

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.07

Соискатель: Нгуен Ван Тай

Тема диссертации: Проектирование электрических жгутов электротехнических комплексов летательных аппаратов с учетом перекрестных помех.

Специальность: 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Решение диссертационного совета по результатам публичной защиты диссертации:

На заседании 24 мая 2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение актуальной научно-технической задачи, имеющей значение для развития электротехники – создание топологической модели, алгоритма определения путей прокладывания электрических жгутов на графе топологической модели и создание методики проектирования трасс электрических жгутов летательных аппаратов с учетом перекрестных помех, присудить Нгуен Ван Тай ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: *председатель диссертационного совета* Пенкин В.Т., *заместитель председателя диссертационного совета* Ковалев К.Л., *учёный секретарь диссертационного совета* Дежин Д.С., члены диссертационного совета: Беспалов В.Я., Бусурин В.И., Вольский С.И., Давидов А.О., Зечихин Б.С., Кириллов В.Ю., Кривилев А.В., Лалабеков В.И., Машуков Е.В., Парафесь С.Г., Шевцов Д.А.

Учёный секретарь диссертационного
совета Д 212.125.07

Дежин Д.С.

Начальник отдела УИИС МАИ
Т.А. Анишина



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.07,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «24» мая 2022 г. № 6

О присуждении **Нгуен Ван Тай**, гражданину Социалистической Республики Вьетнам, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Проектирование электрических жгутов электротехнических комплексов летательных аппаратов с учетом перекрестных помех» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», принята к защите «04» марта 2022 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 212.125.07, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, утвержденном приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №105/НК от 11.04.2012 г.

Соискатель Нгуен Ван Тай, 28 августа 1980 года рождения, в 2014 году окончил Академию противовоздушной обороны военно-воздушных сил

(г. Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам) по специальности «Техника управления и автоматизация».

В 2018 году поступил в аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), г. Москва по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Диссертация выполнена на кафедре 309 «Теоретическая электротехника» института № 3 «Системы управления, информатика и электроэнергетика» МАИ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Кириллов Владимир Юрьевич, профессор кафедры 309 «Теоретическая электротехника» МАИ.

Официальные оппоненты:

Саенко Владимир Степанович, доктор технических наук, профессор, Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»;

Марченко Михаил Владимирович, кандидат технических наук, начальник отдела, Московское опытно-конструкторское бюро "Марс" – филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.

Туполева-КАИ», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, проректором по научной и инновационной деятельности КНИТУ-КАИ Михайловым Сергеем Анатольевичем, заведующим кафедрой систем автоматизированного проектирования института компьютерных технологий и защиты информации КНИТУ-КАИ Чермошенцевым Сергеем Федоровичем, указала, что диссертация Нгуен Ван Тай представляет собой законченную квалификационную работу, в которой решена важная научно-практическая задача проектирования электрических жгутов. Решение указанной задачи заключается в определении трасс прокладывания жгутов в конструкции летательного аппарата с учетом перекрёстных помех и с минимальной суммарной длиной проводников. Диссертация соответствует требованиям пп.9 – 12 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, ред. 11.09.2020г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 4 работы опубликованы в изданиях, рекомендуемых Высшей Аттестационной Комиссией РФ для публикаций результатов диссертационных исследований. Большинство работ опубликованы в соавторстве, при этом вклад соискателя был определяющим, а опубликованные результаты получены либо лично соискателем, либо при непосредственном участии соискателя. Также материалы диссертации были изложены в 5 тезисах докладов на Международных научно-технических конференциях и симпозиумах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации.

1. **Нгуен Ван Тай**, Кириллов В.Ю. Проектирование трасс электрических жгутов бортовой сети с учетом электромагнитной совместимости// Технологии электромагнитной совместимости. – 2020. – № 2. – С. 29 –

35.

2. **Нгуен Ван Тай**, Кириллов В.Ю. Исследование перекрестных помех в электрических жгутах с неоднородностями экранов // Вестник Московского энергетического института. – 2020. – № 6. – С. 76 – 81.
3. **Нгуен Ван Тай**, Кириллов В.Ю. Перекрестные помехи в электрических соединителях // Электричество. – 2021. – №3. – С. 54 – 59.
4. **Нгуен Ван Тай**, Кириллов В.Ю. Перекрестные помехи во внутреннем пространстве бортового приборного модуля // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – №2. – С. 563 – 568.

В этих работах изложены и обоснованы основные результаты автора по проектированию электрических жгутов электротехнических комплексов летательных аппаратов с учетом перекрестных помех. Вклад в публикации, выполненные в соавторстве, состоит в участии в формулировке задач, разработке методов их экспериментальных исследований и аналитических решений, а также в выполнении численных расчетов и анализа результатов.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы — положительные).

Отзыв на диссертацию ведущей организации — федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» составлен доктором технических наук, заведующим кафедрой систем автоматизированного проектирования института компьютерных технологий и защиты информации КНИТУ-КАИ Чермошнцевым Сергеем Федоровичем и утвержден доктором технических наук, проректором по научной и инновационной деятельности КНИТУ-КАИ Михайловым Сергеем Анатольевичем. В отзыве имеются следующие замечания:

1. В первой главе диссертации нет четкого описания критериев определения частотных диапазонов, в пределах которых можно использовать формулы для расчета напряжений перекрестных помех между двухпроводными линиями.

2. Во второй и третьей главах диссертации были представлены общие методы, в которых не используется конкретный тип летательного аппарата.

3. Отсутствует достаточное обоснование выбора топологической модели, отображающей геометрию внутреннего пространства конструкции летательного аппарата.

4. Не приведено объяснение появления высокочастотных помех в диапазоне до 3 ГГц в двухпроводных линиях и на контактах электрических соединителей.

5. Из результатов, полученных в разделе 4.3, не ясно, сохранится ли уровень перекрёстных помех в том случае, когда макет модуля летательного аппарата имеет конструкционные элементы внутреннего заполнения.

6. Не достаточно обоснована актуальность способа определения минимального расстояния между проводниками электрических жгутов, при которых уровень перекрестных помех соответствует заданным нормативным значениям.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Саенко Владимира Степановича, доктора технических наук, профессора Московского института электроники и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», содержит замечания:

1. В главе 1 необходимо более четко обозначить результаты сравнения экспериментов и теоретических исследований.

2. В разделе 4.1. не приведено объяснение увеличению значения перекрестной помехи при увеличении расстояния между двухпроводной линией-рецептором и двухпроводной линией-источником.

3. Примеры, приведенные во второй и третьей главах, не относятся к конкретной системе летательного аппарата.

4. В третьей главе недостаточно объяснены правила выбора уровней на топологической модели, отображающей геометрическую схему конструкции летательного аппарата.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Марченко Михаила Владимировича, кандидата технических наук, начальника отдела Московского опытно-конструкторского бюро "Марс" (филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова»), содержит замечания:

1. В диссертации не приведено объяснения значительного увеличения уровней перекрестной помехи во внутреннем объеме макета модуля по сравнению с перекрестной помехой на поверхности стола испытательного стенда.

2. Топологическая модель представлена на плоскости. Схема конструкции летательного аппарата является объемной. Как топологическая модель путей прокладывания электрических жгутов отображает схему реальной конструкции летательного аппарата на плоскую модель.

3. Не приведены другие возможные варианты топологической модели путей прокладывания электрических жгутов и не выполнен их сравнительный анализ.

4. Отсутствует объяснение, почему боковые жгуты ответвления проходят по уровням топологической модели и не переходят с уровня на уровень.

5. В главе 4 диссертации не указан источник перекрестных высокочастотных электромагнитных помех, которые распространяются в электрических жгутах между двухпроводными линиями.

Отзывы на автореферат диссертации.

1. От доктора технических наук, профессора кафедры радиоволновых процессов и технологий **Института радиоэлектроники и информатики РТУ МИРЭА** Битюкова Владимира Ксенофонтовича, отзыв положительный.

2. От доктора технических наук, профессора, Главного научного сотрудника **АО «НПО Лавочкина»** Ефанова Владимира Владимировича, отзыв положительный.

3. От доктора физико-математических наук, профессора Отделения общетехнических дисциплин школы базовой инженерной подготовки **Томского политехнического университета** Томилина Александра Константиновича, отзыв положительный.

4. От кандидата технических наук, начальника бригады электромагнитной совместимости систем и БКС **ПАО «Корпорация «Иркут»** Клыкова Антона Владимировича, отзыв положительный.

5. От кандидата технических наук, инженера 1 категории отдела 10401 **Центра автоматических космических систем и комплексов** Маленкова Антона Александровича, отзыв положительный.

6. От кандидата технических наук, доцента кафедры электротехники и авиационного электрооборудования **Московского государственного технического университета гражданской авиации** Лисодида С.Ю., отзыв положительный.

7. От кандидата технических наук, начальника сектора **ПАО «РКК «Энергия»** Никитина А.А., отзыв положительный.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий обзор работы по главам, отмечены актуальность, новизна, достоверность полученных автором результатов и их практическая значимость.

В отзывах на автореферат содержатся следующие замечания:

1. Примеры, приведенные на стр.11, 12, не относятся к конкретной системе летательного аппарата.

2. Не ясно как пути прокладывания путей электрических жгутов на графе изображаются в реальной конструкции летательного аппарата.

3. Из рисунка 3 на странице 7 следует, что различия между расчетными и экспериментальными значениями составляют более 20 дБ, что на порядок превосходит 12%.

4. Устройства u , w , p и q показанные на рисунке 12 на странице 12 следовало отобразить на рисунке 13 для однозначности понимания.

5. Граф на рисунке 13 на странице 12 было бы желательно доработать до пяти жгутов с соответствующей корректировкой алгоритма.

6. В алгоритм проектирования путей прокладывания электрических жгутов в конструкции летательного аппарата целесообразно добавить критерий резервирования и критерий отказ безопасности при нелокализованном разрушении двигателя (разлете ступеней), являющихся, порой, определяющими при выборе путей прокладывания электрических жгутов.

7. В разделе 4.4 при определении минимального расстояния между двухпроводными линиями электрических жгутов для обеспечения допустимого уровня перекрестных электромагнитных помех целесообразно было бы сравнить результаты не только с DO-160G (KT-160G/14G), но и с ГОСТ 18977-79 «Комплексы бортового оборудования самолетов и вертолетов. Типы функциональных связей. Виды и уровни электрических сигналов» для различных типов электрических сигналов.

8. В работе исследованы перекрестные помехи во внутреннем пространстве бортового отсека или модуля. Однако на практике при определении характеристик кондуктивной ЭМС наиболее важными являются исследования (испытания) влияния наведенных помех на уровни сигналов и на степень искажения структуры соответствующих передаваемых по цепям сигналов. Исследования в этой области сделали бы работу более ценной для практического применения.

9. Из автореферата непонятно, каким образом при расчетах перекрестных помех между двумя неэкранированными двухпроводными линиями учитывался вероятностный характер расстояний между ними по длине жгута.

10. В автореферате отсутствует привязка проводимых исследований к параметрам стандартов передачи данных между блоками систем летательного аппарата.

11. Стоит отметить, что при построении топологической модели прокладывания жгутов, в работе исходят из весовых коэффициентов ветвей, являющихся расстоянием между пространственными участками, на которых размещены бортовые приборы, однако не учитывается, что в один жгут могут входить кабели от приборов, разнесенных на более чем один пространственный участок.

Все отзывы, поступившие на диссертацию и автореферат, положительные и содержат заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются высококвалифицированными специалистами в данной области, а ведущая организация проводит исследования в области электромагнитной совместимости. Официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации имеют значительное количество публикаций по теме диссертации.

Выбор Саенко В. С., доктора технических наук, профессора, лауреата премии Правительства РФ в качестве официального оппонента обосновывается его профессиональной компетентностью в вопросах исследования и разработки электронных систем и их компонентов, а также в вопросах электромагнитной совместимости. За последние 5 лет Саенко В. С.

опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах 15 статей по профилю диссертации.

Выбор Марченко М. В., кандидата технических наук по специальности «Электротехнические комплексы и системы», в качестве официального оппонента обосновывается его большим практическим опытом в области разработки различных преобразователей электрической энергии и изучения электромагнитной совместимости компонентов. За последние 5 лет Марченко М. В. опубликовано в рецензируемых отечественных журналах 4 статьи по профилю диссертации.

Выбор ведущей организации — федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» обусловлен ее достижениями в области разработки различных преобразователей электрической энергии и их систем управления. Специалисты ведущей организации осуществляют фундаментальные и прикладные исследования, в том числе, в области электромагнитной совместимости и воздействия помех на электронную аппаратуру, что подтверждается публикациями по теме диссертации.

В дискуссии приняли участие члены диссертационного совета: д. техн. наук, ст. научный сотрудник Константин Львович Ковалев, д. техн. наук, ст. научный сотрудник Владимир Тимофеевич Пенкин.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработана новая топологическая модель в виде ненаправленного графа, отображающего возможные пути прокладывания электрических жгутов в конструкции летательного аппарата и алгоритмы прокладывания путей электрических жгутов на графе с минимальной суммарной длиной проводников и с учетом перекрестных помех;

– *предложен* способ определения минимального расстояния между неэкранированными двухпроводными линиями электрических жгутов, при которых уровень перекрестных помех соответствует заданным нормативным значениям;

– *доказано* на основе результатов экспериментальных исследований, что при оценивании уровней высокочастотных перекрестных помех необходимо учитывать их резонансный характер в двухпроводных линиях приборных модулей и на контактах электрических соединителей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– *доказано*, что топологическая модель в виде ненаправленного графа, позволяет отобразить все возможные пути прокладывания электрических жгутов в конструкции летательного аппарата с учетом перекрестных помех и минимальной длиной проводников в жгутах;

– *использован* комплекс методов, в том числе методы теоретической электротехники, теории графов, теории функций комплексного переменного;

– *изложены* методика и алгоритмы проектирования трасс электрических жгутов летательных аппаратов с учётом перекрестных помех;

– *раскрыто* существование проблемы увеличения уровней перекрестных помех во внутреннем пространстве макетов бортового приборного модуля и конструкционных отсеков;

– *изучены* перекрестные помехи в электрических жгутах электротехнических комплексов летательных аппаратов;

– *проведена* модернизация алгоритма Дейкстра применительно для топологической модели в виде графа, отображающей возможные пути прокладывания электрических жгутов в конструкции летательного аппарата.

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

– *разработан* алгоритм прокладывания путей электрических жгутов на графе с учетом перекрестных помех и с минимальной суммарной длиной проводников;

– *определены* перспективы практического использования предложенной топологической модели и разработанного алгоритма на практике при проектировании электрических жгутов;

– *создана* топологическая модель, которую можно применять к любой общей геометрической схеме конструкции ЛА для определения трасс электрических жгутов с учетом перекрестных помех и с минимальной суммарной длиной проводников;

– *представлены* рекомендации учитывать резонансные явления высокочастотных перекрестных помех в приборных модулях и конструкционных отсеках и предложения, основанные на способе определения минимального расстояния между проводниками электрических жгутов, при которых уровень перекрестных помех соответствует заданным нормативным значениям;

– *результаты* диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры 309 «Теоретическая электротехника» МАИ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– для экспериментальных работ воспроизводимость результатов исследования в различных условиях с допустимой погрешностью;

– теоретические исследования основаны на методах теоретической электротехники, теории графов, а также теории функций комплексного переменного;

– идея базируется на основе алгоритма Дейкстры — поиска кратчайшего пути между вершинами графа;

– установлен частотный диапазон, в пределах которого можно использовать аналитические формулы для расчета перекрестных помех с типовыми значениями сопротивлений нагрузки 50 Ом и 1 МОм;

– использована сертифицированная компьютерная программа MATLAB для реализации алгоритма определения путей прокладки электрических жгутов на топологической модели.

Личный вклад соискателя состоит в разработке топологической модели, алгоритма определения путей прокладки электрических жгутов на графе топологической модели, методики проектирования трасс электрических жгутов летательных аппаратов с учетом перекрестных помех, экспериментальном исследовании перекрестных помех экранированных двухпроводных линий с неоднородностями экранов, перекрестных помех на контактах электрических соединителей, резонансных явлений макета приборного модуля. Предложен способ определения минимального расстояния между проводниками электрических жгутов для обеспечения допустимого уровня перекрестной помехи. Установлен частотный диапазон, в пределах которого можно использовать аналитические формулы для расчета перекрестных помех с типовыми значениями сопротивлений нагрузки 50 Ом и 1 МОм.

В ходе защиты диссертации **не было высказано критических замечаний**, которые ставили бы под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

Соискатель Нгуен Ван Тай ответил обстоятельно и аргументированно на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 24 мая 2022 г. **диссертационный совет принял решение:** за решение актуальной научно-технической задачи, имеющей значение для развития электротехники – создание топологической модели, алгоритма определения путей прокладки электрических жгутов на графе топологической модели и создание методики проектирования трасс электрических жгутов летательных аппаратов с учетом перекрестных помех, присудить Нгуен Ван Тай ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 (ноль) человек, проголосовали: за – 14, против – 0 (нет), недействительных бюллетеней – 0 (нет).

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.07

д. техн. наук, ст. научный сотрудник



В.Т. Пенкин

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.125.07

канд. техн. наук, доцент



Д.С. Дежин

26.05.2022 г.

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А. Анкива

