

## ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Минкина М.А.  
на диссертационную работу Данилова Игоря Юрьевича  
«Разработка методов и средств контроля элементов антенных систем перспективных космических аппаратов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

### Вводные положения

На отзыв официального оппонента были представлены материалы в составе:

- диссертация (переплетенный том, 150 листов);
- автореферат (брошюра, 1 печ. лист).

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников (157 наименований), и трех приложений.

### Актуальность темы диссертационного исследования

Заявленная автором цель работы – повышение качества контроля относительно слабонаправленных антенн в составе радиоэлектронной аппаратуры перспективных космических аппаратов.

Одной из особенностей указанных антенных систем является их мелкосерийность, а нередко и уникальность. Практически каждый вновь создаваемый аппарат уникален по составу оборудования, в том числе – антеннофидерного. При этом становится нецелесообразным и практически неосуществимым использование контрольно-проверочных средств, специализированных для конкретных изделий. Это обстоятельство определяет перспективность работ по разработке методологии контроля, максимально ориентированной на использование измерительных средств общего назначения, в том числе существующих автоматизированных комплексов антенных измерений.

Достижение поставленной цели требует, прежде всего, исследования возможностей адаптации существующих измерительных средств для решения задач контроля элементов антенных систем космических аппаратов с



учетом их специфики. Второй, не менее важной составляющей является разработка путей технической реализации применительно к ряду характерных задач, решаемых на этапах разработки и испытаний.

Таким образом, актуальность задачи разработки методов и практических приемов, реализуемых с использованием существующих аппаратуры и вспомогательных средств при минимальных расходах на их доработку и, в то же время, достаточно эффективных, не вызывает сомнения.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы в рамках диссертационного исследования. Обоснованность обеспечивается внутренней непротиворечивостью и строгостью формулировки и решения поставленных задач, последовательностью и полнотой аргументации, применением хорошо апробированных методов и средств математического моделирования.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность результатов в части модификации метода восстановления определяется достаточной степенью корректности используемых математических моделей сфокусированной решетки, а также использованием адекватного аппарата анализа, в основу которого положено прямое численное моделирование с последующей обработкой данных численного эксперимента. В отношении измерений в неидеальных условиях достоверность результатов обеспечивается строгостью электродинамического анализа и данными вычислительных экспериментов. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается результатами сопоставления расчетных и экспериментальных данных и результатами практической реализации.

Новизна отдельных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, представляется достаточно обоснованной.

Более подробно об этих результатах - ниже, в разделе «Наиболее значимые теоретические и практические результаты диссертации».

### **Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям**

Полученные в диссертационной работе И.Ю. Данилова результаты соответствуют паспорту специальности 05.12.07, а именно п.6 паспорта: «Разработка и исследование новых технологий производства, настройки и эксплуатации антенных систем».

Диссертация по содержанию и оформлению удовлетворяет действующим требованиям Положения о присуждении ученых степеней.

В диссертации имеются все необходимые ссылки на авторов и источники заимствованных материалов, в том числе – на научные работы соискателя. Каких-либо признаков плагиата не обнаружено.

Автореферат соответствует основным положениям диссертации, правильно и достаточно полно передает ее содержание, позволяет ясно представить сформулированные в диссертации задачи исследования, основное содержание и идеи работы, а также выводы и рекомендации и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней.

### **Наиболее значимые теоретические и практические результаты диссертации**

К значимым с теоретической точки зрения и обладающим научной новизной результатам диссертации, насколько можно судить по самой диссертации и известным оппоненту публикациям автора, относятся:

- новые модификации метода сфокусированной апертуры для решения задач нахождения апертурных амплитудно-фазовых распределений по результатам измерений в области ближнего излученного поля;

- модифицированная методика измерений ДН антенн в неидеальных условиях на основе модели «сходящегося пучка плоских волн», включая обоснование алгоритма реконструкции пучка;

- новые результаты оценки влияния погрешностей измерений на точность определения апертурных распределений методом фокусировки.

Кроме того, самостоятельный научный интерес представляют, по моему мнению, исследования автора в области устойчивости задачи реконструкции поля в рамках модели «сходящегося пучка».

К значимым с практической точки зрения результатам относятся:

- практические рекомендации по использованию рассмотренных способов контроля, предполагающие использование измерительных средств общего применения;

- новые технические решения и программные средства, используемые при практической реализации методов контроля.

Таким образом, научная значимость работы связана с расширением и углублением знаний в области реконструктивных методов экспериментального определения пространственных характеристик антенн и расширением области применения указанных методов.

Практическая значимость работы определяется возможностями применения предложенных подходов, разработанных моделей, методик и алгоритмов при создании эффективных и экономичных технологий контроля характеристик достаточно широкого класса антенн при их разработке, производстве и эксплуатации.

Практическая значимость работы дополнительно подтверждается наличием патентов на изобретения, а также результатами внедрения при выполнении НИОКР, в том числе – в рамках Федеральной целевой программы.

### **Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы**

По результатам рассмотрения диссертации и опубликованных трудов соискателя следует подчеркнуть, что основные результаты, изложенные мною выше в пункте «Наиболее значимые теоретические и практические результаты диссертации», получены автором, в основном, самостоятельно и характеризуют его личный вклад в разработку проблемы. Вклад соавторов по публикациям оговаривается в тексте диссертации и автореферата.

## **Апробация и публикации**

Материалы диссертации в достаточной степени апробированы на международных и российских научно-технических конференциях.

По тематике диссертационных исследований автором (лично и в соавторстве) опубликовано 17 печатных трудов, в том числе раздел монографии, 5 статей в журналах, включенных в Перечень ВАК, 8 работ в виде текстов и тезисов докладов. Получены 2 патента на изобретения.

Таким образом, общий уровень апробации и публикаций автора можно считать вполне достаточным.

## **Недостатки диссертационной работы**

1. Область применения разработанных автором подходов и решений неоправданно сужено. Они вполне применимы не только к антенным системам перспективных космических аппаратов, но и к существенно более широкому классу антенн и антенных систем, причем не только апертурных, но, например, панельных, в том числе и в условиях серийного производства.

2. Автором, к сожалению, не рассмотрена очевидным образом вытекающая из принципа фокусировки излучения решетки в заданную пространственную область ближней зоны возможность специальной фокусировки с формированием минимума интенсивности ближнего поля в заданной локальной области (аналогично провалу диаграммы направленности в дальней зоне решетки).

3. Недостаточное внимание уделено защите прав интеллектуальной собственности на результаты работы. В частности, предложенный автором способ определения амплитудно-фазового распределения в антенне на основе метода фокусировки виртуальной антенной решетки мог бы претендовать на патентную защиту. Целесообразно также было оформить государственную регистрацию разработанных программных продуктов.

4. В диссертации имеются отдельные оговорки и «шероховатости». В частности, во Введении и автореферате указан объем диссертации 148 страниц (на самом деле 150). На рис.1.1 имеется ссылка [136, 145] вместо (предположительно) [138, 141]. Встречаются «описательные» формулировки об-



щепринятых понятий. Например, на с.33 (формула (2.2) и далее) эрмитово сопряженная матрица описывается как «транспонированная и комплексно сопряженная», предположение об унитарности матрицы  $A$  сформулировано как «матрица  $A^*A$  достаточно близка к диагональной».

5. Имеются отдельные претензии к построению и оформлению рукописи. Так, структурные единицы в работе выбраны эклектично: главы – подразделы (а не параграфы, см. ГОСТ Р 7.0.11, п.5.3.2). Глава 1 вообще не структурирована. Введение также следовало структурировать и включить в него все структурные элементы, рекомендованные ГОСТ Р 7.0.11 (п.5.3.1) и фактически общепринятые, в том числе, «научную новизну». На рис.1.1 неоправданно мелкий текст (читается с трудом). У рис.2.1 и рис.4.23 подрисовочная подпись перешла на следующую страницу. Рис. 3.10 а и б, а также части рис.4.8, рис.4.10 оказались на разных страницах. Рис.3.17 подписан как рис. 3.16. Аналогичным образом, два разных рисунка имеют номер П2.4. У рис.4.8 потеряны номер и подрисовочная подпись. Рис. 2.2, 3.2, 3.13, 4.13, П2.2, П2.4, П2.5 в монохромном варианте существенно потеряли в информативности. Рисунки внешнего вида интерфейса в п.3.6.2 все-таки лучше было пронумеровать (ГОСТ Р 7.0.11, п.5.3.9), сослаться на них хотя бы «списком» и предусмотреть подрисовочные подписи.

Перечисленные недостатки не являются определяющими и не влияют на общую положительную оценку работы.

### **Общая оценка диссертационной работы**

В целом диссертационная работа И.Ю. Данилова является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, а именно задачи совершенствования технологий настройки и проверки антенных систем.

Тематика исследований диссертационной работы соответствует заявленной специальности 05.12.07 (Антенны, СВЧ-устройства и их технологии).

Диссертация и автореферат грамотно написаны и качественно оформлены. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, включая требования п.п. 9, 11, 13, 14 и 25 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Игорь Юрьевич Данилов, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

**Официальный оппонент**

доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник научно-технического центра радиосистем АО  
«Концерн «Автоматика»

М.А. Минкин

«22» 08 2016 г.

Подпись М.А. Минкина удостоверяю.  
Заместитель генерального директора  
по науке и инновационному развитию,  
д.т.н., профессор



А.Л. Бузов

Минкин Марк Абрамович  
АО «Концерн «Автоматика»  
127106, Москва, ул. Ботаническая, 25.  
443022, г. Самара, просп. Кирова, 26.  
Тел.: +7 (846) 203-26-23  
E-mail: [mma@ao-avtomatira.ru](mailto:mma@ao-avtomatira.ru)  
Сайт: <http://www.niia.ru>

## СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертации Данилова Игоря Юрьевича «Разработка методов и средств контроля элементов антенных систем перспективных космических аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Фамилия Имя Отчество	Минкин Марк Абрамович
Гражданство	Российская Федерация
Ученая степень (с указанием шифра специальности, по которой защищена диссертация)	Доктор технических наук (05.12.07)
Ученое звание	Профессор
Место основной работы с указанием подразделения, должности и рабочего телефона	Акционерное общество «Концерн «Автоматика». Научно-технический центр радиосистем. Главный научный сотрудник. +7(846) 203-26-23
Адрес места основной работы с указанием индекса	127106, Москва, ул. Ботаническая, 25. 443022 г. Самара, проспект Кирова, 26.
Адрес электронной почты	mma@ao-avtomatika.ru

## СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ

официального оппонента, д.т.н., профессора, главного научного сотрудника НТЦ РС АО «Концерн «Автоматика» Минкина Марка Абрамовича по теме диссертации Данилова И.Ю. в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет

№ п/п	Наименование работы, ее вид	Выходные данные	Соавторы
1	Передающий комплекс ДКМВ-диапазона на основе кольцевой антенной решетки с цифровым формированием диаграмм направленности (статья)	Антенны. – 2012. – № 6. – С.11-16.	Барaboшин А.Ю., Бузов А.Л.
2	Одновходовые и многоходовые передающие и приемно-передающие антенны МВ- и ДМВ-диапазонов (статья)	Антенны. – 2012. – № 6. – С.38-46.	Бузов А.Л., Красильников А.Д
3	Построение системы комбинированных методов математического моделирования сложных электродинамических систем (статья)	Вестник Самарского государственного университе-	Бузова М.А., Букашкин С.А.,



		та, 2013. – № 3 (104). – С. 67-74.	
4	Приближенные интегральные уравнения второго рода в задачах электродинамического анализа поверхностных рассеивателей конечной толщины (статья)	Радиотехника. - 2014. – № 4. – С. 12-22.	Бузова М.А., Букашкин С.А.
5	Исследование влияния климатических и механических факторов на характеристики полосковых антенн, размещаемых в диэлектрических укрытиях (статья)	Радиотехника. - 2015. – № 4. – С. 6-11.	Аронов С.Ю., Герасимов И.А.
6	Исследование ближнего поля, создаваемого низкопрофильной антенной, установленной на диэлектрической крыше автомобиля (статья)	Радиотехника. – 2016. - №4. – С.100-104.	Герасимов И.А.
7	Моделирование радиоизлучающего кабеля в рамках расчетов внутриобъектовой электромагнитной совместимости радиосредств сложных комплексов тоннельной подвижной радиосвязи (статья)	Радиотехника. – 2016. - №4. – С.113-117.	Телегин С.С.

Достоверность вышеприведенных сведений подтверждаю.  
Согласен на обработку персональных данных.

Д.т.н., профессор



М.А. Минкин

« 22 » 08 2016 г.

Подпись Минкина М.А. удостоверяю  
Начальник ОАиДО



Н.А. Московская