

аттестационное дело № _____

дата защиты 18.12.2014 протокол № 18

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.125.07 НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) ПО ДИССЕРТАЦИИ
НГУЕН ВАН ХОЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Диссертация «Разработка алгоритмов проектирования экранов кабелей электротехнических комплексов летательных аппаратов» в виде рукописи по специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы» выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 309 «Теоретическая электротехника».

Диссертация принята к защите «17» октября 2014 г., протокол №11.

Соискатель Нгуен Ван Хой, гражданин СРВ, аспирант кафедры 309 «Теоретическая электротехника» факультета «Системы управления, информатика и электроэнергетика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). В 2011 году соискатель окончил с отличием Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры 309 «Теоретическая электротехника» факультета «Системы управления, информатика и

электроэнергетика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Кириллов Владимир Юрьевич, заведующий кафедрой 309 «Теоретическая электротехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет).

Официальные оппоненты:

1. Саенко Владимир Степанович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники;
2. Марченко Михаил Владимирович, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, начальник отдела Федерального государственного унитарного предприятия Московское опытно-конструкторское бюро «Марс»;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА), дала положительное заключение (заключение составлено Владимиром Ксенофоновичем Битюковым, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой теоретической радиотехники и радиофизики).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв официального оппонента Саенко В.С., доктор технических наук, профессор НИУ ВШЭ. Замечания:

1. В диссертации не приведены параметры воздействующих на БКС импульсов для различных типов летательных аппаратов. Расчеты проведены для одного и того же импульса, параметры которого не получили должного обоснования.

2. В алгоритме на рис. 31, стр. 83 есть блок «Проведение оптимизации параметров...», однако результаты оптимизации далее нигде не показаны.

3. В таблице 3 на стр. 87 приведены различные типы выпускаемых промышленностью экранов. Там же имеются все характеристики этих экранов. Однако анализ экранов с точки зрения постановки целевой задачи не проведен.

4. График на рис. 39, стр. 95 показывает, что все выпускаемые промышленностью экраны кабелей выполнены оптимальным образом. Удивительно, но все показанные точки для промышленных экранов лежат на оптимальной, рассчитанной диссертантом кривой, хотя спроектированы и выпускаются в промышленных масштабах задолго до настоящей диссертации.

Отзыв официального оппонента Марченко М.В., кандидата технических наук, начальник отдела ФГУП МОКБ «Марс». Замечания:

1. В главе 1 указаны актуальность научно-технической задачи и природа возникновения, распространения и воздействия кондуктивных электромагнитных помех в конструкции и электрических цепях летательных аппаратов, но в расчетах используется математическая модель только в виде биэкспоненциального импульса. Поскольку кондуктивными электромагнитные помехи могут быть не только такого импульсного вида, то данная работа не полностью предусмотрела все виды воздействия электромагнитных помех как импульсных непериодических так и периодических в том числе синусоидальных.

2. В главе 2 при аппроксимации модуля сопротивления связи не произведена оценка погрешности аппроксимации.

3. В главах 3 и 4 диссертации приведена методика расчета токов и напряжений на внутренних экранах и проводниках электрически длинных экранированных кабелей, но не приведены примеры их расчетов. Не произведена экспериментальная проверка эффективности экранирования кабелей, параметры экранов которых были определены на основе, разработанной в диссертации методики. В диссертации результатом экспериментальных исследований являются только рекомендации по проведению измерений с целью определения эффективности экранирования кабелей длиной один метр и более на частотах свыше 3 МГц.

Отзыв ведущей организации МГТУ МИРЭА, составлен Битюковым В.К., доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой теоретической радиотехники и радиофизики, и утверждён Соловьевом И.В., доктором физико-математических наук, профессором, проректором МГТУ МИРЭА по научной работе. Замечания:

1. Без достаточного обоснования используется термин «сопротивление связи» вместо стандартного термина «поверхностное переходное сопротивление».

2. В разделе 2.3 диссертации приведены частотные диаграммы моделей сопротивления связи, но отсутствует экспериментальная проверка правильности модели.

3. Судя по работе, алгоритмы проектирования доведены до программной реализации, но нет описания программ.

4. В разделе 4.5 приводятся частотные диаграммы эффективности экранирования, построенные на основе расчетных формул (81) и (82), но нет внятного объяснения особенностей этих диаграмм.

5. Отсутствует анализ и оценки погрешностей расчетных и экспериментальных характеристик.

Отзыв на автореферат **Гизатуллина З.М.**, доцента кафедры «Информационные технологии проектирования электронно-вычислительных средств» Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева. Замечания:

1. Разработана методика расчета синфазных токов и напряжений на внутренних проводниках, но примеры расчета приведены только для случая электрически коротких кабелей.

2. Целью работы является проектирование многослойных экранированных кабелей, но решение имеется только для кабелей с одинарным и двойным экранированием.

Отзыв на автореферат **Кечиева Л.Н.**, доктора технических наук, профессора кафедры «Радиоэлектроники и телекоммуникации» НИУ ВШЭ МИЭМ. Замечания:

1. В автореферате нечетко сформулирован объект и предмет исследований.

2. В работе используется классификация кабелей на электрически длинные и короткие, однако из автореферата не вполне понятна классификация применительно к поставленной задаче.

3. В тексте приводится термин «сопротивление связи» и следовало бы применить термин «передаточное сопротивление».

Отзыв на автореферат **Лемешко Н.В.**, кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника НТЦ Анализа ЭМС ФГУП НИИР. Замечания:

1. Как следует из автореферата диссертации применение формулы расчета эффективности экранирования (9) приводит к появлению погрешности на частотах более 3 МГц, но не приведена оценка погрешности.

2. При проектировании экранов кабелей задаются ограничения на амплитудные значения напряжений на внутренних проводниках. Следовало бы помимо ограничений на напряжения учитывать ограничения на энергию наведенного импульсного напряжения помехи на внутренних проводниках.

Отзыв на автореферат **Меркелова А.А.**, начальника конструкторского бюро «Салют» Государственного космического научно-производственного центра им. М.В. Хруничева. Замечания:

1. На рис. 3 приведена схема экранированного кабеля с двумя витыми парами, одна из которых не экранирована. Следует отметить, что, как правило, все витые пары в общем экране имеют собственные экраны.

2. В автореферате на стр. 13 приведена формула кондуктивного тока, протекающего по экрану кабеля в виде электромагнитного импульса. Применимы-ли разработанные методы расчета наведенных импульсных помех на внутренних проводниках кабелей для случаев протекания импульсных токов по внешнему экрану в виде затухающей синусоиды.

3. Поскольку работоспособность электротехнических комплексов и систем зависит не только от амплитудных значений синфазных напряжений, наведенных на внутренних проводниках экранированных кабелей, но и от энергии импульсов, при оптимизации параметров экранов кабелей следует учитывать и ограничения на величину энергии.

Отзыв на автореферат **Сашова А.А.**, кандидата технических наук, начальника отдела НЦ СЭО ОАО «Российские космические системы». Замечания: из-за некоторого упрощения эквивалентных схем внешнего экрана, появились незначительные расхождения на частотах более 100 МГц. Кроме того в тексте диссертации рассматривается экранировка на основе коаксиального кабеля. Это не совсем правильно, так как экран коаксиального кабеля является, по сути, вторым проводником, и распространение волны осуществляется между центральным проводником и экраном. Но так как автор исследует воздействие на довольно низких частотах, данное замечание тоже является незначительным.

Отзыв на автореферат **Газизова Т.Р.**, доктора технических наук, профессора кафедры «Телевидение и управление», заведующего научно-исследовательской лабораторией «Безопасность и электромагнитная

совместимость радиоэлектронных средств» ТУСУРа, члена-корреспондента Сибирской академии наук высшей школы. Замечания:

1. В общей характеристике работы не сформулирована ее теоретическая значимость, нет пункта «Достоверность» и не указано, где использованы или внедрены ее результаты.

2. Выносимые на защиту названо положениями, но сформулировано как результаты.

3. На стр. 10 автореферата формула для взаимной индуктивности названа как «...зазора между экранами», тогда как, скорее должно быть «...экранов». Кроме того, это формула для коаксиально расположенных экранов, но такое практически невозможно, поскольку на рис. 3, кроме внутреннего экрана есть еще и неэкранированная витая пара, явно повлияющая на взаимную индуктивность своим присутствием и возможным смещением оси внутреннего экрана относительно оси внешнего.

4. В публикациях не указаны страницы, а последняя публикация, судя по названию, не имеет прямого отношения к результатам, изложенным в диссертационной работе.

Отзыв на автореферат **Фоминича Э.Н.**, доктора технических наук, профессора кафедры электроснабжения, электрооборудования и автоматики Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. Замечания:

1. На рис. 3 приводится схема кабельной линии в экране с «витыми парами» внутри (экранированными и неэкранированными). Из содержания автореферата непонятна степень влияния «витой пары» на результаты расчетов токов и напряжений в цепях БК при воздействии кондуктивных электромагнитных помех.

2. Как следует из текста автореферата, расчет сопротивления связи плетеного экрана кабеля производится по формуле (3), в которой присутствует параметр индуктивности M , однако значение данного

параметра не определено и формулы для его расчета в автореферате не приводятся.

3. В автореферате не приводятся методики экспериментальных исследований сопротивления связи и эффективности экранирования бортовых кабелей, что затрудняет оценить результаты полученных исследований.

Отзыв на автореферат **Осадченко А.С.**, кандидата технических наук, заместителя начальника комплекса 12 и **Морозова Е.П.**, начальника отдела 1204 ФГУП ЦНИИмаш. Замечания:

1. В разделе «Содержание работы» сообщается об исследовании физической природы возникновения, распространения и воздействия кондуктивных электромагнитных помех в конструкции и электрических цепях ЭТК ЛА. При этом создается ложное впечатление о том, что до сих пор физическая природа возникновения, распространения и воздействия подобных помех не была известна.

2. В разделе «Основные положения, выносимые на защиту» (п.2) и в Заключение (п.3) говорится о разработке методики расчета импульсных синфазных напряжений на внешних экранах и внутренних проводниках кабелей, тогда как в «Личный вклад автора» методика для внешних экранов не включена.

3. Отсутствует сравнение по точности существующих и вновь разработанных автором алгоритмов проектирования кабелей с одинарным экранированием.

4. Не сказано, где предполагается использовать разработанные автором алгоритмы и рекомендации.

В дискуссии приняли участие: Зечихин Б.С., Саенко В.С., Вышков Ю.Д., Самсонович С.Л.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, из них по теме диссертации опубликовано 4 статьи объемом 4,5 печатных листа в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных

журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Нгуен В.Х. «Моделирование воздействия мощных электромагнитных помех на электротехнический комплекс самолета»/ Кириллов В.Ю., Клыков А.В.// Электронный журнал «Труды МАИ», 2013, № 71.

2. Нгуен В.Х. «Исследование частотных характеристик моделей сопротивлений связи бортовых кабелей летательных аппаратов»/ Кириллов В.Ю., Клыков А.В., Жегов Н.А., Томилин М.М.// Электронный журнал «Труды МАИ», 2014, № 75.

3. Нгуен В.Х. «Исследование сопротивления связи и эффективности экранирования бортовых кабелей летательных аппаратов»/ Кириллов В.Ю., Клыков А.В., Томилин М.М.// Технологии ЭМС 2014, № 2 (49), – С. 3 – 8.

4. Нгуен В.Х. «Математическая модель воздействия электростатических разрядов на бортовую кабельную сеть космического аппарата»/ Кириллов В.Ю., Клыков А.В., Томилин М.М.// Вестник МАИ, 2014, Т.21, № 3, – С. 118 – 127.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются компетентными учёными в области диссертационного исследования, что подтверждается их научными публикациями. Выбор ведущей организации обуславливается широкой известностью её достижений в области научных исследований, рассматриваемых в диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны алгоритмы проектирования многослойных экранов кабелей летательных аппаратов, на основе требований по электромагнитной совместимости для электротехнических комплексов, позволяющие достичь минимальной массы экрана и высокой помехозащищенности путем применения методов оптимизации.

Предложена методика расчета импульсных синфазных напряжений на внутренних проводниках экранированных кабелей при воздействии на внешние экраны кондуктивных электромагнитных помех, предназначенная для определения уровней внутренних помех бортовых кабельных сетей летательных аппаратов и базирующаяся на методе аппроксимации.

Доказана возможность использования разработанных алгоритмов на практике при выборе наилучшего варианта экрана или при проектировании новых экранов бортовых кабелей при заданных ограничениях на уровни наведенных кондуктивных электромагнитных помех на внутренних проводниках.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– доказана разработанная методика расчета синфазных напряжений на внутренних проводниках экранированных кабелей, предназначенная для определения уровней электромагнитных помех, воздействующих на радиоэлектронную аппаратуру через бортовую кабельную сеть.

– применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы теоретической электротехники, теория приближений, численные методы оптимизации, теория функций комплексного переменного, операционное исчисление, в том числе с использованием программных комплексов MATLAB, MATHCAD, а также результаты экспериментальных исследований.

– изложены алгоритмы автоматизированного проектирования экранов бортовых кабелей.

– раскрыта необходимость применения разработанных алгоритмов для определения количества экранов кабеля и значений параметров экранов в соответствии с заданными ограничениями на уровни синфазных напряжений на внутренних проводниках и на суммарную массу экранов.

– изучено отличие частотных диаграмм эффективности экранирования и сопротивлений связи экранированных кабелей длиной более 1 м на частотах

свыше 3МГц, определяемых на основе расчетных и экспериментально измеренных значений тока.

– проведена модернизация существовавших алгоритмов проектирования экранов кабелей для случая воздействия импульсных кондуктивных помех применительно для кабелей с одним и более экранами.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– Разработана и внедрена в учебный процесс кафедры методика расчета переходных процессов на внутренних проводниках, позволяющая моделировать реакцию экранированного кабеля на воздействие импульсных кондуктивных электромагнитных помех.

– Создано программное обеспечение в компьютерной среде «MATLAB» на основе разработанных алгоритмов, позволяющее при заданном ограничении на спектр напряжения автоматизировать процесс проектирования экранов кабелей.

– Представлены рекомендации по определению сопротивления связи и эффективности экранирования для кабелей длиной один метр и более на частотах свыше 3МГц.

Оценка достоверности результатов выявила:

– теория подтверждается адекватностью использованных физических и математических методов. Результаты моделирования наведенных импульсных кондуктивных помех на внутренние проводники экранированных кабелей совпадают с экспериментальными данными, полученными ранее по рассматриваемой тематике.

– идея базируется на обобщении достигнутых результатов, применяемых для проектирования экранированных кабелей при воздействии на внешний экран периодических кондуктивных помех.

Личный вклад соискателя: состоит в разработке моделей воздействия кондуктивных электромагнитных помех на экранированные кабели и методики расчета наведенных импульсных синфазных напряжений на

внутренних проводниках; разработке алгоритмов проектирования сплошных и оплеточных экранов кабелей с одинарным и двойным экранированием.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация Нгуен В.Х. является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные решения задач разработки алгоритмов проектирования экранов кабелей электротехнических комплексов летательных аппаратов, имеющие существенное значение для развития авиационной техники Российской Федерации.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Нгуен В.Х. соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Нгуен Ван Хою учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 5 докторов технических наук по специальности 05.09.01, 6 докторов технических наук по специальности 05.02.02, 1 кандидат технических наук по специальности 05.02.02, 7 докторов технических наук по специальности 05.09.03, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 19, против присуждения учёной степени 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета



Самсонович С.Л.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Степанов В.С.