

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента**

на диссертационную работу Ковалевича Дмитрия Александровича «Автоматические антенные согласующие устройства ВЧ диапазона беспойскового типа», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

#### **1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите**

Диссертация Ковалевича Дмитрия Александровича «Автоматические антенные согласующие устройства ВЧ диапазона беспойскового типа» соответствует отрасли технических наук, паспорту специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения. Основные научные результаты диссертации, положения, выносимые на защиту, соответствуют пунктам 1, 6, 9, 10 раздела «Области исследований» паспорта.

#### **2. Актуальность темы диссертации**

Актуальность направления диссертационного исследования обусловлена тем, что согласование изменяющегося импеданса источника сигнала и нагрузки является одной из значимых задач при создании современных радиотехнических систем. Связано это с тем, что величина импедансов нагрузки не является постоянной и изменяется со временем эксплуатации радиотехнических устройств, а также в различных условиях их применения (в ВЧ диапазоне это особенно актуально).

При изменении величины нагрузки возникает рассогласование с выходным (входным) сопротивлением передатчика (приемника). Это приводит к тому, что не вся энергия будет поглощена нагрузкой, часть ее отразится обратно к источнику полезного сигнала, что зачастую приводит к изменению режимов эксплуатации радиотехнических систем.

Для решения подобного рода задач используются два направления. В одном случае стремятся не допустить отраженную от нагрузки волну до выходных (входных) каскадов радиотехнического устройства, в другом случае используют согласующие цепи, позволяющие обеспечить требуемый уровень мощности и (или) фазовых характеристик принимаемого (передаваемого) сигнала.

Использование первого способа приводит к потерям мощности сигнала, в связи с этим наиболее актуальным является использование второго способа.

Следует заметить, что большинство современных теорий согласования (широкополосного согласования) направлены на решение задачи согласования **стационарных** нагрузок (решение полученные такими теориями по меньшей мере не оптимальны для нестационарных нагрузок). Таким образом, развитие теории адаптации в задачах синтеза согласующих устройств является разумным решением. Адаптивное согласующее устройство представляет большую практическую значимость, так как позволяет обеспечить улучшение качества согласования с помощью изменения структуры и (или) перестройки элементов согласующей цепи, что в свою очередь дает экономический выигрыш для многих радиотехнических систем.

Таким образом, все вышесказанное свидетельствует об актуальности проводимых исследований в диссертационной работе Ковалевича Д.А. с точки зрения современного состояния и потребностей развития радиотехнических трактов радиолокационных, навигационных комплексов, средств связи гражданского назначения и стоящих на вооружении в Республики Беларусь.

### **3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту**

На основе изучения текста диссертации, автореферата и опубликованных работ по теме диссертации следует сделать вывод о том, что результаты, полученные в диссертации, научные положения, выносимые на защиту, представляют собой новый научный результат, который заключается в разработке:

- беспойскового автоматического согласующего устройства, базирующегося на использовании в реальном масштабе времени его схемотехнической модели для определения состояния дискретных реактивных элементов на основании измеренных электрических параметров антенны, включая двухэтапную процедуру автоматической настройки согласующего устройства, что в совокупности позволило уменьшить время, необходимое для подготовки к ведению связи (до 21 раза по сравнению с устройствами использующими поразрядный поиск);

- методики синтеза требований к измерителям электрических параметров антенны, включающей в себя определение их динамического диапазона и допустимой погрешности измерений на основании заданного при проектировании качества согласования и зависимости иммитанса антенны в рабочем диапазоне частот средств связи, что обеспечивает функционирование автоматических согласующих устройств, использующих аналитический расчет номиналов дискретных согласующих элементов;

- методики определения параметров универсальной согласующей

цепи для подвижных систем связи ВЧ диапазона, отличающиеся тем, что в расчетах используется зависимость иммитанса антенны от частоты, а также учитывается нестационарность ее параметров в различных условиях эксплуатации и наличие паразитных параметров дискретных реактивных элементов, что по сравнению с методиками, использующими информацию о КСВ антенны, повышает эффективность согласования за счет уменьшения количества разрядов дискретных и реактивных элементов (с 30 до 20 для антенны длиной 3 метра).

Таким образом, полученные в диссертационной работе результаты и положения, выносимые на защиту, несомненно, являются новыми, важными с ярко выраженной практической направленностью.

#### **4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автором предложен и обоснован порядок проведения диссертационного исследования. Обоснование основывается на результатах экспериментальных исследований по оценке импеданса антенн ВЧ диапазона, а также на моделировании и синтезе согласующих цепей, обеспечивающих согласование данных антенн с источником сигнала.

Достоверность предложенного методического аппарата определяется корректным использованием математических методов и подтверждается результатами проведения натурных экспериментальных исследований.

Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в полном мере основаны на полученных результатах, не противоречат результатам других авторов в этом направлении исследований, что определяет их обоснованность и достоверность.

Таким образом, использование перечисленного комплекса методов исследований в полной мере подтверждают обоснованность полученных научных результатов. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций диссертации не вызывает сомнений.

#### **5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию**

**Научная значимость** диссертационных исследований заключается в совершенствовании и развитии теории согласования комплексных нестационарных нагрузок в трактах РТУ.

Разработанные методики отличаются от существующих методов и

методик синтеза согласующих цепей, разработанных белорусскими учеными А.Г. Онищуком, Ю.П. Воропаевым, Г.А. Филипповичем и их учениками в учете нестабильности параметров комплексной нагрузки и согласующей цепи.

Диссертационные исследования имеют **высокую практическую значимость**, обусловленную возможностью применения автоматических антенных согласующих устройств ВЧ диапазона беспойскового типа, обеспечивающих максимальную передачу мощности от источника сигнала в нагрузку при изменении импеданса нагрузки в процессе боевой работы (в движении, в различных климатических и погодных условиях и т. д.).

Это подтверждается использованием результатов диссертационных исследований в ряде опытно-конструкторских работ в рамках ГНТП «Радиосвязь и навигация» о чем свидетельствуют акты о практическом использовании результатов диссертационной работы, представленных в ПРИЛОЖЕНИИ Д.

**Экономическая значимость** может быть достигнута в случае использования методик, представленных в работе, при производстве и модернизации радиотехнических систем связи ВЧ диапазона военного и гражданского назначения, эксплуатируемых в различных климатических и погодных условиях, и предназначенных для применения в интересах экономики и обороны Республики Беларусь, а также продажи таких систем за ее пределы.

**Социальная значимость** диссертационных исследований заключается в возможности применения разработанных математических моделей, методик и программного продукта в учебном процессе военных и гражданских инженеров радиотехников и связистов, что позволит обучаемым более детально разобраться с методами синтеза согласующих цепей в устройствах радиосвязи. Об этом свидетельствует акт о внедрении результатов диссертационной работы, представленных в ПРИЛОЖЕНИИ Д.

#### **6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати**

Анализ опубликованных в научной печати работ Ковалевича Д.А. свидетельствует о том, что основные научные результаты диссертации содержатся в 10 научных работах: 5 научных статьях, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, 5 тезисах докладов в сборниках материалов конференций.

#### **7. Соответствие оформления диссертации требованиям Высшей аттестационной комиссии**

Диссертационная работа Ковалевича Д.А. состоит из основной части и приложений, оформленных в едином томе. Основная часть диссертации в объеме 124 страниц, включающих введение, общую характеристику работы, четыре главы и заключение. В представленном библиографическом списке входит 76 цитируемых источников, а также 10 авторских работ (опубликованных в соавторстве). В ПРИЛОЖЕНИИ Д приведены 3 акта о практическом использовании результатов исследований и 1 акт о внедрении в учебный процесс БГУИР. Материал диссертационной работы изложен понятно, грамотно, в логической последовательности.

Автореферат правильно и в полном объеме отражает содержимое диссертации. Изложение материала в диссертации и в автореферате осуществляется в соответствии с принятой терминологией, логически стройное и последовательное в методическом отношении. Приведенные иллюстрации в достаточной степени отражают и поясняют полученные результаты. Таким образом, оформление диссертации в целом соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь.

#### **8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени**

Диссертационная работа Ковалевича Д.А. содержит новые научно обоснованные результаты, использование которых обеспечивает решение важной для теории цепей задачи и отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Выполненная работа позволяет судить о наличии у соискателя требуемого уровня научной квалификации, соответствующей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Анализ содержания диссертации в целом, используемых методов исследования и полученных результатов показывает, что научная квалификация Ковалевича Д.А. соответствует учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

#### **9. Замечания по диссертации**

1. Исходя из анализа первой главы и списка литературы автор явно упустил (не указывал) современные пути решения проблемы которую он рассматривает. В главе 1 при анализе существующих подходов к проектированию антенных согласующих устройств ВЧ диапазона хотелось бы увидеть больше работ, посвящённых решению данной проблемы. Целесообразно было произвести обзор и анализ таких работ, например, как:

– Бражников В.А. (Разработка методики проектирования фидерных устройств ДКМВ диапазона с учетом квазираспределенного характера их элементов);

– Трифамов А.В. (Исследования и разработка методик анализа, синтеза и проектирования автоматизированных антенно-фидерных устройств ДКМВ диапазона);

– Бондарь Е.В. (Исследование и разработка методик расчета параметров электрической прочности антенно-фидерных устройств ДКМВ диапазона);

– Бабков В.Ю. и др. патент на изобретение SU1483605 (Автоматическое согласующее устройство);

– Закрацкий Л.Я. патент на изобретение SU1538229 (Автоматическое согласующее устройство);

– Зайцев В.В. и др. патент на изобретение SU1100712 (Автоматическое согласующее устройство);

– Смаль А.А. и др. патент на полезную модель RU142638 (Антенно-согласующее устройство с повышенным быстродействием);

– Калинин А.Л. и др. патент на полезную модель RU181435 (Антенно-согласующее устройство с вычислительным алгоритмом настройки);

– Бурова А.А. и др. патент на полезную модель RU114244 (Антенно-согласующее устройство).

Из-за этого, в работе, сравнение с другими методами выполнены достаточно косвенно;

2. В работе много утверждений, которые не подкреплены ссылками;

3. В диссертации не приведены результаты оценки влияния разработанных автоматических антенных согласующих устройств (АНСУ) на фазовые характеристики полезного сигнала, проходящего через АНСУ (групповое время задержки согласуемого радиотехнического устройства), а также влияние переходных процессов в АНСУ на общее время адаптации системы, особенно в режиме ППРЧ;

4. В диссертации не приведены результаты оценки чувствительности целевой функции на изменение параметров нагрузки;

5. На стр. 54 таблица 2.2 не понятно какая Г-образная СЦ используется для расчетов номиналов элементов согласующего звена;

6. На рисунке 2.8 обозначение  $X_{tot}$  непонятно (стр. 61), на рисунке 2.5 обозначение  $V_{tot}$  непонятно (стр. 58);

7. Непонятно каким образом были получены результаты – «более 80%» (стр. 88.);

8. В тексте диссертации имеется ряд опечаток технического характера, которые не влияют на результаты работы.

Указанные недостатки не снижают научную и практическую значимость диссертации.

## 10. Заключение

Диссертация Ковалевича Дмитрия Александровича «Автоматические антенные согласующие устройства ВЧ диапазона беспойскового типа», выполненная под научным руководством доктора технических наук, профессора Листопада Н.И., является актуальной и законченной квалификационной научной работой, имеет высокую научную и практическую значимость.

Содержание диссертационной работы соответствует отрасли технических наук, паспорту специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Цель диссертации достигнута, задачи выполнены в полном объеме, а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения за новые научно обоснованные результаты в области синтеза автоматических антенных согласующих устройств ВЧ диапазона беспойскового типа, которые содержат:

1. Реализацию беспойскового автоматического согласующего устройства, базирующегося на использовании в реальном масштабе времени его схмотехнической модели для определения состояния дискретных реактивных элементов на основании измеренных электрических параметров антенны, включая двухэтапную процедуру автоматической настройки согласующего устройства, что в совокупности позволило уменьшить время, необходимое для подготовки к ведению связи (до 21 раза по сравнению с устройствами использующими поразрядный поиск);

2. Методику синтеза требований к измерителям электрических параметров антенны, включающей в себя определение их динамического диапазона и допустимой погрешности измерений на основании заданного при проектировании качества согласования и зависимости иммитанса антенны в рабочем диапазоне частот средств связи, что обеспечивает функционирование автоматических согласующих устройств, использующих аналитический расчет номиналов дискретных согласующих элементов;

3. Методику определения параметров универсальной согласующей цепи для подвижных систем связи ВЧ диапазона, отличающиеся тем, что в расчетах используется зависимость иммитанса антенны от частоты, а также учитывается нестационарность ее параметров в различных условиях эксплуатации и наличие паразитных параметров дискретных реактивных элементов, что по сравнению с методиками, использующими информацию о КСВ антенны, повышает эффективность согласования за счет уменьшения количества разрядов дискретных и реактивных элементов (с 30 до 20 для антенны длиной 3 метра)

Представленные в диссертационной работе результаты в совокупности являются значительным достижением в области радиотехники и вносят значительный вклад в развитие устройств радиосвязи ВЧ диапазона.

Официальный оппонент:  
Начальник кафедры тактики и  
вооружения радиотехнических войск  
учреждения образования «Военная  
академия Республики Беларусь»

кандидат технических наук, доцент

подполковник  
29.11.2022 г.



П.В.Бойкачев

Факты, изложенные в документе, не удостоверяю.


Город Минск. Двадцать девятого ноября две тысячи двадцать второго года.

Я, Щербин Вячеслав Викторович, начальник отдела кадров учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь», свидетельствую подлинность подписи подполковника Бойкачева Павла Валерьевича, подписавшего документ в моем присутствии. Личность Бойкачева П.В., подписавшего документ, установлена. Действие по свидетельствованию подлинности подписи зарегистрировано в книге для регистрации под \_\_\_\_\_ порядковым номером.

Начальник отдела кадров  
Учреждения образования  
«Военная академия  
Республики Беларусь»  
полковник



В.В.Щербин

29.11.2022  Ознакомлен.

