УКВ диапазона, позволяющая получить существенно более высокий коэффициент полезного действия по сравнению с несимметричным четвертьволновым вибратором (монополем);

- методика проектирования монополей с повышенной механической и электрической прочностью, а также использование мраморного или гранитного щебня в качестве конструкционного материала для осесимметричной линзы;

- методика проектирования подземных щелевых УКВ антенн, которые позволяют реализовать требуемую форму диаграммы направленности, а также предложенная автором конструкция патч-антенны на высокоимпедансной поверхности, которая позволяет уменьшить размеры антенного устройства при прочих равных условиях;

Судя по автореферату, работа является достаточно многоплановой и поэтому она не свободна от недостатков. К автореферату диссертации имеются следующие замечания:

- одной из основных характеристик электрически малой антенны является ее добротность, которая позволяет оценить сужение полосы, связанное с уменьшением электрического размера. В автореферате приводятся количественные оценки линейного размера и полосы, однако ничего не сказано о причине, которая заключается в увеличении добротности;

- использование феррита для согласования электрически малой антенны со свободным пространством (см. рис.1 автореферата) имеет технологические трудности: феррит очень плохо поддается обработке резанием, поэтому, скорее всего, его будет необходимо спекать вместе с вибратором Пистолькорса, а температура спекания феррита имеет порядок  $1000^{\circ}\text{C}$ ;

- диаграмма направленности многолучевой антенной системы, представленная на стр.8 автореферата, получена в предположении того, что подстилающая поверхность является идеально проводящей, поэтому главный

лепесток диаграммы направленности «прижат» к земле. В реальных условиях (земная поверхность с конечной и не слишком большой электропроводностью) главный лепесток должен быть «отжат» от границы раздела.

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности полученных автором результатов и не влияют на положительную оценку его работы. Все полученные в диссертационной работе результаты являются новыми, научно обоснованными и практически значимыми, а значительное количество публикаций по теме диссертации свидетельствует о большой работе, которая была проделана автором. Диссертационная работа Пендюрина В.А. отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней. Считаю, что Пендюрин В.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.



Ахияров Владимир Влерович

кандидат технических наук.

ОАО «НПК НИИДАР», ведущий инженер,  
127083, г. Москва, ул. 8 Марта, д.10, стр.5,  
тел. +7(495) 232-00-06 доб. 48-68.

ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, старший научный сотрудник,  
125009, г. Москва, ул. Моховая д.11, корп.7,  
тел. +7 (495) 629-35-74.

e-mail: vakhiyarov@gmail.com.

*Подпись Ахиярова*  
*Зам. нач. управления*  
*№ 07 к АО "НПК. НИИДАР"*

*на верную.*



*И.А. Чешина*  
*07.11.2022*