

# Системы тестирования на ЭМС микросхем и печатных плат

Дмитрий КОНДРАШОВ,  
osteelectro@ostec-group.ru

Отказ прибора при прохождении испытания на ЭМС обходится предприятиям дорого как с финансовой, так и с временной точки зрения. Одна из причин такой ситуации — неустойчивость электронных компонентов, микросхем и печатных плат к воздействиям помех. Предотвратить либо уменьшить возможные отказы еще на этапе разработки позволит всесторонний углубленный контроль внутрисхемной ЭМС.

Выполняя сертификационные испытания, можно установить, проходит ли устройство испытания по стандартам на ЭМС. Если не проходит, то найти конкретную причину возникновения неисправности сложно.

Самый простой способ защиты от электромагнитных помех — экранирование изделия, однако данный метод довольно затратен и не всегда применим, так как каналы прохождения помех имеют различную природу и могут возникать в кабелях и цепях питания, отличаться индуктивным или емкостным характером. В подобном случае основная задача разработчика аппаратуры — найти источник излучения (помехи), приводящего к функциональной неисправности. На рис. 1 представлено типовое распределение и взаимное влияние электрических, магнитных полей и токов в объеме законченного устройства.

При такой ситуации выявление источника помехи довольно затруднительно, поскольку необходима поочередная проверка каждого компонента прибора отдельно. Используя дифференцированный подход для определения причины возникновения функциональной неисправности, можно упростить и ускорить процесс разработки и сертификации устройства.

Рассматривая стандарты на испытания ЭМС готового изделия, следует отметить, что их наберется несколько десятков, но они неприменимы к платам и микросхемам.

Интенсивность взаимодействия с российскими предприятиями по вопросам обеспечения условий прохождения сертификационных испытаний на электромагнитную совместимость (ЭМС) за последнее время возросла кратно. И связано это не только с выявлением очевидных нарушений осуществления таких испытаний, но и с растущей квалификацией специалистов, а также важностью проведения предварительного тестирования устройств на стадии разработки. Как следствие, инженеров уже не устраивает распространенный способ обеспечения требований по защите от различного рода помех, к примеру экранировки по месту. Все чаще возникает потребность детально разобраться в причинах несоответствия требованиям ЭМС стандартов аппаратуры или ЭКБ.

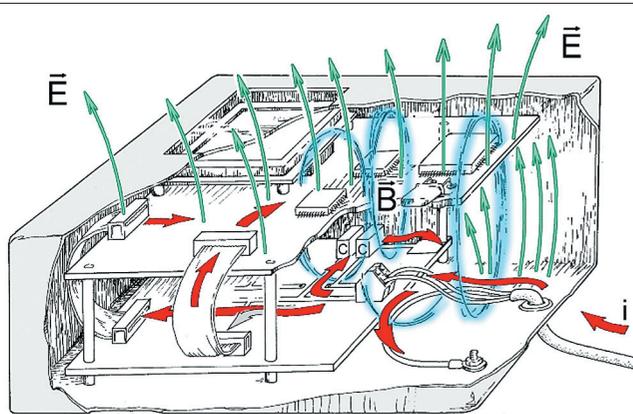


Рис. 1. Распределение магнитного и электрического полей в корпусе готового устройства

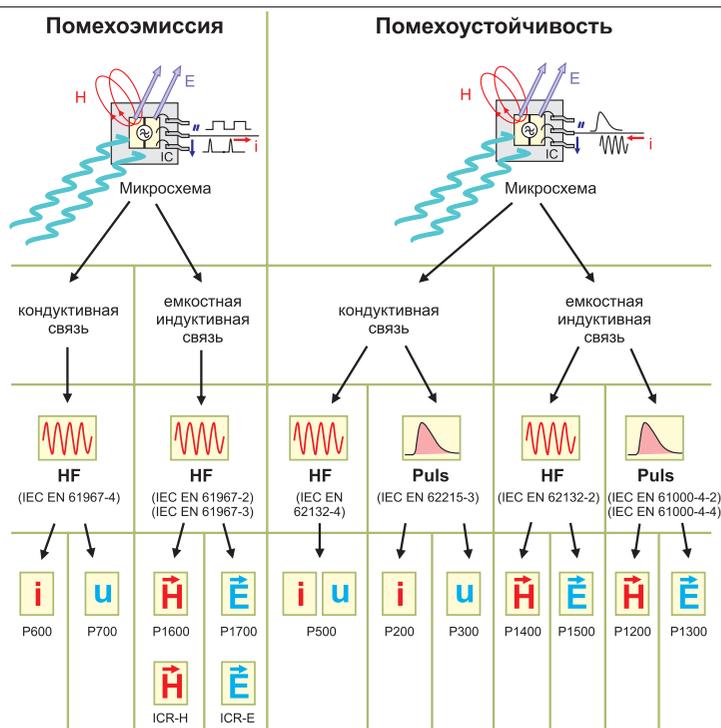


Рис. 2. Группы ЭМС-стандартов для печатных плат микросхем с предложенными решениями Langer EMV-Technik по каждому из стандартов

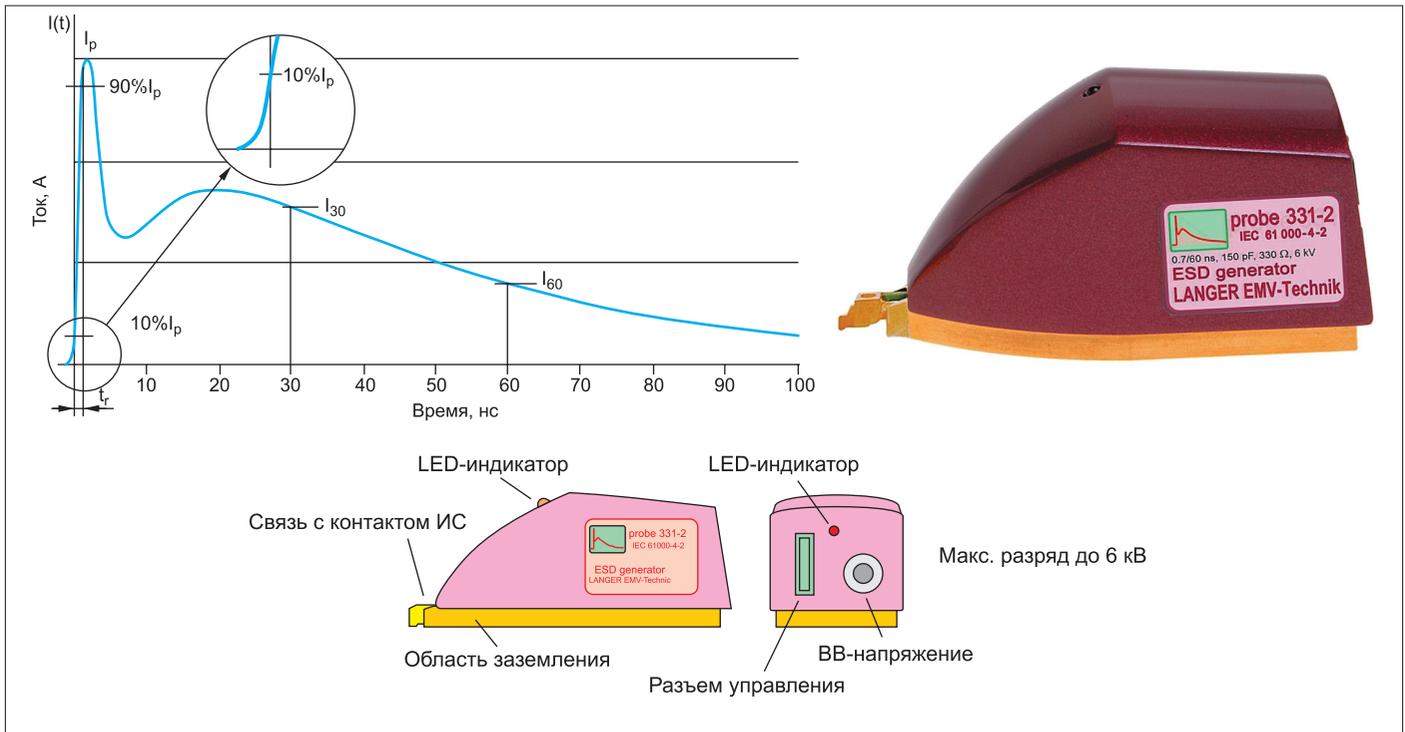


Рис. 3. Устройство ввода электростатического разряда

Микросхемы и платы являются относительно новым объектом ЭМС-стандартизации и требуют введения особых стандартов и нормативов, относящихся исключительно к ним. В настоящее время Международной электротехнической комиссией (МЭК; International Electrotechnical Commission, IEC) разработаны две группы нормативов (рис. 2), стандартизирующих методики измерения излучаемых помех (стандарт IEC 61967) и помехоустойчивости (стандарт IEC 62132) микросхем.

Однако специалисты немецкой фирмы Langer EMV-Technik, помимо аппаратуры для испытаний по указанным стандартам для микросхем, разработали аппаратуру для проведения предварительных испытаний, цель которых — определение и устранение проблемы ЭМС в **микросхемах и печатных платах**. То есть микросхемы не проходят испытания по ЭМС-стандартам готовых изделий, а позволяют выявлять источники помех и неустойчивые к воздействию помех места. Устранив данные недоработки, можно будет исключить схемотехнический «просчет» при непрохождении готового изделия испытаний на ЭМС готовых устройств.

Для примера рассмотрим испытания по стандарту на устойчивость к электростатическому разряду согласно ГОСТ 30804.4.2–2013 (IEC 61000-4-2:2008). Он не является стандартом помехоустойчивости для печатных плат и микросхем. Однако при воздействии высоковольтного электростатического разряда можно определить, выдерживает ли микросхема данное воздействие, не нарушается ли выполнение заложенных программ, не проявляются ли на ней механические повреждения.

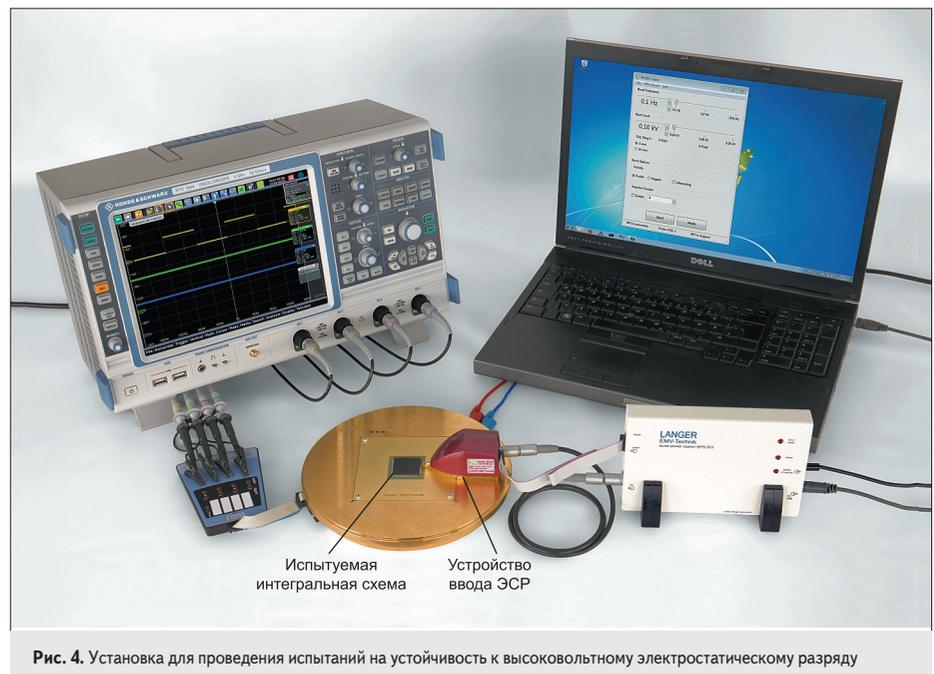


Рис. 4. Установка для проведения испытаний на устойчивость к высоковольтному электростатическому разряду

С помощью специального устройства ввода (рис. 3), входящего в состав испытательной установки (рис. 4), можно воздействовать разрядом на каждую ножку микросхемы и выявить причину неисправности, определив тип паразитной связи (емкостная, индуктивная, кондуктивная) и уровни параметров помехи (время нарастания, интенсивность напряжения, форма сигнала, амплитуда, ток, напряженности электрических и магнитных полей), влияющих на микросхему. Эта информация позволяет разрабатывать меры по повышению помехозащитности.

Удобным способом проверки на помехоустойчивость печатных плат и микросхем служат и пробники ввода (инъекции) помехи (рис. 5). Инъекционные пробники Langer EMV можно разделить на портативные (ручные) и пробники ICI. Их используют как источник паразитного электромагнитного поля (помехи). Благодаря своим габаритам они позволяют вводить помеху в небольшие области на плате: контактные дорожки, ножки микросхем, цепи связи и питания.

Портативные пробники (рис. 6) являются пассивными и подключаются к генератору наносекундных или микросекундных помех

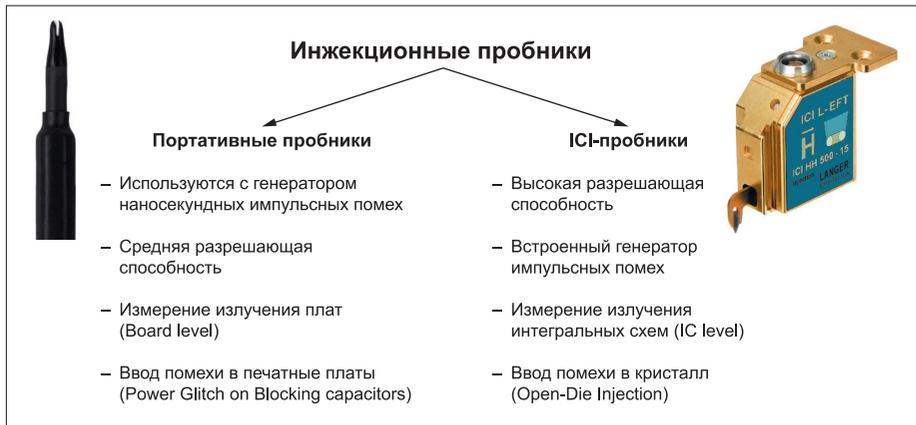


Рис. 5. Пробники Langer EMV-Technik для ввода помех в микросхемы и печатные платы

в соответствии со стандартами ГОСТ IEC 61000-4-4-2016, ГОСТ IEC 30804.4.5-2017. Пробники ICI — активные, имеют собственный генератор импульсов и используются для ввода помехи в интегральные схемы. Благодаря высокому разрешению можно воздействовать на отдельные области на микросхеме.

Портативные пробники насчитывают множество моделей, выбор которых зависит от типа вводимого поля, размеров исследуемой области и диапазона частот.

Микропробник ICI подключается к автоматической системе сканирования ICS 105 (рис. 7), измерения в которой управляются с помощью ПК с предустановленным программным обеспечением. В отличие от пор-

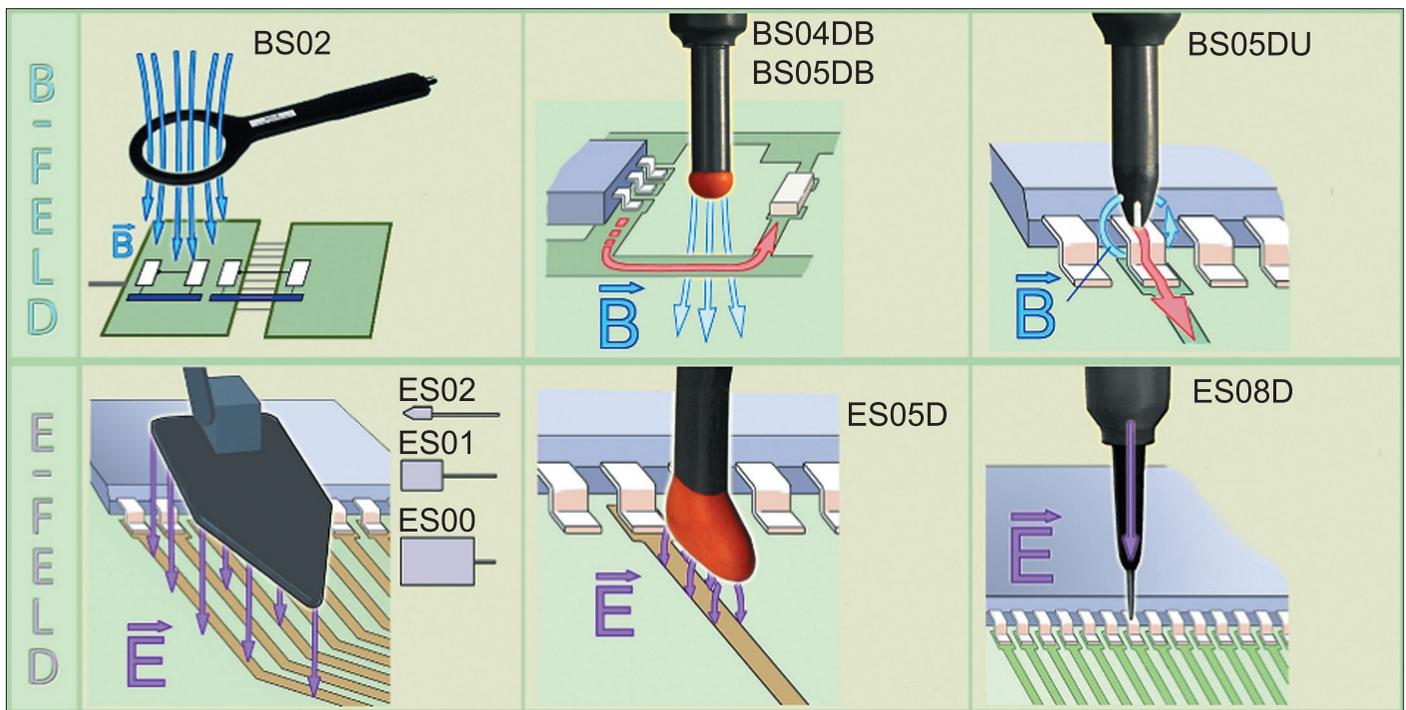


Рис. 6. Портативные инжекционные пробники Langer EMV-Technik

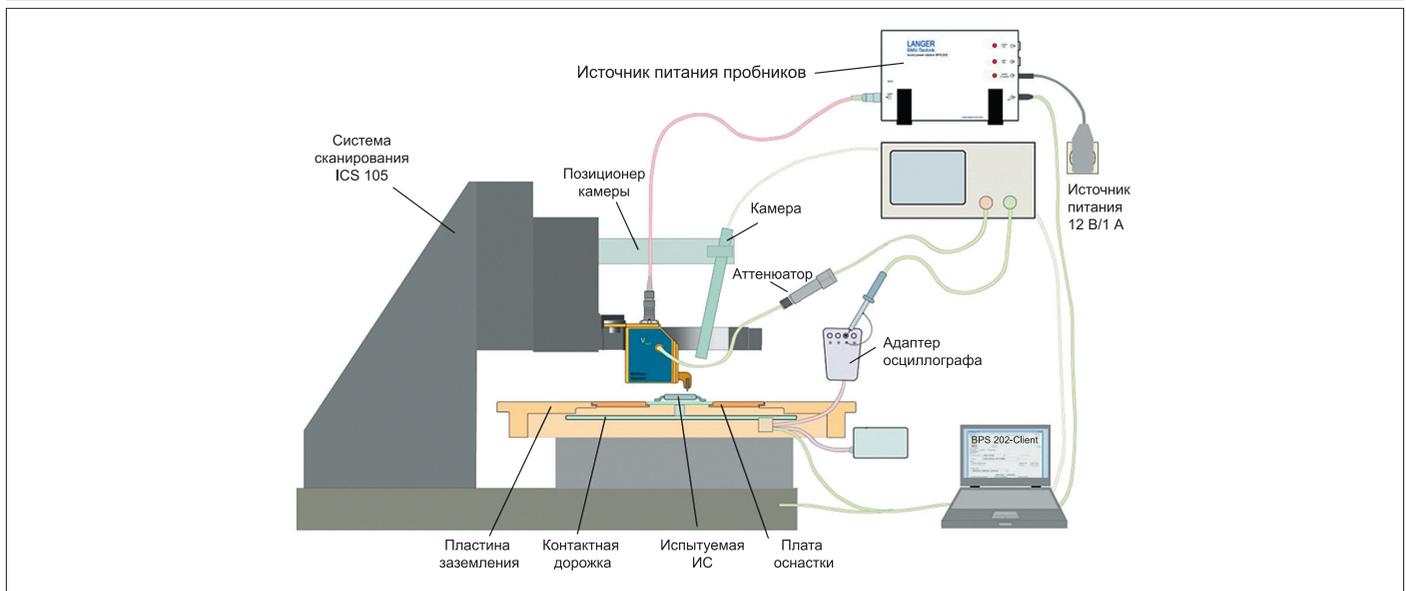


Рис. 7. Система для ввода помех в микросхемы

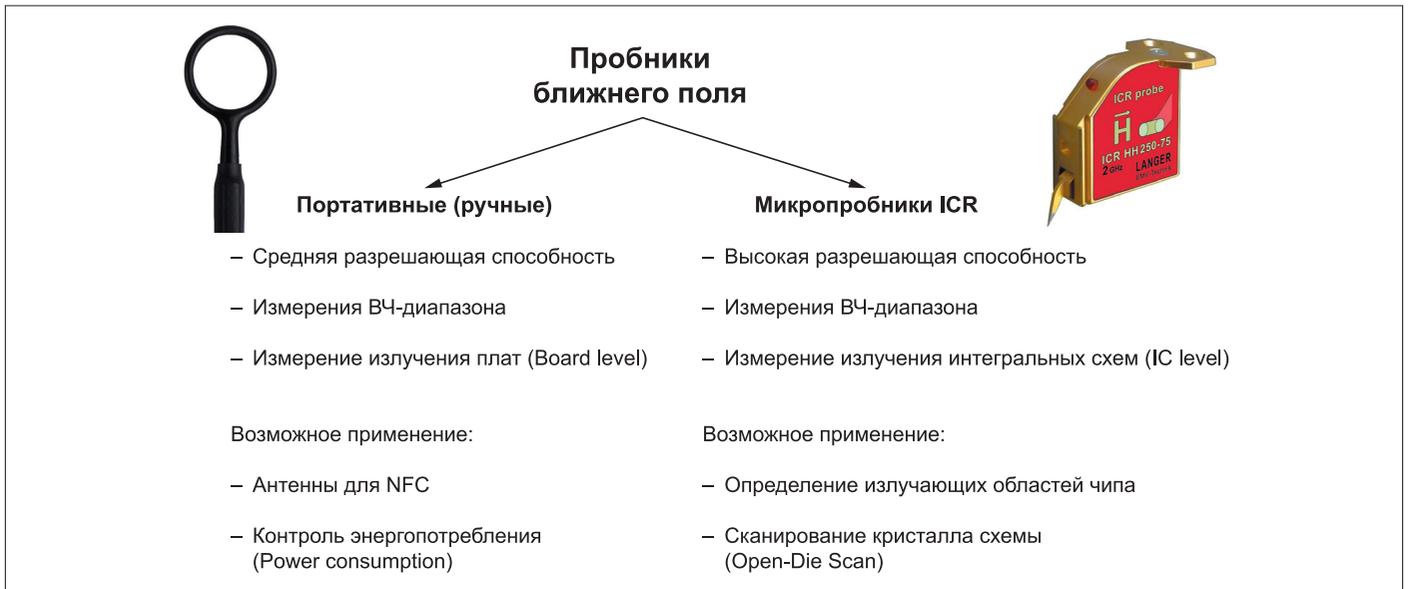


Рис. 8. Пробники Langer EMV-Technik для измерения собственного излучения печатных плат и микросхем

Портативных пробников ICI-пробники имеют собственный генератор импульсов, который поставляется с удаленным интерфейсом и входами синхронизации. Существуют пробники магнитного/электрического поля. Они генерируют высокие импульсы (несколько кВ) локализованного поля с временем нарастания 2 нс, контролируемые с помощью осциллографа. Существует третий вид пробников — BVI Probe (Body Bias Injection). Этот пробник действует аналогично генератору электростатического разряда и используется для контактного ввода импульсов тока в подложку интегральной схемы.

Помимо испытаний на помехоустойчивость, не менее важным является измерение собственного излучения (помехоэмиссии) печатных плат и микросхем. Для возникновения излучения необходимы источник ВЧ-сигнала и антенна. Источником ВЧ-сигнала может стать сама плата и ее компоненты, антенной — контактные дорожки, кабели и корпус устройства. При этом устройство излучает в ближней зоне. Для измерений излучения такого рода необходимо использовать специальные пробники ближнего поля (рис. 8).

Для корректного измерения собственного излучения необходимо пространство, в котором будет происходить ослабление внешних электромагнитных полей. Такое пространство могут обеспечить экранированная камера или бокс. В линейке EMV-Langer есть складная экранированная камера (тент), представленная на рис. 9 и представляющая собой металлический каркас и специальную металлосодержащую ткань, препятствующую проникновению электромагнитных волн. Поместив в такую камеру тестируемую плату и используя портативный пробник, подключенный к анализатору спектра, можно измерять собственное излучение платы.

Далее рассмотрим микропробники ближнего поля ICR. Они работают вместе с си-

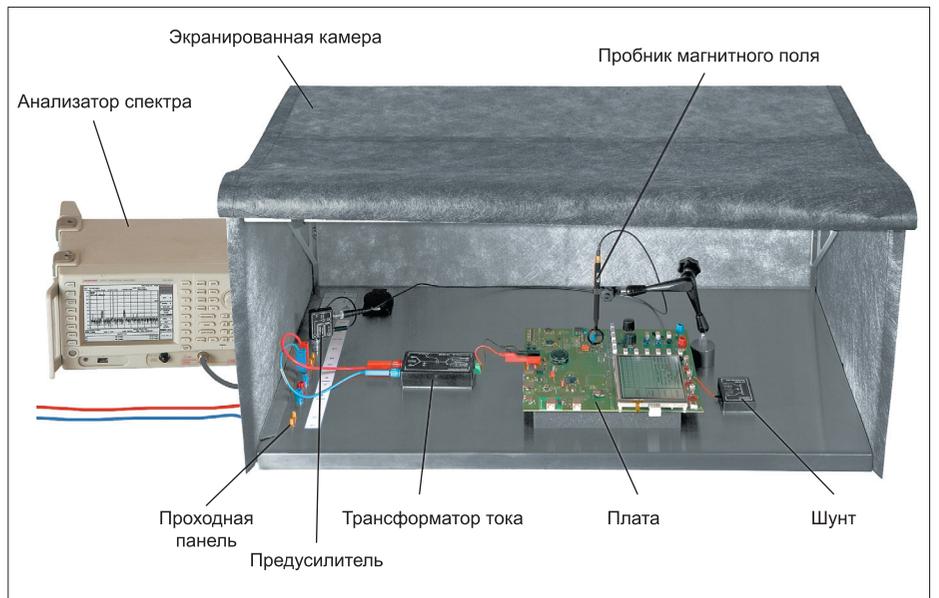


Рис. 9. Установка для измерения собственного излучения печатных плат с помощью портативных пробников

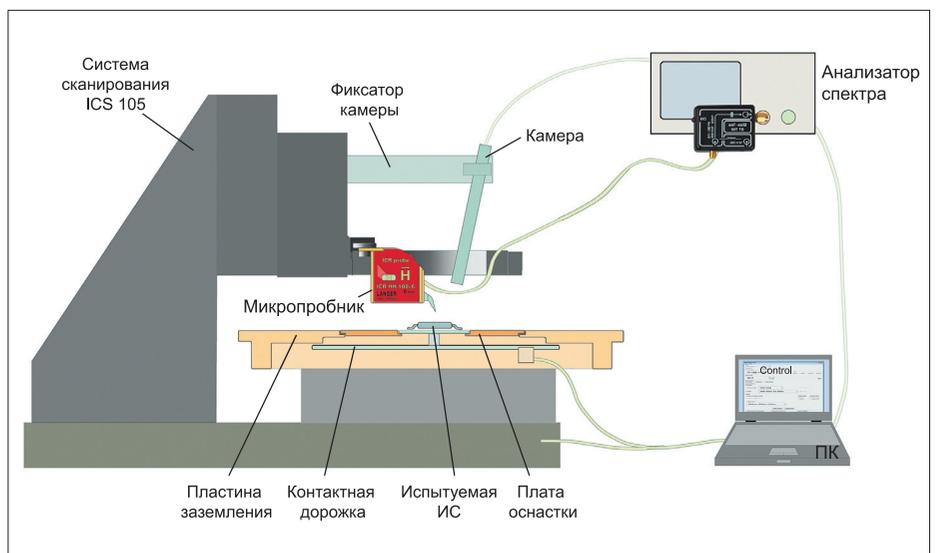


Рис. 10. Установка для измерения собственного излучения печатных плат с помощью микропробников ICR

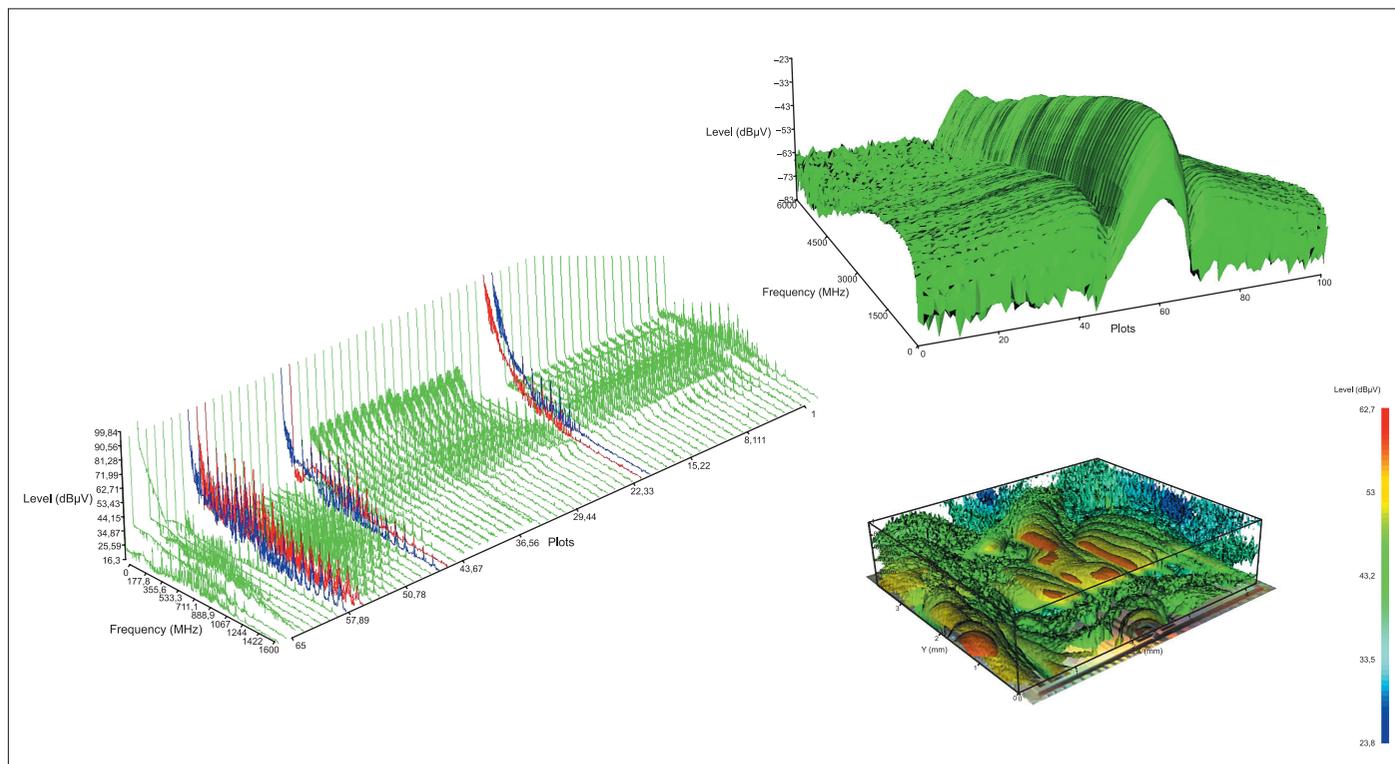


Рис. 11. Графические результаты измерений плат и микросхем, полученные с помощью ПО Langer EMV-Technik

стемами автоматического сканирования ICS 105. Частотный диапазон измерения микропробников составляет 200 кГц — 6 ГГц. От портативных их отличает следующее: во-первых, наконечник датчика намного меньше, диаметр наконечника может достигать 100 мкм, что позволяет измерять эмиссию микросхем. Во-вторых, датчики имеют встроенный предусилитель, который заряжается от отдельного источника питания. Конструкция пробников такова, что пробник, измеряющий магнитную компоненту поля, экранирован от электрического поля, и, наоборот, пробник, измеряющий электрическую компоненту поля, экранирован от магнитного поля. Данное конструктивное решение позволяет измерять исключительно один тип поля.

Прежде чем использовать такие микропробники, микросхему необходимо разместить на специальной подложке с оснасткой, которая изготавливается для каждого

типа схемы индивидуально. С помощью этой подложки можно управлять различными режимами работы микросхемы, регулируя уровень собственного излучения.

Микропробник ICR, аналогично микропробнику ICI, подключается к автоматической системе сканирования ICS 105 (рис. 10), измерения в которой управляются с помощью ПК с предустановленным программным обеспечением. Микропробник передает данные на анализатор спектра с шагом измерения 10 мкм, определяя наибольшее излучение на всей площади микросхемы и перемещаясь непосредственно в место этого излучения. На основе полученных данных ПО строит трехмерное изображение (рис. 11) распределения излучения на микросхеме. Наиболее мощное излучение отображается красным цветом. Также с помощью ПО можно измерять поле по каждой ножке (пину) микросхемы.

Применяя аппаратуру Langer EMV-Technik, можно решать различные задачи

по проверке помехоустойчивости и излучения печатных плат и интегральных микросхем, увеличивая гарантию прохождения сертификационных испытаний на ЭМС законченных изделий. На данном этапе использование рассмотренной технологии может иметь только рекомендательный характер. Но, учитывая, что плотность монтажа и функциональная сложность аппаратуры во многих областях применения радиоэлектроники будет только возрастать, рекомендации пора переводить в нормативную плоскость, иначе однажды встанет вопрос о невозможности управления сложными системами или группами систем, к примеру по беспроводному каналу связи, а также многократно увеличатся проблемы с автоматизацией радиоэлектронных комплексов, что приведет к неспособности выполнять новые задачи, которые необходимы заказчикам и пользователям систем. ■