

## **О Т З Ы В**

Официального оппонента доктора физ-мат. наук, Шипилова Сергея Эдуардовича на диссертационную работу Никулиной Ю.С. «Применение радиолинз в задачах полунатурного моделирования объектов, перемещающихся по угловым координатам», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

### **Актуальность исследования**

Ввиду ограниченной возможности использования натуральных испытаний при разработке сложных радиотехнических устройств широко применяется полунатурное моделирование.

Диссертационная работа Никулиной Ю.С. посвящена обоснованию возможности применения радиолинз для задач полунатурного моделирования объектов, перемещающихся по угловым координатам. Использование радиолинз позволяет снизить материальные и временные затраты при проведении полунатурных испытаний в радиобезэховых камерах.

Применение бифокальных линзовых коллиматоров позволяет расширить диапазон углов перемещения облучателя. Известные методы синтеза бифокальных линз являются трудоемкими, приближенными. Использование предложенного Никулиной Ю.С. аналитического метода определения поверхности бифокального коллиматора позволяет решить эту проблему. Тема исследования является актуальной.

## Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех основных разделов, заключения, списка литературы и двух приложений.

Во введении сформулированы цели и определены основные задачи работы, отмечена её актуальность, научная новизна и практическая значимость.

Первый раздел посвящен обзору линзовых коллиматоров. Проведен сравнительный анализ диэлектриков с точки зрения их применения для изготовления радиолинз. Отмечено, что весьма перспективны газонаполненные материалы с низким значением относительной диэлектрической проницаемости по сравнению с традиционно используемыми. Предложено использовать в качестве критерия качества фокусировки линзовых коллиматоров величину искажений диаграммы направленности антенны исследуемого при полунатурном моделировании устройства.

Второй раздел посвящен одноповерхностным линзовым коллиматорам. Предложен и реализован алгоритм определения фазового распределения в раскрыве одноповерхностной радиолинзы. Рассчитано фазовое распределение и оценены его искажения, обусловленные расфокусировкой радиолинзы. Получены выражения для определения амплитудного распределения в раскрыве линзы. Показано, что форма амплитудного распределения в раскрыве одноповерхностной радиолинзы существенно зависит от материала, из которого изготовлена линза. Определены диапазоны сканирования с использованием двух критериев оценки качества фокусировки.

В третьем разделе разработан и опробирован метод расчета поверхностей бифокальных линзовых коллиматоров. Определены условия

физической реализуемости бифокального линзового коллиматора и соотношения для определения поверхностей коллиматора. Выполнена оценка фазового фронта, формируемого бифокальным линзовым коллиматором.

Четвертый раздел посвящен описанию практического использования полученных результатов и их экспериментальной апробации. Рассмотрены вопросы изготовления радиолинз из газонаполненных материалов. Изготовлено две радиолинзы и проведены исследования одной из них при помощи сканера ближнего поля.

В заключении перечислены основные результаты работы.

Можно утверждать, что научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе Никулиной Ю.С., являются обоснованными.

### **Ценность работы**

Результаты, полученные в диссертации, имеют теоретическую и практическую ценность. Теоретическая ценность заключается в том, что автором сформулированы условия, при выполнении которых возможен синтез физически реализуемого бифокального линзового коллиматора и предложен способ определения коэффициентов степенных полиномов, аппроксимирующих освещенную и теневую поверхности бифокальной радиолинзы. Практическая ценность заключается в том, что предложен алгоритм изготовления радиолинзы с учетом типовой формы выпуска газонаполненных материалов.

### **Апробация**

Результаты диссертации полно отражены в публикациях автора и прошли апробацию на конференциях международного и всероссийского уровней. Основные результаты работы опубликованы в 26 научных работах, в том числе: 5 в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК,



2 публикаций, входящих в международные библиографические системы Scopus или Web of Science, 18 публикаций в других изданиях.

### **Достоверность полученных результатов**

Обеспечивается корректным применением математического аппарата и подтверждением теоритических выводов положительными результатами апробации и внедрения.

Внедрение результатов диссертационной работы подтверждено двумя актами. Получен патент РФ на изобретение.

Оформление диссертации соответствует требованиям ВАК РФ.

Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание работы, позволяет оценить основные результаты работы, их новизну и практическую значимость, а также личный вклад автора.

### **К работе имеется ряд замечаний**

1. Автор выбрал вариант получения плоской волны за счет использования линз из газонаполненного материала, однако при этом не отметил явно преимущества такого подхода по сравнению с коллиматорами на основе параболических рефлекторов.

2. Автор использует оценку границы дальней зоны по величине среднеквадратичной фазовой ошибки, при этом не рассмотрел и другие варианты оценки дальней зоны, приведенные например, в монографии авторов В.П. Беличенко, Ю.И. Буянова, В.И. Кошелева «Сверхширокополосные импульсные системы». Автор явно не обосновал свой выбор определения границ дальней зоны.

3. В разделе 2.2. на рисунке 2.8 автор приводит рассчитанное амплитудное распределение, в котором при больших значениях  $\epsilon$  возникает различие для разных поляризаций. Казалось бы, при

осесимметричной линзе, различия не должно возникать. Однако автор не привел объяснения на физическом уровне, в чем причина такого различия.

4. Также по формулировке защищаемых положений есть ряд замечаний. Так в первом защищаемом положении сказано, что «...область допустимых положений облучателя **шире...**», однако не приводится ни каких значений на сколько шире, чтобы можно было оценить существенность этого утверждения. Во втором аналогичное утверждение, что «... обеспечивает **одинаковые** распределения амплитуды... » также не подтверждается числовыми значениями. В третьем защищаемом положении фраза «резко возрастают» не подходит для использования в защищаемых положениях, поскольку несет в себе некую условность.

### **Заключение**

В целом, отмеченные недостатки не снижают ценность работы. Диссертационная работа Никулиной Ю.С. на тему «Применение радиолинз в задачах полунатурного моделирования объектов, перемещающихся по угловым координатам» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для разработки и испытаний радиотехнических устройств и систем.

Считаю, что диссертация Никулиной Ю.С. удовлетворяет критериям, установленным положением ВАК РФ, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» (05.12.04).

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры радиофизики  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский Томский  
государственный университет»

«01» июня 2021

С.Э. Шипилов

Личную подп

заверяю \_\_\_\_\_

Сведения об органи

634050, г. Томск, пр

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский Томский  
государственный университет»

8 (3822) 529852, 8 (3822) 529558

<http://www.tsu.ru>

s.shipilov@gmail.com

**УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
УЧЁНОГО СОВЕТА ТГУ  
Н.А. САЗОНТОВА**

Отзыв получен 11.06.2021

Венанов М.А.

С отзывом ознакомлена

11.06.2021

Никulina Ю.С.

Никulina Ю.С.