**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТИЗЫ ОТЧЁТА ПО ПРОЕКТУ №19-79-10162 ЗА 2020 ГОД**

|  |  |
| --- | --- |
| **Руководитель:** | Комнатнов Максим Евгеньевич |
| **Название:** | Влияние температуры и влажности на взаимодействие рецепторов и источников электромагнитного излучения вблизи произвольно расположенных и частично замкнутых электромагнитных барьеров. |

|  |
| --- |
| **Эксперт 1** |
| Общее заключение, рекомендации(при наличии): | Проект переходит в завершающую стадию выполнения, для которой получены необходимые значимые результаты. Динамика развития исследований является достаточно высокой. Представленные отчетные материалы являются оригинальными, самостоятельность проведенных исследований не вызывает сомнений. В ходе работ по проекту были выполнены следующие основные запланированные этапы: исследование по оценке эффективности электромагнитного экранирования материалов и корпусов радиоэлектронных средств; исследование влияния совместного климатического и электромагнитного воздействия на испытательные платы; электромагнитный анализ влияния геометрических параметров источника и рецептора электромагнитного поля на характеристики рецептора; вычисление электромагнитных эмиссий от элементов радиоэлектронных средств в точках расположения рецептора в комплексной системе электромагнитных экранов; анализ эффективности электромагнитного экранирования типовых частично-замкнутых металлических корпусов и экранирующих конструкций и разработка устройства для косвенного измерения их эффективности электромагнитного экранирования; разработка электромагнитной реверберационной климатической камеры; подготовлены публикации в отечественные и зарубежные журналы, доклады на международные конференции, из пяти публикаций WoS/Scopus, одна опубликована в издании, входящем в Q1. Получены научно значимые результаты, которые вносят существенный вклад в повышение эффективности экранирующих систем с учетом деградационных процессов, возникающих в электронных компонентах при климатически экстремальных условиях эксплуатации и в полях мощного электромагнитного излучения. Значимость полученных результатов обусловлена их применением при проектировании новых экранирующих систем с одной и несколькими экранирующими конструкциями. Заявленный план работ этапа выполнен в полном объеме. Полученные научные результаты полностью соответствуют заявленным. Результаты опубликованы в известных научных изданиях. Тематика публикаций полностью соответствует задачам, решаемым в проекте. Большинство статьей напрямую связаны с конкретными результатами отчетного периода. Заявленные показатели превышены научным коллективом. Качество научных публикаций находится на хорошем уровне. По результатам второго этапа проекта было подготовлено семь научных работ. Пять из которых опубликованы в научных изданиях, индексируемых в базах данных «Сеть науки» (Web of Science Core Collection) или «Скопус» (SCOPUS). Одна работа опубликована в издании, входящем в Q1. Представлены доклады исполнителей проекта: А.В. Демакова и М.Е. Комнатнова «TEM cell for testing low-profile integrated circuits for EMC», А.А. Иванова «Using composite insulating materials to improve modal filter performance» и Р.С. Суровцева «The influence of temperature on microstrip transmission line characteristics» на международной конференции 21st International Сonference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). Исполнителем Р.С. Суровцевым совместно со студентом Варзиным Е.С. представлен очно доклад «Уменьшение габаритов защитной меандровой микрополосковой линии» на международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-26-2020»). Руководителем проекта Комнатновым М.Е очно представлен на секции 6 «Системы проектирования и моделирования электронных компонентов и систем», доклад «Моделирование элементов критичной РЭА: новые подходы, модели и алгоритмы, их реализация и применение» на международном форуме «Микроэлектроника-2020». План заключительного этапа соответствует задачам проекта, достаточно детализирован и конкретен, запланированные исследования развивают выбранную тематику проекта, расширяя области применения уже полученных научных результатов. Выполнение проекта осуществляется в строгом соответствии с заявленным планом и с превышением запланированных показателей по обнародованию результатов, нет сомнений в успешной реализации проекта.  Желательно повысить уровень научных мероприятий для обнародования результатов проекта. |
| **Эксперт 2** |  |
| Общее заключение, рекомендации(при наличии): | Тематика Проекта «Влияние температуры и влажности на взаимодействие рецепторов и источников электромагнитного излучения вблизи произвольно расположенных и частично замкнутых электромагнитных барьеров» актуальна с практической и научной точек зрения. Повышение надежности и отказоустойчивости малогабаритных радиоэлектронных средств в полях мощного электромагнитного излучения при экстремальных климатических условиях эксплуатации весьма важно в связи с расширением области их применимости. Несмотря на интенсивные исследования проблемы помехоустойчивости и электромагнитной совместимости малогабаритных радиоэлектронных средств однозначного её решения не существует. Проект направлен на поиск механизмов взаимовлияния рецепторов и источников электромагнитного и климатического (температура и влажность) воздействий применительно к радиоэлектронным средствам критичного назначения, расположенным внутри геометрически малых, сложных трехмерных структур. Исполнителями Проекта разработан детальный план выполнения комплекса фундаментальных и прикладных исследований, направленных на разработку принципиально новых алгоритмов и методик, а также измерительных устройств для исследования и испытания широкого круга радиотехнических средств критического назначения в области электромагнитной совместимости. Планом второго года выполнения предусматривался большой объем измерений и разработка новых методик измерений по существу тематики Проекта, проведение экспериментов по совместному климатическому и электромагнитному воздействию на испытательные платы радиоэлектронных средств. Выполнение пунктов плана: исследование по оценке эффективности электромагнитного экранирования материалов и корпусов радиоэлектронных средств; исследование влияния совместного климатического и электромагнитного воздействия на испытательные платы; электромагнитный анализ влияния геометрических параметров источника и рецептора электромагнитного поля на характеристики рецептора; вычисление электромагнитных эмиссий от элементов радиоэлектронных средств в точках расположения рецептора в комплексной системе электромагнитных экранов; разработка электромагнитной реверберационной климатической камеры, позволили выявить фундаментальные особенности механизмов взаимовлияния источника, рецептора, многоуровневого экранирующего корпуса, при воздействии на них широкого диапазона температур и влажности воздуха и, соответственно, получить запланированные на отчетный период результаты. Полученные результаты, в частности: разработанные модели систем электромагнитных экранов, обеспечивающих наихудшую и наилучшую помехозащищенность при размещении рецептора или источника электромагнитного излучения во вложенном малогабаритном корпусе; сформулированные основные закономерности изменения помехоэмиссии от заданного источника излучения при его размещении в комплексной системе электромагнитных экранов; разработанная аналитическая модель для вычисления эффективности экранирования прямоугольного корпуса, заполненного диэлектрическими неоднородностями произвольной формы; разработанный, программно реализованный и протестированный алгоритм для вычисления помехоэмиссий с помощью метода матрицы линии передачи;.выполненные вычисления помехоэмиссии от корпусов разных размеров и комплексной системы электромагнитных экранов при расположении в них электронных компонентов в виде диполей с заданными характеристиками излучения, имеют теоретическую и практическую значимость. Исполнители в дополнительном файле представили содержательный детальный отчет о выполнении исследований на втором этапе выполнения Проекта. Показатели выполнения Проекта превышают запланированные. Рисков невыполнения Проекта в процессе экспертизы не обнаружено. |