

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника

академии связи

и научной работе

В. Харченко

2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пендюрина Владимира Андреевича на тему:

«Защищенные приземные и подземные антенны УКВ диапазона»

Защищенные антенны являются неотъемлемой частью системы управления войсками и оружием в особый период ведения боевых действий. От их эффективной работы зависит гарантированность получения сигналов, что напрямую влияет на общую боевую готовность войск. Созданию защищенных антенн посвящены работы ученых Военной академии связи имени С.М. Буденного: профессоров Канторовича М.И., Муравьева Ю.И., Серкова В.П., Сосунова Б.В. По теории и технике приземных и подземных антенн имеется довольно большое число отечественных и зарубежных публикаций – монографий и статей в научно-технических журналах.

Защищенные антенны УКВ диапазона предназначены для работы в сложных условиях эксплуатации: при мощных механических воздействиях и навале грунта, когда нарушается стабильность их основных характеристик: направленности, коэффициента усиления, входного сопротивления. Это может привести к резкому ухудшению энергетического потенциала радиолиний и, как следствие, нарушению связи. Необходимо также отметить имеющиеся негативные факторы естественной деградации антенных устройств за счет старения материалов и накопления влаги.

Современные методы анализа и синтеза антенн позволяют производить проектирование защищенных приземных и подземных антенн с учетом всех вышеуказанных факторов, однако вопросы уменьшения их габаритов при сохранении высокой механической прочности и тепловой устойчивости, создания решеток из таких излучателей при изменении проводимости подстилающей поверхности или среды заложения в условиях сильных реактивных полей является сложной научной задачей. Ее решение должно

основываться на строгих математических методах, вычислительных и экспериментальных данных, с использованием электродинамической теории и вычислительного эксперимента.

Таким образом, тема диссертации Пендюрина В.А. является крайне **актуальной** и важной для развития технологий создания защищенных антенн.

Исходя из текста автореферата, автором были получены следующие **новые** научные результаты:

подход к созданию малогабаритных приземных антенн УКВ диапазона, базирующийся на использовании в качестве импедансно-согласованной среды феррита с близкими значениями относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей;

методика проектирования электрически малых антенн УКВ диапазона в виде двухзаходной плоской архимедовой спирали с плечами переменной ширины, а также – многозаходных цилиндрических спиралей, являющихся разновидностью петлевого вибратора Пистолькорса;

методика проектирования монополей, внутренняя или – внешняя мощная механическая опора которых соединена с металлической подстилающей поверхностью, защищенных от воздействия мощных электромагнитных импульсов;

методика проектирования многолучевых полноазимутальных антенн УКВ диапазона на основе осесимметричной линзы, имеющей форму усеченного конуса, в качестве материала которой используется мраморный или гранитный щебень, облучаемой системой монополей или – электрически малых излучателей спирального типа;

методика проектирования подземных УКВ-антенн резонаторно-щелевого типа со щелями «Г»-образной формы;

методика проектирования подземных УКВ полосковых (патч-) антенн с метаматериальной подложкой в виде квадратных металлических пластин, середина каждой из которых соединена с подстилающей металлической поверхностью излучающего полоска;

модификация двухзаходной спирали Архимеда с экраном, реализуемая с использованием аттестованного на сверхмощное механическое воздействие коаксиального кабеля;

методика анализа степени неоднородности электрических параметров изолятора подземной антенны.

Научная новизна представленных в автореферате результатов, на наш взгляд, заключается в следующем:

впервые предложено использование феррита с целью уменьшения профиля защищенной от ударных волн приземной антенны;

впервые совмещена пространственная ориентация дипольного электрического момента и дипольного магнитного момента многозаходных цилиндрических спиралей, что уменьшило влияние ближнего реактивного поля на эффективность излучения и повысило КПД данных спиралей;

применен новый способ защиты: короткое замыкание механической опоры монополей с металлической подстилающей поверхностью, что повысило защищенность радиооборудования от воздействия мощного электромагнитного импульса;

применена гранитная осесимметричная линза для получения многолучевой характеристики направленности защищенной системы излучателей;

найден новый способ формирования характеристик направленности защищенных подземных резонаторно-щелевых антенн путем управления фазами питания их излучателей;

предложена устойчивая к воздействию сейсмоударных волн подземная полосковая (патч-) антенна с метаматериальной подложкой;

предложена новая технология создания устойчивой к сверхмощным механическим воздействиям горизонтальной подземной широкополосной антенны зенитного излучения в виде архимедовой спирали из коаксиального кабеля;

найден новый способ измерения материальных параметров изолятора подземной антенны, основанный на нахождении комплексных амплитуд вспомогательных источников поля, суперпозиция излучения которых описывает поле в неоднородной среде без использования априорной информации о пространственном распределении его диэлектрической проницаемости и проводимости.

Таким образом, все научные результаты, полученные в диссертации Пендюрина В.А. обладают требуемой научной новизной.

Теоретическая значимость работы, на наш взгляд, состоит в дальнейшем развитии теории защищенных приземных и подземных антенн с использованием новых технологий, повышающих стабильность электрических характеристик при ударном воздействии на окружающее антенну пространство.

Практическая значимость работы заключается в создании автором новых способов защиты от поражающих факторов различного рода: ударной волны, мощного электромагнитного импульса при одновременном наделении антенн новыми, до настоящего времени не реализованными свойствами: многолучевой или изменяемой характеристикой направленности, метаматериальной подложкой полосковой подземной антенны, уменьшающей общие габариты патч-антенны, что повышает ее живучесть. Отдельного внимания требует новый способ измерения электрических параметров изолятора, что позволяет контролировать деградацию подземных антенн.

Достоверность полученных автором результатов подтверждается их непротиворечивостью строгой электродинамической теории, теории приземных и подземных антенн, использованными для анализа численными методами электродинамики, совпадением вычислений с результатами проведенных экспериментов лично автором или его предшественниками.

Обоснованность результатов, представленных в автореферате, подтверждается использованными в диссертации авторитетными источниками, учетом граничных условий для горизонтальной (касательной) компоненты вектора напряженности электрического поля и приближенных условий Щукина-Леонтовича на границе раздела сред при выборе типа разрабатываемых подземных антенн.

Результаты диссертации Пендюрина В.А. были представлены широкой общественности при участии автора на конференциях различного уровня, где он лично выступал с публичными докладами и получил одобрение профильных специалистов.

В то же время следует отметить следующие, не влияющие на положительные выводы замечания к работе:

1. При сильном механическом воздействии на подземные антенны помимо выброса за счет действия сейсмоударной волны происходит сдвиг грунта в сторону без возврата в исходную позицию, поэтому возможность возврата к прежней форме спиральной антенны, заложенной в диэлектрик, на наш взгляд, требует отдельных исследований.

2. При рассмотрении моделей антенн, предназначенных для анализа численными методами электродинамики, необходимо указывать электрические расстояния до границ расчетной области и другие ключевые параметры модели с целью получения возможности воспроизведения расчетов другими исследователями.

3. Не ясно, каким образом были пересчитаны электрические параметры эпоксидного заполнителя уменьшенной модели подземной спиральной антенны на частоты работы реальной антенны, окруженной подготовленным щебнем. Соответствующие расчеты не приводятся.

Данные замечания не являются определяющими и могут быть учтены в дальнейшей научной работе.

Выводы.

1. Исходя из текста автореферата диссертации, работа Пендюрина В.А. обладает научной новизной, обоснованностью, достоверностью, теоретической и практической значимостью.

2. Сильной стороной работы можно отметить имеющиеся результаты измерений параметров макетов предлагаемых антенн.

3. Автореферат диссертации Пендюрина В.А. написан технически грамотным языком, содержит основные идеи и выводы диссертации, раскрывает вклад автора в проведенное исследование, обладающее существенной научной новизной. Диссертация Пендюрина В.А. имеет существенное значение для развития теории и техники создания защищенных наземных и подземных антенн, функционирующих в интересах Вооруженных Сил Российской Федерации.

Исходя из текста автореферата, диссертация Пендюрина Владимира Андреевича на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: «Защищенные приземные и подземные антенны УКВ диапазона» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует предъявляемым к кандидатским диссертациям требованиям, представленным в пп. 9, 10, 11 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней». Автор диссертации достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Доцент кафедры радиосвязи Военной академии связи им. С.М. Буденного (г. Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д.3), доктор технических наук, доцент

полковник

Бородулин Роман Юрьевич

Старший преподаватель кафедры радиосвязи Военной академии связи им. С.М. Буденного (г. Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д.3), кандидат технических наук

подполковник

Ульянов Сергей Александрович

Старший преподаватель кафедры радиосвязи Военной академии связи им. С.М. Буденного (г. Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д.3), кандидат технических наук

подполковник

Спирин Александр Михайлович

ВрИО начальника кафедры радиосвязи Военной академии связи им. С.М. Буденного (г. Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д.3), кандидат технических наук, доцент

полковник

Литкевич Георгий Юрьевич

10. 11. 2022 г.

E-mail: vas@mil.ru

Тел.: +7 (812) 247-98-35