

# Ответы на новые вызовы в сфере электромагнитной совместимости

## IX Всероссийская научно-техническая конференция «Электромагнитная совместимость»

Ю. Ковалевский

IX ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ

# «ЭМС»

6–7 августа 2020 года в Москве состоялась IX Всероссийская научно-техническая конференция «Электромагнитная совместимость», организатором которой традиционно выступило АО «ТЕСТПРИБОР» совместно с АО «Концерн Радиоэлектронные технологии» (КРЭТ), АО «Российская электроника», ФГУП «МНИИРИП» при поддержке ФГУП «ВНИИФТРИ». В течение двух дней работы конференции на ней было представлено 19 научных и технических докладов. Также работала мини-выставка, на которой демонстрировались решения для радиоизмерений и испытаний на ЭМС.

Мероприятие проводила главный метролог АО «ТЕСТПРИБОР» **Т. С. Тулянцева**. Открывая конференцию, она передала участникам приветствие от руководства компании и пожелала успешной работы.

Также с приветственными словами выступили представители ФГУП «ВНИИФТРИ» **Ф. И. Храпов** и АО «Концерн Радиоэлектронные технологии» **А. Н. Прищепа**, подчеркнувшие важность в современном мире вопросов ЭМС, что, в частности, связано с происходящей цифровой трансформацией, а также отметившие, что в связи с пандемией COVID-19 многие мероприятия отрасли были отменены, однако конференция «ЭМС» состоялась, что указывает на полезность этой площадки для отрасли и актуальность обсуждаемых в ее рамках тем.

Кроме того, прозвучало приветственное слово от представителя Минобороны России **С. А. Алейникова**.

Обеспечение электромагнитной совместимости затрагивает множество аспектов, и неудивительно, что на мероприятии были представлены достаточно разнообразные доклады, касавшиеся различных тем. Однако многие доклады объединила тема стандартизации и регламентированных процедур испытаний аппаратуры на ЭМС.

В частности, **С. А. Ведерников**, инженер-метролог АО «ТЕСТПРИБОР», исходя из опыта компании, привел наиболее распространенные виды нарушений при аттестации испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия продукции оборонного назначения.

Следует отметить, что в докладах конференции нашли отражение современные тенденции развития и применения электроники, и ряд выступлений был направлен на актуализацию как методик испытаний, так и нормативно-технической документации, с тем чтобы испытания соответствовали изменившимся за последнее время условиям.

Так, начальник НИО-3 ФГУП «ВНИИФТРИ» **Э. Ф. Хамадулин** сосредоточил свое выступление на измерениях импульсных параметров источников радиопомех, которые, по мнению докладчика, стали играть важнейшую роль в ЭМС в условиях всеобщей цифровизации. В частности, в докладе были приведены аргументы в пользу применения пиковых детекторов взамен квазипиковых для измерения спектральной плотности помех и указано на необходимость разработки соответствующих отечественных стандартов. Также было уделено внимание измерениям случайных импульсных помех.

Одним из актуальных в настоящее время вопросов является преобразование параметров ближнего поля в параметры дальнего поля. С ростом частот, а также при применении крупных антенн непосредственное измерение дальнего поля, в частности для определения диаграммы направленности антенны (ДНА), становится сложной задачей. Если предполагается использование безэховой камеры, ее размеры, необходимые для проведения таких измерений, могут оказаться слишком велики для практической реализации. **Н. В. Анютин**, инженер ФГУП «ВНИИФТРИ», рассказал в своем докладе о разработанном алгоритме, который позволяет существенно сократить требуемые вычислительные

ресурсы и время выполнения преобразований параметров поля при измерении параметров ближнего поля с помощью зондирующей антенны, закрепленной на манипуляторе, в том числе вне безэховой камеры. С помощью данного алгоритма возможно получение параметров поля не только в дальней зоне, но и на апертуре антенны.

Активную дискуссию вызвал доклад начальника ИЛ ЭМС АО «ТЕСТПРИБОР» **И. А. Волкова**, который, основываясь на практике проведения испытаний

на устойчивость к постоянному и переменному магнитному полю, указал на теоретическую невозможность и нецелесообразность проведения аттестации испытательных комплексов, предназначенных для этой задачи. По мнению докладчика, при оформлении протоколов проведения таких испытаний в качестве основного испытательного оборудования достаточно указывать тип датчика и анализатор (осциллограф), которые должны быть проверены и занесены в Государственный реестр средств измерений.

Учитывая растущий интерес отрасли к изделиям гражданского назначения, для которых вопросы ЭМС также становятся всё более значимыми, вполне ожидаемым стало наличие в программе мероприятия докладов, посвященных непосредственно гражданской электронике. Так, инженер II категории ФБУ «Ростест-Москва» **Д. С. Кузнецов** в своем выступлении указал на необходимость проведения испытаний на ЭМС устройств с функциями беспроводной передачи данных, отметив, что в современных потребительских электронных изделиях, таких как смартфоны, и многих других видах устройств применяются различные радиоканалы, причем они могут функционировать одновременно, а их влияние друг на друга и на другие функции устройства могут существенно сказываться на качестве работы изделия. Аудитория была проинформирована об испытаниях таких устройств, проводимых организацией.

Темой еще одного доклада, посвященного ЭМС в технике гражданского назначения, стали стандарты ЭМС, которые находят применение при разработке технических требований к компонентам и узлам электрифицированного транспорта. Его представил ведущий инженер-конструктор ООО «ИЦ «КАМАЗ» **О. В. Куковинец**.

Однако среди рассматривавшихся в докладах видов электронных устройств лидировало бортовое оборудование (БО) летательных аппаратов (ЛА).

**А. И. Газетов**, ведущий инженер АО «НИИАО», ознакомил аудиторию со статистическими данными, полученными по результатам лабораторных испытаний БО самолетов и вертолетов на соответствие требованиям КТ-160D и КТ-160G за 2010–2018 годы. Указав на высокий уровень



выявленных несоответствий даже у оборудования категорий W и G, докладчик привел оптимальный облик стеновой базы подразделений ЭМС для обеспечения надежного контроля над параметрами ЭМС опытных образцов БО на этапах разработки, определенный на основе анализа упомянутых результатов испытаний, а также озвучил ряд организационных предложений для улучшения ситуации.

Заместитель начальника ИЛ ЭМС АО «ТЕСТПРИБОР» **А. А. Петровичев** представил доклад на тему испытаний на воздействие прямого удара молнии на БО ЛА, содержание которого было отражено в статье, опубликованной в нашем журнале ранее\*.

Оценке влияния на радиоэлектронную защиту ЛА мощного импульсного источника питания был посвящен доклад **И. М. Рахманова**, руководителя проектов направления ЭМС ООО «Роде и Шварц Рус». Докладчик поделился с аудиторией тем, как решалась задача определения возможности замены нескольких блоков питания в бортовой системе на блоки другой модели с неизвестными параметрами по ЭМС. По результатам данных испытаний была показана недопустимость такой замены, что подчеркнуло важность проведения соответствующих испытаний.

Были представлены и другие доклады, посвященные конкретным кейсам. В частности, руководитель направления ЭМС и радиоизмерений АО «НПФ «Диполь» **А. П. Смирнов** поделился с аудиторией опытом решения задачи, заключавшейся в создании системы тестирования устойчивости к сильным излучаемым помехам в соответствии с требованиями конкретного заказчика. На данном примере докладчик показал преимущества заказа подобной разработки у компании, занимающейся поставкой испытательного оборудования и созданием систем на его основе, перед построением таких систем своими силами.

Ряд докладов содержал методики и рекомендации для определенных задач обеспечения ЭМС, полученные на основе экспериментов, моделирования или путем теоретической разработки.

\* См.: ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2020. № 6. С. 38–40.



**И. Л. Моргулис**, начальник отдела АО МНПК «Авионика», привел метод имитации электромагнитных помех, воздействию которых подвергаются изделия, работающие не на открытых пространствах, а в отсеках, где поле помех существенно неоднородно. В данном методе поле с заданным распределением напряженности формируется в ТЕМ-камере открытого типа с помощью нескольких вращающихся отражателей.

**А. С. Усыченко**, младший научный сотрудник СПИИРАН, рассказал о влиянии параметров импульса возбуждения ТЕМ-рупора на энергетические характеристики излучателя сверхкоротких электромагнитных импульсов (СКЭМИ) при испытаниях на устойчивость к импульсным электромагнитным полям. С помощью вычислительного эксперимента было показано, что при изменении таких параметров, как длительности сверхкороткого импульса и его переднего и заднего фронта, воздействие энергии СКЭМИ на нагрузку рецептора и эффективность преобразования энергии электрического импульса в энергию СКЭМИ меняются таким образом, что при улучшении одного параметра ухудшается другой. Таким образом задача создания энергетически эффективного излучателя сводится к поиску компромисса; создать излучатель СКЭМИ, у которого все параметры настроены так, что достигается идеальная энергоэффективность, невозможно, однако можно приблизиться к идеалу. Результат будет тем лучше, чем большая часть энергии спектра импульса возбуждения входит в область пропускания антенны и чем дальше простирается ее АЧХ в область НЧ.

Ведущим научным сотрудником ФГУП «ГосНИИПП» **Л. Н. Сорокиным** была представлена аналитическая модель воздействия электромагнитных импульсов на полупроводниковые элементы устройств, лишенных специализированных частотно-избирательных приемных антенн. В докладе рассматривались воздействия, вызывающие обратимые отказы, требующие перезагрузки устройства оператором, либо необратимые отказы. Было показано, что данная теоретическая модель удовлетворительно описывает проникновение в элементную базу энергии СВЧ-импульсов, однако, по словам докладчика, для корректной оценки модели в отношении воздействия СКЭМИ на данный

момент недостает экспериментальных данных, в связи с чем желательно проведение целенаправленных экспериментов.

В качестве еще одной категории докладов можно выделить сообщения о разработках и продукции компаний.

Так, **Д. Г. Кулик**, главный инженер ИЦ НПЦ ИТ ФГУП «ВНИИА», познакомил участников мероприятия с разработанным институтом датчиком для

измерения электромагнитных гармонических колебаний поля, предназначенным для использования в реверберационной камере. Отличительными особенностями датчика стали малые размеры, невысокая стоимость, способность работы в широком диапазоне частот (от 100 МГц до 10 ГГц) и амплитуд (до 10 кВ/м) и устойчивость к воздействию сильных электромагнитных полей, что важно именно при испытаниях в реверберационной камере, где могут возникать локальные поля высокой напряженности.

**Ю. Н. Либенко**, главный специалист ООО «НТЦ Актор», привел сведения о комплексах имитационных технических средств нового поколения, которые могут использоваться как при испытаниях качества электропитания, так и в исследовательских работах для имитации сетей питания на конкретных объектах на основе регистрации реальных воздействий данных сетей на аппаратуру. Комплексы нового поколения имеют расширенный диапазон значений имитируемых параметров качества электроэнергии и позволяют проводить априорный мониторинг параметров качества с их последующим воспроизведением. Помимо технических характеристик оборудования, докладчик уделил внимание подходам и особенностям практического применения данной аппаратуры.

Инженер ОАО «Завод Магнетон» **С. А. Леухин** также представил продукцию предприятия – радиопоглощающие покрытия, предлагаемые в трех формах: в форме красок, тканевой и листовой. В докладе были приведены характеристики данных материалов. Кроме того, докладчик упомянул ряд перспективных направлений, в которых на предприятии ведутся работы в настоящее время. Среди них: 3D-печать радиопоглощающих материалов, объемные поглотители, метаматериальные, а также конструкционные радиопоглощающие материалы.

В рамках мероприятия прозвучали и другие доклады.

Всероссийская научно-техническая конференция «Электромагнитная совместимость» вновь проявила себя как прекрасная площадка для обмена опытом между специалистами, работающими в области ЭМС, что указывает на целесообразность ежегодного проведения подобных мероприятий. В следующий раз конференцию планируется провести в Москве в мае 2021 года. ●



ТЕСТПРИБОР



# ИСПЫТАНИЯ

квалификационные | предквалификационные | **НА ЭМС**

**АККРЕДИТОВАННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
АО «ТЕСТПРИБОР» ПРЕДЛАГАЕТ ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ:**

- На устойчивость к переходным процессам, провалам, прерываниям и изменениям напряжения в системе электропитания.
- На восприимчивость к кондуктивным помехам.
- На устойчивость к воздействию электростатических разрядов.
- На устойчивость к воздействию переходных процессов вызванных молниевым разрядом.
- На устойчивость к воздействию постоянного и переменного магнитного поля.
- Измерение коэффициента экранирования, безэховости и валидация измерительных площадок.
- Измерение уровня кондуктивных помех.
- На устойчивость к воздействию электромагнитных полей различной интенсивности до 40 ГГц.
- Измерение уровня электромагнитных помех (помехоэмиссия).
- Разработка методики испытаний в соответствии с требованиями ГОСТов и технических заданий.

*По результатам прохождения испытаний выдается протокол, который является основанием для получения сертификата соответствия. По требованию Заказчика испытания проводятся под контролем ВП МО РФ.*