

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.07

Соискатель: Жукову Петру Александровичу

Тема диссертации: Исследование средств защиты электротехнических комплексов летательных аппаратов от электромагнитных воздействий.

Специальность: 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Решение диссертационного совета по результатам публичной защиты диссертации:

На заседании 21 июня 2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение актуальной научно-технической задачи, имеющей значение для развития электромагнитной совместимости – задачи повышения помехозащищенности электротехнического комплекса летательных и космических аппаратов, присудить Жукову Петру Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

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

Учёный секретарь диссертационного
совета Д 212.125.07

Дежин Д.С.

Начальник
Т.А. А.



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 21 июня 2022 г. № 12

О присуждении **Жукову Петру Александровичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование средств защиты электротехнических комплексов летательных аппаратов от электромагнитных воздействий» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 15.03.2022 г. (протокол № 3) диссертационным советом Д 212.125.07, созданным 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, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №105/НК от 11.04.2012 г.

Соискатель Жуков Петр Александрович 30 июня 1990 года рождения.

В 2015 году окончил обучение в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, по

специальности «Управляющие, пилотажно-навигационные и электроэнергетические комплексы летательных аппаратов», квалификация — «специалист».

В 2017 году поступил в аспирантуру МАИ кафедры «Теоретическая электротехника» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы». За время обучения в аспирантуре успешно и своевременно сдал все экзамены и зачеты. В 2021 году Жуков П.А. окончил аспирантуру кафедры, успешно сдал государственный экзамен, получил диплом преподавателя-исследователя и прошел предварительную защиту диссертационной работы на кафедре.

С 2013 года работает в Федеральном государственном унитарном предприятии московском опытно-конструкторском бюро «Марс» (ФГУП МОКБ «Марс») в должности инженера. С 2018 года в ФГУП МОКБ «Марс» в должности старшего инженера. В декабре 2021 года ФГУП МОКБ «Марс» преобразовано в филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский НИИ автоматики» им. Н.Л. Духова. В настоящий момент является старшим инженером отдела расчетов по внешним воздействующим факторам/специальным внешним воздействующим факторам в Московском опытно-конструкторском бюро «Марс» – филиал ФГУП «Всероссийский НИИ автоматики».

В период 2019-2021 гг. работал по совместительству в должности младшего научного сотрудника НИО-309 института №3 «Системы управления, информатика и электроэнергетика» МАИ по гранту Российского фонда фундаментальных исследований «Аспиранты».

Диссертация выполнена на кафедре «Теоретическая электротехника» института № 3 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва.

Научный руководитель – Кириллов Владимир Юрьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника» института №3 «Системы управления, информатика и электроэнергетика»

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»).

Официальные оппоненты:

Саенко Владимир Степанович, профессор, заведующий учебно-исследовательской лабораторией функциональной безопасности космических аппаратов и систем МИЭМ им. А.Н. Тихонова ФГАУ ВО «НИУ «ВШЭ», доктор технических наук, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники;

Крохалев Дмитрий Иванович, доктор технических наук, главный специалист Федерального государственного унитарного предприятия «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «ЦНИИМАШ»), г. Королев, в своем положительном заключении, рассмотренном, обсужденном и одобренном на заседании секции 10 НТС Центра автоматических космических систем и комплексов «ЦНИИМАШ», (протокол № 6 от 18.05.2022), подписанном заместителем начальника Центра автоматических космических систем и комплексов, кандидатом технических наук Е.М. Твердохлебовой, ведущим специалистом отдела 10201 «Космические радиотехнические системы связи, вещания, ретрансляции гражданского и военного назначения» О.В. Жеребко, инженером 1 категории отдела 10401 «Технологии создания ключевых элементов служебных систем автоматических космических систем и комплексов и технологий обеспечения стойкости к внешним воздействующим факторам», кандидатом технических наук А.А. Маленковым и утвержденном генеральным конструктором по автоматическим системам и комплексам – заместителем генерального директора АО «ЦНИИМАШ» В.В. Хартовым, указала, что диссертация П.А. Жукова «Исследование средств защиты электротехнических комплексов летательных аппаратов от электромагнитных воздействий» является законченным научным

исследованием, посвященным решению актуальной задачи электромагнитной совместимости. Для решения задачи повышения помехозащищенности разработана методика определения путей распространения электромагнитных помех и исследованы новые способы повышения помехозащиты. Диссертация Жукова П.А. соответствует пунктам 3, 4 паспорта специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы». Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ (№ 842, от 24 сентября 2013 г., редакция от 11.09.2021 г.), а автор Жуков П.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 7 (семь) научных публикаций по теме диссертации, в том числе 4 (четыре) публикации в изданиях, входящих в международные системы цитирования «Scopus» (две из которых входят в «WoS»), 3 (три) 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 его непосредственном участии. Материалы диссертации отражены в материалах 13 (тринадцати) международных и Всероссийских научно-технических конференций.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Жуков П.А.**, Марченко М.В., Кириллов В. Ю. Влияние переходного сопротивления на эффективность экранирования бортовой кабельной сети летательных атмосферных и космических аппаратов. // Вестник Московского авиационного института. 2017, Т.24. №3, С. 121-126.
2. **Жуков П.А.**, Кириллов В.Ю., Марченко М.В. Влияние способов соединения экрана кабеля с электрическим соединителем на эффективность

экранирования // Вестник МЭИ. 2019. № 2. С. 50—56. DOI: 10.24160/1993-6982-2019-2-50-56.

3. **Жуков П.А., Журавлев С.Ю., Кириллов В.Ю.** Исследования радиопоглощающих материалов для космических аппаратов // Технологии электромагнитной совместимости. – 2018. – № 4. – С. 32-39.

4. **П. А. Жуков, В. Ю. Кириллов, С. Ю. Журавлев, М. М. Томилин** Радиопоглощающие материалы для космических аппаратов // КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, 2020, том 58, № 5, с. 1–7. DOI: 10.31857/S0023420620050064.

В работах [1] и [2] представлены исследования влияния различных неоднородностей экрана кабеля на эффективность экранирования. Исследованы изменения переходных сопротивлений, разрывы и возможные повреждения экрана кабеля. Показано существенное ухудшение экранирующих свойств.

В работе [3] представлен новый радиопоглощающий материал, разработанный для применения в условиях больших температурных перепадов. Проведено исследование данного радиопоглощающего материала в условиях, аналогичных условиям космоса. Доказана возможность его использования на космических аппаратах.

В работе [4] представлены способы применения радиопоглощающего материала для уменьшения помехоэмиссии, снижения резонансных явлений электромагнитного поля в замкнутом металлическом объеме. Показано эффективное применение радиопоглощающего материала для уменьшения электромагнитных помех в электротехническом комплексе летательных и космических аппаратов.

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

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

Отзыв на диссертацию ведущей организации — Акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» - АО «ЦНИИМАШ».

Отзыв утвержден генеральным конструктором по автоматическим системам и комплексам – заместителем генерального директора АО «ЦНИИМАШ», доктором технических наук, профессором В. В. Хартовым.

В замечаниях по диссертационной работе отмечено следующее:

1. Представленная топологическая модель не показывает непосредственных электромагнитных уязвимостей в конструкции.

2. Предложенная методика определения путей проникновения и распространения электромагнитных помех в конструкции ЛА рассматривает конструкцию исключительно в общем случае, и требует адаптации при применении методики к конкретному аппарату.

3. Во второй главе рассмотрены только два вида факторов, влияющих на характеристики электромагнитного экрана кабеля, при всей их многочисленности.

4. Недостаточно полно описаны причины возникновения значительных неоднородностей (качества) электромагнитных экранов.

5. В третьей главе не обоснованы причины выбора конкретного РПМ для исследований.

6. В четвертой главе не показаны сравнительные характеристики эффективности подавления высокочастотных кондуктивных помех радиопоглощающим материалом и обычным фильтром высокой частоты.

7. В оглавлении указано, что заключение начинается со стр. 122, а фактически – со стр. 125. Также в оглавлении указаны акт о внедрении и приложение, которые фактически отсутствуют.

При всём этом отмечено, что, в конечном счёте, сделанные замечания по диссертационной работе замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Жукова П.А. Опубликованные автором по теме диссертации работы подтверждают актуальность, научную новизну и практическую значимость рассматриваемой диссертационной работы. Диссертационная работа Жукова Петра является законченным научным исследованием, посвященным решению актуальной задачи электромагнитной совместимости. Для

решения задачи повышения помехозащищенности разработана методика определения путей распространения электромагнитных помех и исследованы новые способы повышения помехозащищенности. Она соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв на диссертацию официального оппонента Саенко Владимира Степановича, профессора, заведующего учебно-исследовательской лабораторией функциональной безопасности космических аппаратов и систем МИЭМ им. А.Н. Тихонова ФГАУ ВО «НИУ «ВШЭ», доктора технических наук, лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники:

Отзыв на диссертационную работу заверила специалист по кадровому делопроизводству управления персонала Сергеева А.А.

В замечаниях по диссертационной работе указано следующее:

1. Предложенная методика определения путей проникновения и распространения электромагнитных помех в конструкции летательного аппарата рассматривает конструкцию исключительно в общем, и требует адаптации при применении методики к конкретному аппарату.
2. Во второй главе не исследованы зависимости ухудшения эффективности экранирования во времени.
3. В третьей главе исследованы не все внешние воздействующие факторы космического пространства.
4. В четвертой главе не показано сравнение эффективности подавления высокочастотных помех радиопоглощающим материалом и обычным фильтром высокой частоты.

Отмечено, что вышеперечисленные замечания не оказывают существенного влияния на научную и практическую ценность представленной диссертационной работы.

Полученные результаты соответствуют уровню кандидатской диссертации по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Жуков Петр Александрович заслуживает

присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв на диссертацию официального оппонента Крохалева Дмитрия Ивановича, доктора технических наук, главного специалиста Федерального государственного унитарного предприятия «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина»:

Отзыв на диссертационную работу заверил Ученый секретарь НТС института кандидат физико-математических наук В.Н. Ногин.

В замечаниях по диссертационной работе указано следующее:

1. При оценке влияния величины переходного сопротивления на уровень наводимого напряжения помехи в нагрузке экранированного кабеля было исследовано девять образцов кабеля. Однако на рис. 2.4, иллюстрирующем результаты исследований, имеется только три графика зависимостей наведенных напряжений от величины переходного сопротивления. Пояснений, как были построены эти зависимости по экспериментальным данным, в тексте диссертации не приведено.

2. В качестве дополнения к существующим методам экранирования аппаратуры и систем летательных аппаратов рассмотрено применение радиопоглощающих материалов. В то же время, анализ или исследование возможностей и ограничений других способов повышения помехозащищенности в тексте диссертации отсутствует. Не приведена также достаточно подробная классификация существующих РПМ. Обоснование выбора исследуемого в работе типа радиопоглощающего материала, на мой взгляд, не является исчерпывающим.

3. Глава 3 посвящена исследованию свойств РПМ в экстремальных условиях (имеются в виду, прежде всего, условия космоса). Однако описание всех факторов, воздействующих на объект в условиях космического пространства, отсутствует. В процессе экспериментальных исследований не были воссозданы все условия космического пространства (что само по себе, вероятно, и не было

необходимо), однако выбор исследуемых факторов (температура и вибрация), для которых проводились исследования, не обоснован.

4. С целью обоснования выносимых на защиту способов применения РПМ для увеличения эффективности экранирования и фильтрации кондуктивных помех автором проведен ряд экспериментов. И хотя эти положения непосредственно следуют из логики проведения исследований и приведенных в диссертации результатов, следовало бы привести полные описания данных способов.

5. Имеется ряд замечаний по изложению материала и оформлению диссертации. Так, на мой взгляд, каждая глава должна заканчиваться выводами, а описание каждого из отдельных исследований предваряться формулировкой задачи исследования, даже если эта задача сформулирована во введении. Это позволило бы получить тексту большую связность и облегчить чтение. Нумерация страниц в Оглавлении не везде соответствует положению элементов текста, имеется ссылка на отсутствующее в тексте Приложение.

При этом отмечено, что перечисленные недостатки и замечания не снижают научной и практической значимости работы и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Усилия автора направлены на разработку методов и средств повышения помехозащищенности бортовой аппаратуры именно в таких условиях, что, несомненно, свидетельствует об актуальности проводимых автором исследований по теме диссертации. Данная работа соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», а автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Сделано заключение, что диссертационная работа Жукова П. А. является законченным научным исследованием, в котором решена задача, имеющая важное научно-техническое значение — повышение эффективности методов и технических средств защиты элементов и устройств бортовых комплексов летательных и космических аппаратов от внешних электромагнитных воздействий. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют практическую направленность и могут применяться в процессе разработки ЛА, а также при

решении вопросов электромагнитной совместимости других объектов. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Жукова П.А. «Исследование средств защиты электротехнических комплексов летательных аппаратов от электромагнитных воздействий» соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ .N2 842 от 24.09.2013 г. (ред. От 30.07.2014 г.) , предъявляемым к кандидатским диссертациям с точки зрения актуальности, новизны и практической значимости полученных результатов, а ее автор, Жуков Петр Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

На автореферат диссертации поступило 6 (шесть) отзывов. Все отзывы — положительные.

1. Отзыв на автореферат доктора технических наук, профессора, профессора кафедры радиоволновых процессов и технологий **Института радиоэлектроники и информатики РТУ МИРЭА Битюкова Владимира Ксенофонтовича** содержит замечания:

1) При описании топологической модели из автореферата не понятно, что является источником электромагнитных воздействий и какие типы воздействий учитываются в модели;

2) Приведенная топологическая модель рассматривает общие принципы проникновения и распространения электромагнитных помех и не приближена к реальному летательному аппарату;

3) Не ясно, где на космическом аппарате должен размещаться радиопоглощающий материал для уменьшения уровней электромагнитных помех и ослабления резонансных явлений.

2. Отзыв на автореферат диссертации заведующего лабораторией 0205 **Института биохимической физики им. Н.М. Эммануэля РАН (ИБХФ РАН)**, кандидата физико-математических наук Бибикова Сергея Борисовича содержит замечания:

1) Современные стандарты имеют требования в более широком диапазоне частот, чем выбранные для экспериментов;

2) Нет примера построенной и рассчитанной модели расчета помехи для реального летательного аппарата.

3. Отзыв на автореферат диссертации профессора кафедры систем автоматизированного проектирования **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**, д.т.н., доцента, Гизатуллина Зиннура Марселевича содержит замечания:

1) Исследования свойств образцов РПМ при воздействии экстремальных температур проводились однократно, тогда как на орбите, в процессе эксплуатации космический аппарат неоднократно подвергается воздействию температур $\pm 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

2) Из текста автореферата не ясно при каком напряжении электростатического разряда построены диаграммы на рисунке 4.

3) На рисунке 5 не указана напряженность электрического поля, при которой на указанных частотах построены диаграммы напряжения при различных значениях переходного сопротивления.

4. Отзыв на автореферат диссертации заместителя генерального директора по научной работе **ООО «Экспериментальная мастерская Наука Софт»** д.т.н., профессора Левина А.В., содержит замечания:

1) Применение предложенной автором методики требует доработки применительно к конструкции каждого конкретного проектируемого летательного аппарата;

2) При исследовании стойкости радиопоглощающего материала к условиям космоса не проведено исследование на устойчивость к радиации и электризации.

5. Отзыв на автореферат диссертации начальника бригады ЭМС систем и БКС ПАО **«Корпорация «Иркут»**, кандидата технических наук А.В. Клыкова содержит замечания:

- 1) Нет описания рассматриваемых источников электромагнитного воздействия;
- 2) Отсутствует детальное описание физических характеристик радиопоглощающего материала;
- 3) Не приведена оценка погрешности уровня электромагнитной помехи, определяемого на основе топологической модели распространения помех в конструкции и электрических цепях летательных аппаратов.

6. Отзыв на автореферат диссертации главного конструктора по измерениям АО «НПО ИТ» Е.В. Бродина содержит замечания:

- 1) В работе не приведено четкого обоснования пределов частотных диапазонов, в которых проведены исследования;
- 2) При описании предложенного способа применения РПМ для подавления высокочастотных кондуктивных помех в двухпроводной линии не указаны размеры образцов РПМ. Исследования проведены на частотном диапазоне до 3 ГГц, тогда как свойства образцов РПМ исследовались на более широком диапазоне, до 37 ГГц.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной и практической компетентностью в области электротехнических комплексов и систем в предметной области диссертационного исследования, что подтверждается публикациями в научных изданиях. Оппоненты являются сотрудниками разных организаций и не имеют совместных публикаций с соискателем.

Выбор Саенко В.С., доктора технических наук, профессора, в качестве официального оппонента обосновывается большим количеством научных работ по электромагнитной совместимости технических средств в условиях электромагнитной обстановки, создаваемой электростатическими разрядами в конструкции космических аппаратов. За последние 5 лет Саенко В.С. опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах 14 статей по профилю диссертации.

Выбор Крохалева Д. И., доктора технических наук, в качестве официального оппонента обосновывается большим количеством работ по разработке методов и практическим опытом испытаний технических средств авиационной техники на воздействие электромагнитных полей. За последние 5 лет Крохалевым Д.И. опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах 8 статей по профилю диссертации.

Выбор ведущей организации акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», обусловлен тем, что в организации проводятся научно-исследовательские работы в области расчетно-экспериментальных исследований стойкости космической техники к электромагнитным воздействиям и разработки методов оценки электромагнитной совместимости технических средств космических систем и комплексов.

В дискуссии приняли участие члены диссертационного совета: председатель диссертационного совета, д-р техн. наук, ст. научный сотрудник Владимир Тимофеевич Пенкин; д-р техн. наук, ст. научный сотрудник Константин Львович Ковалев, канд. техн. наук, доцент Дмитрий Сергеевич Дежин.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** новая топологическая модель в виде направленного графа, описывающая проникновение и распространение электромагнитных помех в электрических цепях и конструкции электротехнического комплекса летательного аппарата;

- **создана** методика определения путей распространения и расчета уровней электромагнитных помех;

- **предложен** способ применения радиопоглощающего материала для ослабления резонансных явлений и уменьшения помехоэмиссии излучаемых помех;

- **предложен** способ применения радиопоглощающего материала для уменьшения высокочастотных кондуктивных помех;

- **экспериментально доказана** возможность применения радиопоглощающего материала для ослабления резонансов и уменьшения помехоэмиссии бортовых приборов.

Новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- предложена новая топологическая модель в виде направленного графа, описывающая проникновение и распространение электромагнитных помех в электрических цепях конструкции летательных аппаратов;

- разработана методика определения путей и расчета уровней электромагнитных помех в электрических цепях и конструкции летательного аппарата на основе предложенного направленного графа;

- получены зависимости влияния неоднородностей экранов и переходных сопротивлений экранированных жгутов на эффективность экранирования;

- определены частотные характеристики коэффициента отражения радиопоглощающего материала при воздействии экстремальных температур и вибрации аналогичных условиям открытого космоса;

- приведено описание способа применения радиопоглощающего материала для ослабления явлений резонансов электромагнитных полей и уменьшения помехоэмиссии в приборных модулях космических аппаратов;

- предложен и опубликован подход к применению радиопоглощающего материала для повышения эффективности фильтрации кондуктивных помех в электрических цепях электротехнического комплекса летательного аппарата.

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

- разработанная методика позволяет определять пути распространения и рассчитывать уровни электромагнитных помех во внутренних цепях и пространстве летательного аппарата для любого заданного элемента электротехнического комплекса;

- проведенные исследования зависимости эффективности экранирования от величины переходного сопротивления и неоднородностей экранов бортовых

жгутов или кабелей определяют условия достижения необходимого уровня эффективности экранирования бортовых кабелей;

- на основе результатов исследования коэффициента отражения радиопоглощающего материала доказана возможность его применения на космических аппаратах;

- предложенный подход к применению радиопоглощающего материала позволяет увеличить эффективность экранирования благодаря снижению помехоэмиссии и уменьшению резонансных явлений во внутреннем объеме летательного аппарата;

- предложенный подход к применению радиопоглощающего материала в электрических цепях позволяет подавлять высокочастотные кондуктивные помехи в кабельных сетях.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Теоретическая электротехника» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» и используются в материалах лекций и практических занятиях по дисциплинам «Электромагнитная совместимость комплексов ЛА», «Методы и технические средства испытаний ЭМС ЛА», а также при курсовом и дипломном проектировании для студентов обучающихся по профилям защиты бортовых комплексов летательных аппаратов от электромагнитных воздействий, что подтверждается актом №300-17/80-1 от 24 февраля 2022 г.

Результаты диссертационной работы используются в ФГУП МОКБ «Марс» – филиал ФГУП «ВНИИ автоматики», применение результатов работы позволило повысить эффективность электромагнитной защиты и улучшить качество разработки изделий. Разработанные методики регулярно используются для проведения испытаний аппаратуры разработки ФГУП МОКБ «Марс», что подтверждается актом от 25 февраля 2022 г.

Оценка достоверности результатов выявила:

– корректное использование аттестованных технических средств испытаний электромагнитной совместимости и выполнение экспериментальных

исследований в соответствии с общепринятыми методами проведения измерений физических параметров;

– разработанная топологическая модель в виде направленного графа и методика определения путей проникновения и распространения, и методика расчета уровней электромагнитных помех в электрических цепях и конструкции летательного аппарата основаны на существующих и апробированных алгоритмах прогнозирования помехоустойчивости наземных объектов.

Личный вклад соискателя состоит в:

– разработке топологической модели в виде направленного графа, описывающей проникновение и распространение электромагнитных помех в электрических цепях конструкции летательных аппаратов;

– разработке методики определения путей и расчета уровней электромагнитных помех в электрических цепях и конструкции летательного аппарата;

– разработке способов применения радиопоглощающего материала для повышения помехозащищенности электротехнических комплексов летательных и космических аппаратов;

– проведении экспериментальных исследований влияния неоднородностей экрана на эффективность экранирования бортовых кабелей и исследовании радиопоглощающих материалов в условиях, аналогичных условиям космического пространства;

– подготовке основных публикаций по работе и личном участии в конференциях по тематике исследований.

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 Жуков П. А. ответил обстоятельно и аргументированно на все заданные ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 21 июня 2022 г. **диссертационный совет принял решение:** за решение актуальной научно-технической задачи, имеющей значение для

развития электромагнитной совместимости – задачи повышения помехозащищенности электротехнического комплекса летательных и космических аппаратов, присудить Жукову Петру Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 4 доктора 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 – 15, 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

21.06.2022 г.

Начальник УДС МАИ

Т.А. А...

