

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора по
научной работе АО «ВНИИРТ», д.т.н.

Порсев В.И.



ОТЗЫВ

ведущей организации АО «ВНИИРТ»
на диссертационную работу Генералова Алексея Анатольевича
«Полупрозрачные вогнутые экраны антенн высокоточного спутникового
позиционирования», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности
05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Представленное исследование посвящено разработке методов расчета и исследованию характеристик полупрозрачных экранов с целью уменьшения уровня излучения и приема антенны вне рабочей области углов. Данная задача представляет большой интерес для различных применений от систем высокоточного спутникового позиционирования – для уменьшения влияния многолучевости распространения сигнала, до радиолокационных систем – для повышения точности измерения и устойчивости сопровождения целей, обеспечения безопасности обслуживающего персонала. Первые исследования антенн с новым типом полупрозрачных экранов, параллельных основному направлению излучения, выполнены в последние годы и показали перспективность данного направления, однако явно не исчерпывают данную тему. Таким образом, **актуальность** представленной работы, посвященной этой теме, не вызывает сомнений.

Диссертационная работа **состоит** из введения, трех глав, заключения, списка литературы и четырех приложений. Во введении автор обосновывает актуальность, исследует степень разработанности темы исследования, даёт общую характеристику работы. В первой главе проводится исследование плоских полупрозрачных экранов для обеспечения резкой отсечки поля при пересечении области тени. Предложены аналитические и численные процедуры синтеза импеданса экрана, построена оптимизационная процедура и численное исследование характеристик экранов. Реализуемость синтезированных распределений импеданса подтверждена строгим электродинамическим моделированием. Вторая глава посвящена исследованию охватывающих антенну вогнутых экранов для обеспечения ДН с отсечкой. Приведены оценки величин достигаемой отсечки ДН при различных габаритах экрана.

Продемонстрированы возможности применения вогнутых полупрозрачных экранов для уменьшения заднего излучения антенных решеток. Третья глава посвящена применению идей, развитых в первых главах работы, при разработке антенны с встроенным полупрозрачным экраном для снижения ошибки многолучевости в компактных навигационных приемниках высокоточного позиционирования. Предложены конструкции одночастотного и двухчастотного экранов с подавлением поля в задней полусфере в требуемых диапазонах частот. Приложения содержат материал, касающийся вывода соотношений для численного решения интегральных уравнений задач дифракции на полупрозрачных экранах.

Научно-техническая значимость результатов работы заключается в том, что

- разработана аналитическая процедура синтеза импеданса экрана для формирования ДН с отсечкой в приближении геометрической оптики и изучены границы применимости допущенных приближений;

- построены численные оптимизационные процедуры, позволяющие синтезировать физически реализуемые распределения импеданса, улучшающие характеристики полупрозрачного экрана по сравнению с аналитическим решением при уменьшении расстояния между антенной и экраном;

- установлены области значений расстояния b между антенной и экраном при которых предпочтителен один или другой метод синтеза;

- получены оценки реализуемых величин отсечки поля в нерабочей области углов антенн. Так при расстоянии $b \sim 10 \dots 20\lambda$ может быть получена отсечка порядка -40 дБ начиная с 10° относительно границы свет-тень, а при расстоянии $b \sim 2\lambda$ – порядка -20 дБ.

- получены более высокие характеристик отсечки и/или меньшие габариты экрана по сравнению с ранее известными техническими решениями;

- предложена новые малогабаритные антенные системы с полупрозрачным экраном, позволяющие повысить отсечку при заданных габаритах, снизить ошибки многолучевости и повысить точность позиционирования по сигналам ГНСС.

Практическая значимость работы состоит в создании прототипов антенных систем с полупрозрачными экранами, позволяющими уменьшить габариты устройства в сравнении с существующими образцами и уменьшить ошибку многолучевости при использовании в малогабаритных устройствах высокоточного спутникового позиционирования. Достигнутые характеристики антенной системы достаточны для получения сантиметрового класса точности позиционирования. Результаты работы используются в проектах компании «Топкон Позиционинг Системс» для совершенствования техники высокоточного

позиционирования. Автор работы является соавтором патента и заявки на патент по данным антеннам.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Считаем целесообразным продолжить работу в направлении

- дальнейшего развития теории, конструктивной реализации и исследования характеристик полупрозрачных экранов и антенн на их основе;
- более широкого исследования возможных конструкций антенных решеток с полупрозрачными экранами, их характеристик и наилучших областей применения;
- исследования возможности развития полученных результатов для создания защитных полупрозрачных экранов и уменьшения влияния многолучевости при измерениях диаграмм направленности антенн.

По представленной работе имеются некоторые **замечания**:

1. Не приводятся данные по сходимости построенных численных процедур. В процедуре численного решения интегрального уравнения встречается вычисление интеграла с особенностью (Приложение 2, формула П.2.16, стр.155). Не поясняется каким образом было произведено его вычисление.

2. Не учитывается влияние кросс-поляризации при рассмотрении полупрозрачных структур в виде сеток.

3. Для проектирования антенн в главе 3 результаты теоретических исследований полупрозрачных экранов в главах 1 и 2 используются только в качестве идейной основы.

Однако, указанные замечания не уменьшают научную и практическую значимость результатов, полученных автором, и поэтому не снижают общую положительную оценку работы.

Автореферат соответствует основным положениям диссертации и достаточно полно отражает ее содержание.

Заключение. Диссертация Генералова А.А. является законченной самостоятельной научной работой, посвященной решению актуальной научно-технической задачи создания полупрозрачных экранов и антенн для увеличения отсечки диаграммы направленности антенны вне рабочей области углов. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям положения «О порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Генералов Алексей Анатольевич

заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Отзыв обсужден и одобрен на секции НТС антенного отдела (протокол № 3 от 07.11.2019).

Отзыв составили:

Начальник антенного отдела,
к.т.н., заслуженный конструктор РФ



В.Ф. Андреев

Профессор аспирантуры АО «ВНИИРТ»,
д.т.н., старший научный сотрудник



Б.М. Вовшин

Начальник сектора антенного отдела,
к.т.н., старший научный сотрудник



М.В. Инденбом

Андреев Владимир Федорович, к.т.н.

Место работы: АО «ВНИИРТ»

Должность: начальник отдела

Адрес: 105082, г. Москва, ул. Б. Почтовая, 22

Тел.: +7-499-261-30-95

Вовшин Борис Михайлович, д.т.н.

Место работы: АО «ВНИИРТ»

Должность: профессор аспирантуры

Адрес: 105082, г. Москва, ул. Б. Почтовая, 22

Тел.: +7-916-600-85-09

Инденбом Михаил Вульфович, к.т.н.

Место работы: АО «ВНИИРТ»

Должность: начальник сектора

Адрес: 105082, г. Москва, ул. Б. Почтовая, 22

Тел.: +7-499-261-30-95

E-mail: mindenbom@mail.ru