

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И
ЭЛЕКТРОНИКИ
им. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН)

Моховая ул., д. 11, корп. 7, Москва, 125009
Тел. +7(495)629-35-74, факс +7(495)629-36-78
ire@cplire.ru, <http://www.cplire.ru>

11210-6215-523
15.10.2014

О Т З Ы В

**официального оппонента на диссертацию Скобелева С.П.
«Фазированные антенные решетки с секторными парциальными
диаграммами направленности», представленную к защите на
соискание ученой степени доктора физико-математических наук по
специальности 05.12.07 – антенны, СВЧ устройства и их технологии.**

Диссертация Скобелева С.П. посвящена исследованию и развитию теории ФАР, включая формулировку фундаментальных ограничений в них, разработке методов формирования перекрывающихся подрешеток с секторными и контурными ДН в излучающих структурах ФАР, а также разработке математических моделей для эффективного численного анализа и оптимизации структур с указанными подрешетками.

Предметом исследования являются математические и физические модели периодических излучающих структур с перекрывающимися подрешетками для формирования секторных и контурных диаграмм направленности.

Методы исследования – математический аппарат теории антенн и математической физики, включая методы интегральных уравнений, проекционные методы, метод конечных элементов, метод факторизации, методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений, численные методы поиска экстремумов целевых функций, а также экспериментальные методы антенных измерений.

Предложенные и исследованные автором в диссертации физические структуры представляют как практический, так и теоретический интерес. Известно, что фазированные антенные решетки (ФАР) относятся к тому типу антенных устройств, которые способны обеспечивать наиболее широкие функциональные возможности радиосистем, используемых в радиолокации, связи и радиоастрономии.

Исследование теории ФАР может быть осуществлено с использованием адекватных математических моделей. Поэтому создание моделей, позволяющих проводить численный анализ и оптимизацию излучающих структур, способных формировать секторные и контурные парциальные ДН, также является **актуальной задачей**.

По постановке задач и методам их решения диссертация соответствует заявленной специальности: антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

1. Автором предложено определение идеальной контурной и секторной ДН элемента решетки, включая формулировку требований к области, занимаемой диаграммой в пространстве направляющих косинусов. Показано, что если указанная область полностью лежит в области видимости, то ДН различных элементов являются ортогональными. В рамках схемного метода предложена и исследована новая многокаскадная "шахматная" схема формирования перекрывающихся подрешеток с секторными ДН, имеющая определенные преимущества перед известными схемами. Предложены и исследованы ее квазиоптические аналоги, позволяющие формировать узкие секторные парциальные ДН в решетках крупноапертурных зеркальных или линзовых излучающих элементов.
2. Предложен новый подход к формированию секторных ДН элемента с использованием решеток двухмодовых волноводов с простыми щелевыми связями, позволяющими упростить конструкцию по сравнению с известным аналогом. Разработаны математические модели таких решеток, с использованием которых получены новые результаты по формированию

секторных ДН. Получены также новые экспериментальные результаты с использованием макета, спроектированного согласно теоретической модели. Рассмотрен и обоснован новый подход к формированию секторных ДН элемента на основе использования пассивных реактивно нагруженных излучателей в виде ребристых структур в раскрыве решетки, разработаны математические модели таких решеток и получены новые расчетные и экспериментальные результаты по формированию секторных ДН.

3. Разработаны новые эффективные гибридные проекционные методы численного анализа решеток волноводов с выступающими диэлектрическими элементами, использующие меньшее число наборов неизвестных коэффициентов разложения полей по сравнению с ранее разработанными версиями. Это позволило получить новые результаты по формированию секторных и контурных ДН элемента в решетках указанного типа. Предложена новая методика формирования секторных ДН элемента, основанная на использовании ребристых стержневых элементов. Разработаны математические модели для анализа и оптимизации решеток с такими элементами и получены новые расчетные и экспериментальные результаты, подтверждающие эффективность такого подхода.

4. Разработана и обоснована математическая модель вибраторных решеток с директорными элементами для формирования секторных ДН элемента в одной плоскости. Автором исследовано обобщение одного известного метода эффективного вычисления функции Грина прямоугольного волновода для расчета функции Грина периодических структур, использованной при численном решении задачи. Им получены новые расчетные результаты, характеризующие возможности директорных элементов по формированию секторных ДН в одной плоскости.

