

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Жукова Петра Александровича «Исследование средств защиты электротехнических комплексов летательных аппаратов от электромагнитных воздействий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы диссертации

Проблемы электромагнитной совместимости и защиты от электромагнитных излучений имеют большую важность в конструировании и эксплуатации электротехнических комплексов летательных и космических аппаратов. От исправности бортовой электроники зависит работоспособность аппарата в целом. Развитие технологий, направленное на снижение энергопотребления и уменьшение габаритов электронных элементов приводит к увеличению чувствительности электроники летательного аппарата к внешним электромагнитным воздействиям. В свою очередь, возрастание чувствительности бортовой электронной аппаратуры к электромагнитным воздействиям требует более внимательного отношения к вопросам повышения помехоустойчивости и помехозащищенности. Бортовая кабельная сеть обеспечивает связь всех систем летательного аппарата и ее помехозащищенность очень важна. Результаты исследования существующих способов электромагнитного экранирования и изучение путей проникновения и распространения электромагнитных воздействий в виде высокочастотных электромагнитных полей в конструкции ЛА позволяют оценить эффективность применяемых технических средств защиты и разработать рекомендации по повышению помехоустойчивости электроники летательных аппаратов.

Направленность диссертационной работы Жукова П.А. на исследование и совершенствование средств защиты электроники летательных аппаратов от электромагнитных воздействий имеет большое значение для электромагнитной совместимости электротехнических

Отдел документационного
обеспечения МАИ

30 05 2022

комплексов летательных аппаратов.

Содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, содержащего 114 наименований и двух приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, представлены объект и предмет научных исследований, сформулированы цель и задачи исследования, определена научная новизна и практическая значимость полученных автором результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту и сведения об апробации результатов диссертационной работы.

В первой главе диссертации проведен анализ электромагнитных помех воздействующих на электротехнические комплексы различных летательных аппаратов, рассмотрены принципы проникновения электромагнитных помех в цепи электротехнических комплексов, построена топологическая модель и разработана методика определения электромагнитных помех, создаваемых внешними источниками. Представлена классификация электромагнитных помех, способных навредить функционированию электротехнического комплекса летательного аппарата. Рассмотрены принципы проникновения и распространения электромагнитных помех в конструкции летательного аппарата. Представлена топологическая модель проникновения и распространения помех в конструкции летательного аппарата. На основе модели предложена методика определения уровней электромагнитных помех в конкретных точках конструкции, и определения возможных уязвимостей для электромагнитного излучения.

Во второй главе представлены результаты исследования уязвимых для электромагнитных помех точек в конструкции электротехнического комплекса летательного аппарата и причин появления уязвимостей.

Рассмотрены основные характеристики экранов кабелей. Показана важность учета изменения эффективности экранирования на этапе

разработки конструкции аппарата. В части 2.3 исследовано влияние неоднородностей экрана кабеля на эффективность электромагнитного экранирования.

В третьей главе представлены результаты исследования радиопоглощающих материалов, применяемых в экстремальных условиях. В части 3.1 представлены основные разновидности радиопоглощающих материалов и описаны способы их использования.

В четвертой главе рассматриваются способы применения радиопоглощающих материалов для решения проблем электромагнитной совместимости и повышения электромагнитной защиты электротехнического комплекса летательного аппарата. Показана возможность эффективного применения радиопоглощающего материала для ослабления электромагнитных излучений внутри конструкции летательного аппарата.

В заключении приведены основные результаты по главам и выводы по диссертационной работе.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы Жукова П.А. заключается в следующем.

1. Предложена топологическая модель проникновения и распространения электромагнитных воздействий в виде излучаемых и кондуктивных помех в электрических цепях и конструкции ЛА.

2. Разработана методика определения путей проникновения, распространения и расчета электромагнитных помех в электрических цепях и конструкции ЛА.

3. Получены зависимости эффективности экранирования от неоднородностей экранов кабелей и переходного сопротивления между экранами кабелей и кожухами электрических соединителей.

4. Определены частотные характеристики коэффициента отражения радиопоглощающего материала (РПМ) при экстремальных температурах и вибрации.

5. Предложен способ применения радиопоглощающих материалов для ослабления явлений резонансов электромагнитных полей и уменьшения помехоэмиссии в корпусах приборов и устройств, приборных модулях и конструкционных отсеках ЛА.

6. Предложен способ применения радиопоглощающих материалов для фильтрации наведенных высокочастотных кондуктивных помех в электрических цепях электротехнических комплексов ЛА.

Достоверность полученных результатов

Достоверность результатов обеспечивается корректным использованием теоретической электротехники, применением аттестованных технических средств испытаний ЭМС и выполнением экспериментальных исследований в соответствии с общепринятыми методами проведения измерений физических параметров.

Практическая значимость

1. Предложенная методика позволяет определять пути проникновения и распространения и рассчитывать электромагнитные помехи во внутренних цепях и пространстве ЛА;

2. Проведенные исследования зависимости эффективности экранирования от неоднородностей экранов бортовых кабелей и величины переходного сопротивления между экранами и кожухами электрических соединителей определяют условия достижения необходимого уровня эффективности экранирования бортовых кабелей;

3. На основе результатов исследования коэффициента отражения радиопоглощающего материала при экстремальных температурах и вибрации показана возможность его применения на космических аппаратах;

4. Предложенный способ применения радиопоглощающего материала позволяет увеличить эффективность экранирования благодаря снижению помехоэмиссии и уменьшению резонансных явлений в корпусах приборов, устройств, приборных модулях и конструкционных отсеках ЛА;

5. Разработанный в диссертации способ применения радиопоглощающего материала в электрических цепях позволяет осуществлять в этих цепях фильтрацию высокочастотных помех.

Замечания по диссертационной работе.

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.

Данные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Жукова П.А.

Заключение по диссертационной работе

По теме диссертации автором опубликовано 20 работ, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК РФ, 4 статьи в электронных изданиях Scopus, и 13 тезисов докладов в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций.


Полученные результаты соответствуют уровню кандидатской диссертации по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

На основе вышеизложенного считаю, что диссертация Жукова П.А. «Исследование средств защиты электротехнических комплексов летательных

аппаратов от электромагнитных воздействий» является законченным научным исследованием, соответствующим требованиям п.п. 9-14 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 30.07.2014 г.), а ее автор Жуков Петр Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03– «Электротехнические комплексы и системы».

Профессор, заведующий
учебно-исследовательской
лабораторией
функциональной
безопасности космических
аппаратов и систем МИЭМ
им. А.Н. Тихонова ФГАУ
ВО «НИУ «ВШЭ», д.т.н.,
лауреат Премии
Правительства РФ в области
науки и техники

 - Саенко Владимир Степанович
26.05.2022

Адрес организации: 115054, Москва, ул. Малая Пионерская, д. 12, комн. 264а

Наименование организации: ФГАУ ВО «НИУ «ВШЭ» МИЭМ

Телефон: +7 (495) 916 88 29

Адрес электронной почты: vsaenko@hse.ru

Подпись заверяю



Сотзавтом ознакомлен Жуков П.А.
Жуков 30.05.22