



**Акционерное общество  
"Научно-производственное  
предприятие "Салют"  
(АО "НПП "Салют")**

Ларина ул., 7, г. Нижний Новгород, 603950  
тел. 8-831-2114010, тел./факс 8-831-2115020  
E-mail: [salut@nppsalut.ru](mailto:salut@nppsalut.ru)  
ОКПО 07611801, ОГРН 1125261000040,  
ИНН/КПП 5261079332 / 526101001

### **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Шабалина Семена Андреевича  
«Разработка и исследование способов построения фазированных антенных  
решеток миллиметрового диапазона для радиолокационных систем  
интеллектуальных транспортных средств», представленной на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 –  
Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Антенны сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн в настоящее время активно используются в устройствах различного назначения и области применения. В радиолокационных устройствах систем технического зрения такие антенны являются ключевым компонентом, определяющим качество работы и основные характеристики по разрешению и точности. В последние десятилетия ввиду развития технологии производства, а также элементной базы в части СВЧ микросхем и программируемых интегральных схем осуществляется внедрение радарных систем в конструкцию транспортных средств. Поскольку для подобных устройств критическими характеристиками являются масса и геометрические размеры, антенная система сантиметрового или миллиметрового диапазона, определяющая основные параметры обнаружения целей различного класса, обычно строится на базе отрезков микрополосковой линии передачи. Современное состояние данного направления характеризуется значительными успехами зарубежных компаний в области разработки и производства автомобильных радаров, обеспечивающих обнаружение целей на дальностях до 250 метров в секторе свыше  $\pm 80$  градусов с разрешением по угловой координате несколько градусов, что позволяет реализовывать функции адаптивного круиз-контроля, системы помощи при парковке, перестроении, контроля слепых зон и др. Отечественные разработки в обозначенной области значительно скромнее. В связи с этим, исследование и проектирование подобных устройств в целом и его структурных элементов в частности представляет собой актуальную и весьма востребованную задачу.

В работе Шабалина С.А. описывается процесс разработки антенных систем для радаров интеллектуальных транспортных средств и исследуются

основные характеристики предлагаемых структур на основе проведения математического моделирования и экспериментальных данных. Работа поделена на пять глав, в каждой из которых поставлена определенная задача и описывается метод ее решения. В частности, автор путем соответствующего позиционирования передающих и приемных столбцов антенной решетки обеспечивает однозначное обнаружение различного класса целей на заданной дальности, используя многоэлементные модули, и заданный сектор обзора при помощи двухэтапного построения зоны обнаружения радара. Особый интерес вызывает часть работы, посвященная рассмотрению антенных систем для радара контроля железнодорожного переезда, поскольку отечественных аналогов такому устройству в настоящее время нет, а количество происшествий, связанных с поездами, только растет.

Также стоит отметить предлагаемый автором способ оценки луча ДН через операцию преобразования Фурье. В связи с тем, что в настоящее время все больше автомобилей на своем борту имеют радарную систему, актуальным становится вопрос быстрой и надежной проверки выпускаемых образцов, в частности антенн, на предмет соответствия заявленным характеристикам. Автором рассмотрен метод, позволяющий решить данную проблему и по одному измерению получить параметры конкретного луча ДН антенны. Конечно, в случае многолучевой антенной решетки здесь также потребуется несколько итераций, но очевидно, что данный подход существенно ускоряет процесс измерения ДН антенны и, как показано в работе, дает результат, который в значительной степени совпадает с данными, полученными классическим методом.

Диссертационная работа Шабалина С.А. обладает научной новизной в области построения антенных систем миллиметрового и сантиметрового диапазонов и в части предлагаемых решений по обеспечению требуемых характеристик обнаружения в условиях строгих ограничений, накладываемых на габаритные показатели, количество приемо-передающих модулей и уровень излучаемой мощности. Практическая значимость работы также очевидна, поскольку на основе предложенных автором архитектур антенн разработаны многолучевой и однолучевой автомобильные радары, с которыми произведены экспериментальные исследования в безэховой камере. Наряду с соответствием теоретических расчетов с данными, полученными на практике, достоверность материала диссертационной работы подтверждается неоднократными докладами и обсуждениями на нескольких конференциях различного уровня и публикациями в журналах, в том числе из списка ВАК.

Безусловно, необходимо отметить и недостатки данной работы:

1. В автореферате не приводятся пояснений, по какой причине столбец автомобильного радара состоит из 10 элементов. Данный вопрос также подкрепляется тем обстоятельством, что требования к ширине луча ДН в угломестной плоскости не обозначены.

2. При рассмотрении зон обнаружения просветного радара не указаны размеры и тип объектов, для которых они получены.

Несмотря на обозначенные недостатки, судя по автореферату, работа обладает целостностью и оставляет впечатление законченного научного исследования.

Таким образом, на основании содержания автореферата справедливо сделать вывод о том, что диссертационная работа «Разработка и исследование способов построения фазированных антенных решеток миллиметрового диапазона для радиолокационных систем интеллектуальных транспортных средств» удовлетворяет требованиям Положений о порядке присуждения ученых степеней, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации, а её автор Шабалин Семен Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

И.о. заместителя генерального директора по научной работе АО НПП «Салют», кандидат технических наук по специальности приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Ю.В. Кузьмина  
«22» сентября 2023 г.

Даю согласие на обработку персональных данных.

603107, Нижегородская обл., г. Н. Новгород, ул. Ларина д. 7, к. 4, оф.4264  
e-mail: salut@nppsalut.ru



Подпись Кузьминой Юлии Васильевны заверяю

Начальник сектора

Н.И. Матерова