

# Обеспечение ЭМС в условиях меняющихся технологий и рынка

## XII Всероссийская научно-техническая конференция «ЭМС»

Ю. Ковалевский

XII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ

# «ЭМС»

8–9 июня текущего года в Подмоскowie состоялась очередная, XII Всероссийская научно-техническая конференция «ЭМС», организованная АО «ТЕСТПРИБОР» в сотрудничестве с Группой компаний «Диполь», ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» и при участии ФГУП «ВНИИФТРИ».

В этом году на мероприятии прозвучало 23 доклада. Среди них значимое место заняли выступления, касающиеся обеспечения ЭМС транспортных средств, а именно авто- и электромобилей, городского транспорта, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Традиционно на конференции были представлены доклады о разработанных методиках, испытательных стендах и установках, а также о результатах измерения характеристик оборудования для испытаний на ЭМС, при этом следует отметить, что многие из этих докладов были связаны с изменившейся обстановкой на рынке: в условиях недоступности продукции ряда зарубежных производителей, применявшейся ранее, предприятия и лаборатории ищут для нее возможную замену, что требует определения возможности применения новых решений, подтверждения их характеристик и соответствующей коррекции схем проведения испытаний.

Среди других тем, затронутых в выступлениях участников конференции, были: применение реверберационных камер, автоматизация проведения испытаний, материалы для экранирования, вопросы стандартизации в сфере ЭМС и др.

В докладе «Современные подходы к методам измерений при испытаниях на помехоэмиссию излучаемых ИРП» ведущий инженер НИЦ НИО-Ю ФГУП «ВНИИФТРИ» **М. М. Михайлов** проанализировал требования стандартов, отметив, что с ростом применения цифровой техники и технических средств с импульсными компонентами необходимо рассмотреть вопрос в том числе воздействия импульсно-модулированных сигналов. В докладе были представлены экспериментальная модель воздействия таких помех, а также ряд результатов исследования воздействия различных устройств на беспроводные каналы, такие как Wi-Fi и GSM. Была показана целесообразность учета амплитудно-вероятностного распределения помех и приведен алгоритм измерения его характеристик. Кроме того, докладчик рассмотрел вопросы калибровки измерительных антенн.

Руководитель направления ЭМС и радиоизмерений АО «НПФ «Диполь» **А. П. Смирнов** рассказал об особенностях практической реализации испытаний технических средств на устойчивость к кондуктивным помехам в диапазоне частот до 150 кГц, указав, в частности, на ряд проблем метрологического обеспечения подобных испытательных систем.



Главный специалист ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» **А. Н. Гетманец** познакомил аудиторию с технологией обеспечения ЭМС технических объектов на основе характеристических критериев стойкости – качественных и количественных параметров объекта и соотношений, связывающих его схемно-конструктивные решения с уровнями электромагнитной стойкости. Также в докладе было уделено внимание разрабатываемому предприятием пакету программ «Логос ЭМИ», предназначенному для проведения расчетов для обеспечения ЭМС технических объектов.

Вопросам испытаний БПЛА на ЭМС был посвящен доклад **С. В. Лютаева**, начальника бригады ЭМС АО «Кронштадт». Докладчик описал требования, которые предъявляются к БПЛА с точки зрения ЭМС, и процедуры проведения соответствующих испытаний, а также привел ряд сложностей, с которыми приходится сталкиваться при испытаниях на практике, в частности связанных с большими размерами объекта испытаний, расходом ресурса БПЛА в процессе испытаний, несовершенством нормативной документации и др.

Инженер-конструктор АО «Кронштадт» **Е. А. Коренькова** остановилась на более узкой теме – молниезащитных обтекателей БПЛА, сделав акцент на применении отклоняющих полос, которые позволяют решить данную задачу, не лишая обтекатель радиопрозрачности, и которые, по ее словам, широко применяются за рубежом в том числе в самолетах, предназначенных для частного использования.

Начальник лаборатории ЭМС Белорусского государственного института стандартизации и сертификации (БелГИСС) **О. А. Муравьев** рассказал в своем докладе о создании в институте инфраструктуры для испытаний и исследований колесных транспортных средств (ТС) по параметрам ЭМС, а также об особенностях проведения данных работ. Он отметил некоторые изменения в нормативно-технической документации, при этом указав на то, что в Правилах ЕЭК ООН № 10-3, включенных в Перечень

требований к ТР ТС 018/2011, установленных в отношении типов выпускаемых в обращение ТС (шасси), не учитывается значительный объем требований и методов испытаний ТС с электрическим приводом, которые учтены в актуальной версии ЕЭК ООН № 10-6, поэтому испытания ТС с электрическим приводом в соответствии с ТР ТС 018/2011 могут не обеспечить охват всех режимов функционирования такого ТС.

Также докладчик привел подробные сведения об организации испытаний ТС на помехоустойчивость и на эмиссию помех, результатах калибровки испытательного воздействия, а также поделился рядом результатов испытаний ТС, в частности подчеркнув важность испытаний электрического пассажирского транспорта на помехоэмиссию, поскольку ТС, не отвечающие требованиям ЭМС, могут вызвать критическое нарушение функционирования радиослужб и городской инфраструктуры.

Начальник лаборатории АО «АВТОВАЗ» **П. А. Николаев** сфокусировал свой доклад на испытаниях автотранспорта на помехоустойчивость. Рассматривая автомобиль как сложную антенну, обладающую определенной диаграммой направленности, докладчик привел схему и результаты ряда проведенных в лаборатории экспериментов. По его словам, применение предложенного в докладе подхода позволяет обеспечить надежность автомобилей и увеличить уверенность в том, что они будут безопасны в эксплуатации.

К автомобильной тематике имел отношение и доклад **А. П. Дραπεзо**, директора минской компании «Научно-технический центр вист групп сенсор». Рассказывая о продукции предприятия – различных сенсорах на основе преобразователей Холла, докладчик отметил, что ряд из них уже применяется в автомобилях «БелАЗ», троллейбусах и других транспортных средствах. Основным же предметом доклада была система контроля постоянных и низкочастотных электромагнитных полей, которая обладает чувствительностью от 10 нТл с сохранением



линейности АЧХ и может применяться в том числе для измерения эмиссии бытовых приборов. По словам докладчика, сейчас этому вопросу уделяется недостаточно внимания, и большинство бытовых устройств формируют низкочастотные электромагнитные поля, превышающие допустимые значения.

Преобразователи Холла изготавливаются в виде гетерозипитаксиальных структур антимонида индия. Поскольку чувствительность преобразователя ограничена снизу десятками мкТл, для достижения указанной чувствительности используются концентраторы магнитного потока, а применение миниатюрных магнитов позволяет создавать сенсоры различных физических величин, включая датчики линейных перемещений с чувствительностью, сравнимой с тензодатчиками, но работающие бесконтактно, а следовательно, обладающие многократно большим ресурсом.

Вопросам организации испытаний компонентов ТС по стандартам ЭМС был посвящен и доклад руководителя отдела ЭМС АО «НПФ «Диполь» **К. К. Басалаева**. В данном сообщении были представлены результаты измерения нормируемых параметров ряда генераторов импульсных помех, доступных в России, которыми может быть заменено оборудование производителей, ушедших с российского рынка. Данные результаты показали, что с помощью этих приборов могут быть получены низковольтные импульсы, соответствующие требованиям стандартов. Для испытания высоковольтных компонентов решение также подобрано и исследуется в настоящее время.

**К. К. Басалаев** представил еще один доклад – о разработке отечественного кроссплатформенного решения

low-code для автоматизации испытаний и измерений по стандартам ЭМС. Данное ПО сейчас создается компанией «Диполь» и, как ожидается, позволит ускорить проведение различных видов испытаний на помехоустойчивость, при этом объединяя всю лабораторию в одной программе. Выход первой версии ПО ожидается в текущем году.

Инженер-испытатель АО «ТЕСТПРИБОР» **Д. А. Гришин**, рассматривая в своем докладе альтернативный метод измерения восприимчивости к воздействию излучения электрического поля в диапазоне частот до 18 ГГц с помощью реверберационной камеры, также уделил внимание автоматизации – путем разработки соответствующей конструкции тюнера и программного обеспечения. Его выступление было дополнено докладом **И. Б. Леушина** и **А. К. Федосеева**, представителей центра автоматизации измерений «Приборотека» – структурного подразделения АО «ЭНПО СПЭЛС», которое участвовало в разработке данного ПО. По их словам, применение данной программы позволило сократить время, потраченное на проведение аттестации реверберационной камеры, в четыре раза.

Разработке еще одного автоматизированного комплекса – предназначенного для испытания технических средств на устойчивость к электромагнитному полю с высоким уровнем излучения – был посвящен доклад **К. А. Бакинова**, ведущего инженера 6-го уровня квалификации лаборатории ЭМС ПАО «Радиофизика».

**И. М. Рахманов**, заместитель директора по направлению ЭМС АО «ГЦМО ЭМС», описал метод проведения измерений, направленных на определение возможности применения в испытаниях на ЭМС отечественных





антенн взамен недоступных в настоящее время зарубежных изделий, и поделился с аудиторией рядом результатов данных измерений. Сравнение нескольких моделей антенн производства компании «СКАРД-Электроникс» с зарубежными аналогами показало, что отечественные решения имеют свои достоинства и недостатки, но в целом могут применяться в качестве замены ранее применявшихся импортных антенн. Так, например, большие полеобразующие ЛПА П6-522 и П6-223(N) могут заменить антенну STLP 9129, однако приходится применять две модели антенн вместо одной. В то же время эти антенны показали более высокую эффективность в нижнем диапазоне частот, чем указанное импортное изделие.

Информация про отечественное оборудование, которое может применяться в испытаниях на ЭМС, а именно про программируемые источники питания разработки ООО «Фарад», в том числе линейные и импульсные, переменного и постоянного тока, прозвучала в докладе специалиста по испытательному оборудованию компании **М. А. Попова**.

Как было отмечено ранее, несколько докладов было посвящено материалам для обеспечения экранирования. Два доклада представил главный научный сотрудник ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» **С. С. Грабчиков**, в первом из которых он представил результаты, полученные за последний год в области исследования градиентных многослойных структур для магнитоэлектрического экранирования. Были приведены данные, полученные при исследовании влияния на эффективность экранирования расположения слоев и расстояния между внешними слоями структур из материала АМАГ 172 и пермаллоя  $Ni_{80}Fe_{20}$  с алюминиевой прослойкой. Результаты исследований показали, что эффективность экранирования таких структур выше суммы эффективностей составляющих их однослойных экранов и в случае бесконечного цилиндрического экрана, перпендикулярного

намагничивающему полю, достигает максимального значения при определенном расстоянии между внешними слоями. Эффективность экрана с внешним (обращенным к источнику поля) слоем из пермаллоя выше, чем в случае внешнего слоя из АМАГ 172.

Во втором докладе, основанном в большой степени на работах, проведенных специалистами НИИПФП имени А. Н. Севченко БГУ, были показаны результаты использования многослойных углеродных нанотрубок в пирамидальных радиопоглощающих материалах для безэховых камер. Исследования проводились как методом математического моделирования, так и путем испытания готовых образцов. Было показано, что материалы на основе полиуретановой матрицы с заполнением углеродными нанотрубками 1–2% по весу обладают хорошими характеристиками по поглощению электромагнитного излучения, при этом, в отличие от широко применяемого материала «ТОРА-9», их радиопоглощающая способность практически не ухудшается после испытаний на износостойкость.

Заместитель начальника испытательной лаборатории ЭМС АО «ТЕСТПРИБОР» **И. В. Лукашенко** привел описание ряда конструкционных материалов для обеспечения ЭМС и построения испытательного оборудования, таких как пружины, прокладки из проволочной сетки, экранирующие прокладки из проводящей резины и эластомеров, спиральные трубки, экранирующая фольга и др., а также познакомил участников конференции с возможностями компании по определению характеристик таких материалов.

На конференции были представлены и другие доклады. Кроме того, в рамках демонстрационной части мероприятия участники смогли познакомиться с рядом решений на практике.

Проведение XIII Всероссийской научно-технической конференции «ЭМС» планируется во втором квартале 2024 года. ●