




«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке, инновациям
и цифровизации ФГБОУ ВО «ВГУ»,

д.ф.-м.н.

 Костин Д.В..

 2023г.

ОТЗЫВ

ведущей организации «Воронежский государственный университет» на диссертацию Медведева Артема Викторовича «Временные и частотные характеристики структур с модальным резервированием до и после отказов их элементов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Научная ценность диссертации

Научная ценность диссертации состоит, прежде всего, в изучении особенностей влияния различных параметров поперечного сечения различных структур с однократным модальным резервированием на их частотные отклики и временные отклики на воздействие сверхкороткого импульса. Дополнительно показаны открывающиеся возможности двухслойной трассировки с модальным резервированием по сравнению с предложенными ранее способами однослойной трассировки. Кроме того, выполнены и системно представлены многочисленные оценки ослабления помехового воздействия и полосы пропускания полезного сигнала для самых разных структур с модальным резервированием: однократным, двукратным и трёхкратным; до и после отказов; с различными видами и местами отказов; с различными порядками переключения после отказов. Последнее представляется имеющим особенную научную ценность, поскольку выявлено, что оптимальная последовательность переключения после отказа резервируемой трассы на резервную может определяться электромагнитной связью между резервными трассами.

Подтверждается научная ценность диссертации и 23 опубликованными докладами по её результатам на научных конференциях различного уровня, в том числе 8 на конференциях, которые индексируются в Scopus и WoS, а также 15 на отечественных конференциях, индексируемых в РИНЦ, включая конференцию МЭС из перечня ВАК. Кроме этого, результаты опубликованы в ряде статей в научных журналах, в том числе 3 из перечня ВАК, а 11 из Scopus и WoS, причем, 2 из них входят в Q2 по SJR (журнал Symmetry), а 2 в

Q1 по SJR (IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility – профильный журнал по электромагнитной совместимости), что подтверждает высокий научный уровень результатов и значимую научную ценность диссертации.

Её результаты использованы при выполнении грантов РФФИ, что подтверждено актом в приложении диссертации.

Практическая ценность диссертации

Практическая ценность диссертации определяется разработанными и изготовленными макетами различных вариантов структур с модальным резервированием, поскольку они подтвердили реализуемость новых технических решений на практике, позволили провести экспериментальные исследования их частотных и временных характеристик и доказали достижимость результатов, полученных моделированием. Кроме того, изготовленные макеты могут быть использованы для дальнейших исследований, в частности, излучаемых помехоэмиссий от цепей с модальным резервированием, а также восприимчивости цепей с модальным резервированием к электромагнитному излучению.

Практическая ценность диссертации подтверждена двумя актами внедрения её результатов на практике. Так, особенно ценно внедрение на предприятии АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва», являющемся одним из ведущих в России производителей космических аппаратов. Ценно внедрение и в учебный процесс своего университета, поскольку оно позволяет студентам приобрести навыки обеспечения электромагнитной совместимости при конструировании радиоэлектронной аппаратуры, используя своё программное обеспечение для их предварительного моделирования, как делал и автор диссертации. Реальность этого подтвердили 8 патентов на изобретение, относящихся непосредственно к исследуемым в работе новым способам модального резервирования.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития технических наук

В первом пункте научной новизны и выносимых на защиту положений представлены три новых способа модального резервирования, позволяющих использование двух слоев для трассировки сигнальных линий. Его значимость для развития технических наук состоит в открывающейся возможности трассировки гораздо более сложных цепей с сохранением возможности ослабления распространяющегося по ним помехового сверхкороткого импульса, ранее возможной только для простых цепей с однослойной трассировкой. Второй результат касается двукратного модального резервирования, и его значимость для развития технических наук состоит в развитии этой мало исследованной части, поскольку основные результаты ранее получены для однократного и трехкратного модального резервирования. Между тем его специфика интересна асимметрией структуры, в части выбора резервируемого и резервных проводников, и её полезными следствиями. В третьем пункте научной новизны и соответствующем ему положении говорится об экспериментальном подтверждении оптимального порядка переключения цепей с трёхкратным

модальным резервированием. Его значимость для развития технических наук состоит в перспективном выявлении оптимального порядка переключения для каждой конкретной структуры с модальным резервированием, что позволят наилучшим образом совершенствовать характеристики помехозащиты. Наконец, четвертый пункт научной новизны и положений относится к частотным характеристикам структур с модальным резервированием. Его значимость для развития технических наук состоит в устранении некоторого перекоса, заключающегося в преобладающем исследовании временных откликов структур с модальным резервированием. В диссертации детально исследуются не только временные, но и частотные характеристики. Кроме того, даже из измеренных частотных характеристик вычисляются временные отклики на заданные воздействия. Это обогащает полученный материал о модальном резервировании, в частности позволяет выявить значительные изменения полосы пропускания исследуемых структур после отказов и переключения на резервную цепь.

В заключение раздела о значимости результатов для развития технических наук представляется важным отметить, что в работе, по сути, предлагается развитие направления помехозащиты цепей, использующего для этого не отдельные дополнительные устройства, а вовсе не предназначавшиеся для этого ранее резервные цепи, с таким изменением общей конструкции, что у них самих появляются возможности защиты. Значимость развития этого направления подтверждается тем, что оно ещё довольно слабо развито, поскольку довольно наукоёмко и сложно в исследовании, но перспективно, так как может давать решения, практически не требующие дополнительных материальных затрат для обеспечения помехозащиты, а даже, наоборот, уменьшающие их. При этом рост кратности резервирования дает большее ослабление помехи.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Автор приводит список из 5 пунктов использования результатов в различных научных проектах, большей частью, фундаментальных исследований. Этот факт позволяет рекомендовать использовать результаты автора в ходе последующих поисковых и прикладных НИР для использования уже полученных результатов фундаментальных исследований. В дальнейшей перспективе возможно использование и в ОКР, для более широкой реализации на практике.

Специфика предложенных автором решений позволяет рекомендовать их реализацию в печатных платах, а также печатных кабелях. Что касается области применения, то это критичная радиоэлектронная аппаратура с резервированием, стабильное, устойчивое и длительное функционирование которой в условиях воздействия помех особенно важно. В частности, это бортовая аппаратура и её защита от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий, актуальность которой подтвердила специальная военная операция на Украине. Кроме того, это может быть актуально и рекомендовано для аппаратуры, которая должна работать в условиях космоса и Арктики.

В дополнение к этому целесообразно рекомендовать сбор разработанных и апробированных автором математических моделей в единой базе данных, которую можно было бы использовать разработчикам, например, в перспективной отечественной САПР печатных плат. Таким образом, будет внесен вклад в импортозамещение не только электронной компонентной базы, но и САПР.

Замечания

1. Какой вид сверхкоротких импульсов рассматривается в работе? Через какие каналы импульс проникает на рассматриваемые печатные платы?

2. В работе не приведен пример реализации конкретной печатной платы с модальным резервированием.

Заключение

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации и значимости её результатов. Автореферат диссертации достаточно полно отражает её основное содержание и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ. Работа удовлетворяет п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. От 28.08.2017), а её автор, Медведев Артем Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв на диссертацию подготовлен доктором физико-математических наук, профессором-консультантом кафедры электроники Бобрешовым Анатолием Михайловичем. Отзыв обсужден на заседании кафедры электроники, протокол № 8 от 09.11.2023г.

Наименование ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет».

Адрес: Университетская пл., 1, Воронеж, Воронежская обл., 394018.

Контакты подготовившего отзыв: (0732) 208-284, E mail: bobreshov@phys.vsu.ru

Профессор-консультант
кафедры электроники

Бобрешов А.М.

