**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТИЗЫ ОТЧЁТА ПО ПРОЕКТУ №19-19-00424 ЗА 2020 ГОД**

|  |  |
| --- | --- |
| **Руководитель:** | Газизов Тальгат Рашитович |
| **Название:** | Модальное резервирование электрических цепей критичных радиоэлектронных средств и систем |

|  |
| --- |
| **Эксперт 1** |
| Общее заключение, рекомендации(при наличии): | Внимательно изучив отчетные материалы по проекту «Модальное резервирование электрических цепей критичных радиоэлектронных средств и систем» можно сделать обоснованный вывод о текущем успешном состоянии выполнения проекта. Результаты всесторонней проверки показали, что представленные отчетные материалы в общем можно считать оригинальными, максимальный уровень сторонних заимствований по данным проверки сайта Антиплагиат не превышает 3,13%. В итоге общий уровень заимствований не превышает 11,57%, что зачастую типично для технических текстов и отчетов. Оригинальность представленных материалов составила 88,43%. Поэтому можно уверенно утверждать, что все представленные материалы являются оригинальными и созданы самостоятельно участниками проекта. Исходя из представленного отчета очевидно, что в отчетном периоде руководителем и исполнителями проекта выполнен большой объем исследований, направленный на разработку и создание новых математических моделей, алгоритмов и основанных на них программных модулей, компьютерных программ для расчетов параметров цепей с модальным резервированием. Авторами проекта разработана модификация численного метода, использующего разделение отрезка многопроводной линии передачи на ряд сегментов и алгоритм, позволяющий рассчитать значения токов и напряжений в узлах цепи. Создано программное обеспечение для автоматизированного синтеза оптимальных структур. На основе алгоритмов созданы программы для оценки излучаемой эмиссии от одиночной проводной линии и двух связанных проводов над плоскостью земли. Разработанное математическое, алгоритмическое и программное обеспечение довольно универсально и позволяет его применение для реализации модального резервирования в различных областях электронной техники. Кроме этого, в ходе работ был проведен масштабный вычислительный эксперимент, который позволил выполнить тестирование созданных математических моделей и вычислительных алгоритмов посредством их программной реализации, широко апробированной на структурах с модальным резервированием. За время выполнения проекта рабочим коллективом проекта был успешно создан как теоретический, так и экспериментальный задел по данной тематике. К сожалению, не весь заявленный в проекте план на отчетный период был выполнен полностью и в установленные сроки. Авторами проекта предложено перенести три подводящих итоги пункта работ на третий год, что на мой взгляд вполне логично и здраво. Кроме этого необходимо учесть, что в дополнение к запланированным работам, ими были проведены два дополнительных исследования. В отчете предоставлена подробная информация о использованных в работе методиках, алгоритмах, способах компьютерного моделирования. Публикационные показатели реализации проекта перевыполнены. Достигнутые результаты всесторонне обнародованы в изданиях и представлены на четырех международных научных конференциях. План работ на следующий год конкретен и достаточно детализирован. Подробно сформулированы основные цели проекта и задачи, которые будут решены в этот период. На мой взгляд данный проект в настоящий момент времени имеет минимальные риски своего невыполнения, так как руководитель и коллектив проекта на практике показал свои способности и возможности по решению встающих перед ними сложных технических и исследовательских задач. Ими был проделан большой и сложный в техническом и технологическом плане комплекс задач и работ и на мой взгляд было бы абсолютно неправильно не дать им возможность продолжить начатые работы и исследования |
| **Эксперт 2** |  |
| Общее заключение, рекомендации(при наличии): | Представлен отчет по второму году выполнения трехгодичного проекта. План включал девять пунктов, к которым были привязаны ожидаемые результаты. В отчете дано достаточно подробное описание выполненных по части из этих пунктов работ. 1. Разработка математических моделей, алгоритмов и основанных на них программных модулей и компьютерных программ, позволяющих для цепей с модальным резервированием вычислить напряженность поля от цепи с модальным резервированием, используя токи в проводниках цепи, полученные квазистатическим анализом. - Пункт полностью выполнен, в приложенном дополнительном подробном отчете детально описаны основные разработанные программы, которые применялись в работе, а также результаты их тестирования. 2. Проведение вычислительного эксперимента по вычислению в любой точке цепи временного отклика (и его различных норм) на воздействие импульсов (трапециевидного, электростатического разряда, реальных генераторов сверхкоротких импульсов), локализации точек максимума и минимума вычисленных норм отклика, оптимизации эвристическим поиском, генетическими алгоритмами и эволюционными стратегиями по одному или нескольким критериям и их сравнению, вычислению напряженности поля от цепи с модальным резервированием, используя токи в проводниках цепи, полученные квазистатическим анализом. - Заявленные работы выполнены и подробно описаны в расширенном отчете. Выполнен и описан ряд внеплановых исследований, в частности, внеплановое исследование по сравнению временных откликов и норм в конце активного и пассивного проводников цепи с модальным резервированием. 3. Анализ поведения и специфики вычисленных характеристик. - Анализ поведения и специфики вычисленных характеристик дан в тексте расширенного отчета после их описания. 4. Оценка типовых (без оптимизации) и предельных (после оптимизации параметров в допустимых пределах) возможностей обеспечения ЭМС для различных видов цепей (питания, радиочастотных, цифровых), топологий (однослойная, двухслойная, многослойная), монтажа (навесной, печатный, LTCC) и структурного уровня (кабель, плата, компонент), полученные при использовании разработанных компьютерных программ на основе результатов оценки: ослабления напряжения импульса в трассе резервируемой цепи; максимальной длительности импульса, ослабляемого в трассе резервируемой цепи; уровня излучаемых эмиссий от трассы резервируемой цепи в диапазоне частот. - В отчете приведены оценки для различных видов цепей. Проведено внеплановое исследование временных и частотных откликов до и после отказа структуры с резервированием. Была сделана корректировка плана. - Выполненные исследования показали, что указанные ниже работы (подводящие общие итоги), для их полноты и корректности, целесообразно выполнить не в году 2, а в конце года 3, поскольку они сильно зависят от экспериментов (в заявке эти работы планировались именно после экспериментов), перенесенных ранее с года 2 на год 3: 2.5 Оценка эффективности внедрения разработанных способов. 2.6 Определение областей оптимального применения разработанных способов при проектировании современной критичной радиоэлектронной аппаратуры. 2.7 Анализ повышения помехозащищённости критичной радиоэлектронной аппаратуры, обусловленного применением разработанных способов. В ходе работ второго года опубликовано 18 научных работ, в том числе 10 в изданиях, индексируемых в базах данных «Сеть науки» (Web of Science Core Collection) и «Скопус» (SCOPUS), сделано 10 устных выступлений на конференциях разного уровня, получено 5 патентов на изобретение по заявкам прошлого года и подано дополнительно 3 заявки на изобретения. Сделана обоснованная в отчете замена двух основных исполнителей. План на третий год выполнения проекта выглядит подробным и вполне обоснованным. Проект имеет хорошие перспективы успешной реализации. Явных рисков невыполнения не видно. |