

## Основные сведения о предварительных испытаниях на ЭМС

Вы закончили разработку электронного устройства, и пришло время вывести полученный продукт на рынок, не так ли? Не совсем так. При разработке электронных устройств, как и любой другой продукции, прежде следует убедиться, что все ее характеристики соответствуют заявленным. Один из наиболее важных типов испытаний, которым должны подвергаться все электронные устройства, – это испытания на соответствие установленным требованиям в части уровня эмиссии электромагнитных помех (ЭМП). Успешное прохождение испытаний на эмиссию ЭМП свидетельствует о том, что уровень электромагнитных излучений, создаваемых вашим устройством, не выходит за рамки требований, установленных стандартами соответствующего органа технического регулирования.

Испытания на эмиссию ЭМП – один из видов испытаний на электромагнитную совместимость (ЭМС). При проведении предварительных испытаний на соответствие, в числе прочих, вы оцениваете и показатели эмиссии ЭМП, которые проявляются как электромагнитные поля, создаваемые вашим устройством.

Однако официальная процедура прохождения сертификации в части эмиссии ЭМП довольно дорогостояща, и в случае, если вы ее не пройдете, вам придется перерабатывать ваш проект, что может привести к срыву графика разработки и значительным финансовым потерям.



Проводить предварительные испытания важно не только для гарантии того, что ваше устройство успешно пройдет сертификационные исследования в испытательной лаборатории, но и для того, чтобы цикл разработки проходил в рамках установленного графика.

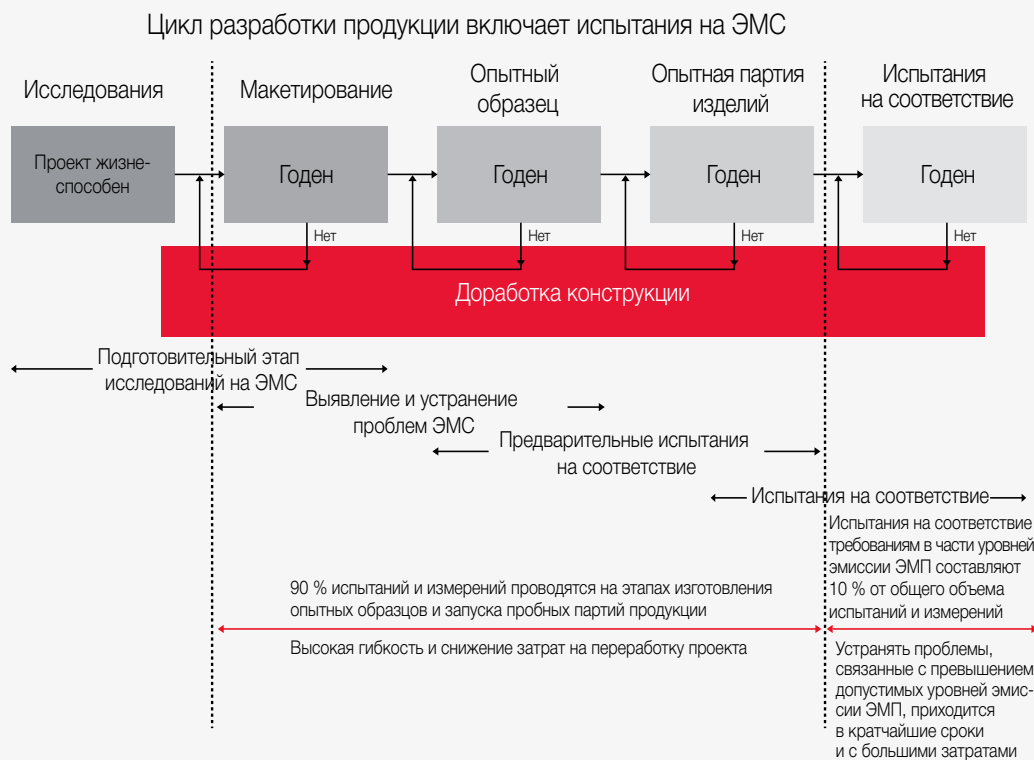


Рисунок 1. Типовой цикл разработки продукции и этапы, на которых проводятся исследования на ЭМС

Возможность самостоятельно проводить испытания на эмиссию ЭМП может стать гарантией успешного прохождения сертификационных исследований в аккредитованной испытательной лаборатории с первого раза.

## Общая информация о предварительных испытаниях на соответствие требованиям стандартов

Целью испытаний на ЭМС является исследование особенностей взаимодействия электронного устройства с окружающими электромагнитными полями и другим оборудованием. Все электронные устройства потенциально могут создавать электромагнитные поля, поэтому важно убедиться, что излучения вашего устройства не превышают допустимых уровней. Испытания на соответствие – заключительный этап испытаний, задачей которых является подтверждение соответствия устройства требованиям стандартов. Предварительные испытания можно рассматривать как генеральную репетицию перед испытаниями на соответствие стандартам. Проверки, выполняемые в процессе предварительных испытаний, должны подтвердить готовность вашего устройства к успешному прохождению заключительного этапа – сертификационных испытаний на соответствие в аккредитованной испытательной лаборатории. Вы можете провести аналогичную процедуру испытаний на соответствие стандартам по тем же программам, что использует аккредитованная испытательная лаборатория, разместившись со всеми возможными удобствами в собственной испытательной лаборатории.

Все электронные устройства, от ноутбука до смартфона, прошли испытания на соответствие в аккредитованной испытательной лаборатории. В ходе таких испытаний сотрудники испытательной лаборатории выполняют ряд проверок, чтобы убедиться в соответствии вашего устройства установленным стандартами требованиям. Характер и объем проводимых проверок определяется категорией устройства, а по результатам ему присваивается соответствующий класс. В настоящем документе рассматриваются 4 вида испытаний, которые можно разделить на две категории: контроль уровня создаваемых помех и устойчивость к помехам извне. Каждая категория испытаний включает исследования уровня излученных в эфир и распространяющихся через проводящие среды (кондуктивных) помех.

Целью испытаний в части оценки уровня электромагнитных излучений является определение параметров электромагнитных полей, непреднамеренно создаваемых устройством в окружающем его пространстве.

При исследованиях уровня кондуктивных помех устройство испытывают на предмет создаваемых им непреднамеренных электрических сигналов в проводящих материалах или средах (помехи, распространяющиеся в проводах и кабелях).

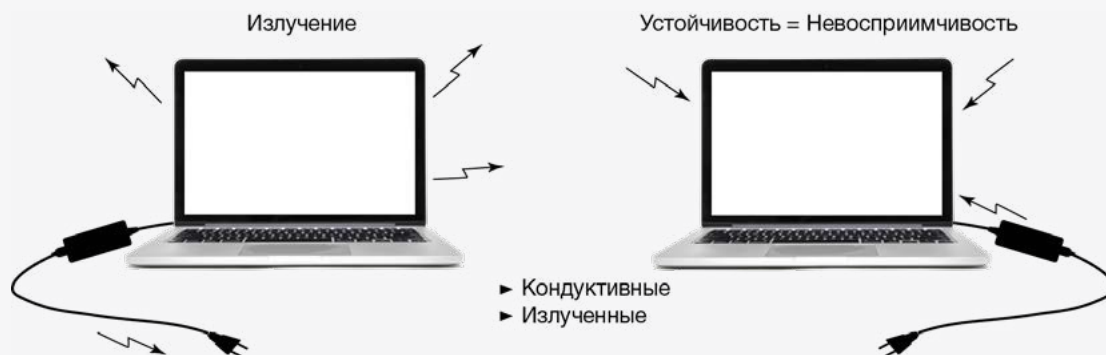


Рисунок 2. Четыре типа измерений, выполняемых при исследованиях на ЭМС

## Исследования характера и уровней создаваемых помех

В ходе таких исследований оценивают уровень непреднамеренных электромагнитных сигналов, создаваемых устройством.

Испытания в части электромагнитных излучений подразумевают выполнение измерений уровней электромагнитных полей, создаваемых устройством, и установление их соответствия требованиям стандартов. При этом анализируют частотный спектр на предмет непреднамеренных излучений (сигналов) со стороны испытываемого устройства (ИУ). Превышение уровней электромагнитных излучений – одна из наиболее распространенных причин забраковки устройств по результатам испытаний на соответствие стандартам, поэтому временные затраты на тщательное измерение уровней электромагнитных излучений вполне оправданы.

Испытания в части кондуктивных помех подразумевают измерения уровней электромагнитных помех, созданных в результате преобразования электрической энергии внутри устройства и распространяющихся за его пределы в проводящей среде, например, через кабели (питания, сигнальные, интерфейсные или заземления). Кондуктивные помехи, в частности, могут передаваться непосредственно в другое электронное устройство или компонент внутри ИУ. Особое внимание при таких испытаниях уделяют нежелательным сигналам, поступающим в устройство со стороны питающей электросети переменного напряжения. В число их источников входят коммутаторы, устройства стабилизации и регулирования напряжения, низкочастотные опорные генераторы и т.п.

Если вы не хотите, чтобы ваше устройство влияло на работу находящихся рядом с ним устройств, очень важно тщательно и всесторонне исследовать создаваемые им помехи.

## Испытания на устойчивость к сторонним помехам

Испытания на устойчивость к сторонним помехам характеризуют степень устойчивости вашего устройства к электромагнитным воздействиям со стороны находящихся рядом устройств.

Испытания на устойчивость к внешним электромагнитным излучениям показывают, насколько ваше устройство восприимчиво к воздействию электромагнитных полей со стороны расположенных неподалеку устройств.

Испытания на устойчивость к сторонним кондуктивным помехам проводятся для определения степени восприимчивости вашего устройства к помехам со стороны соседних устройств, распространяющимся по кабелям.

Таким испытаниям важно уделить особое внимание, если вы не хотите, чтобы соседние устройства влияли на работу вашего устройства. В перечень испытаний на ЭМС входят и некоторые другие виды проверок, не являющиеся предметом рассмотрения данного документа, например испытания на устойчивость к скачкам напряжения и ухудшению качества электропитания, электростатическому разряду, импульсным магнитным полям и т.д.

## Процесс проведения испытаний на ЭМС – нормативные документы

Объем испытаний на ЭМС определяется стандартами и нормативными документами, на соответствие которым испытывается устройство. Эти стандарты выполняют регулирующие функции и помогают унифицировать эксплуатационные характеристики выпускаемой продукции. Существует ряд общих стандартов, разработанных для определенных категорий продукции. Примером таких стандартов являются стандарты CISPR (Международного комитета по радиопомехам). Важно заметить, что стандарты CISPR лежат в основе описанных в данном документе испытаний на воздействие внешних помех, но перечень стандартов на ЭМС ими не ограничивается. Стандарты CISPR регламентируют методы и средства измерения уровней электромагнитных помех. Кроме того, они устанавливают необходимые ограничительные требования к электронным устройствам, в зависимости от отрасли промышленности и страны, в которых планируется их применять.

Испытания на соответствие – это формальный процесс, который в значительной степени зависит от предъявляемых в том или ином месте требований к качеству продукции и процедуре проведения этих испытаний, поэтому лучше убедиться, что ваше устройство соответствует всем требованиям еще на этапе предварительных испытаний.

Прежде чем приступать к измерениям параметров устройств, важно задать самому себе несколько вопросов:

1. Где планируется продажа данной продукции (Европа, США, Япония и т.д.)?
2. К какой категории относится ваша продукция?
  - а) оборудование для сферы информационных технологий;
  - б) промышленное, научное или медицинское оборудование;
  - в) автомобильное оборудование;
  - г) средства и системы связи;
  - д) предметы общего/бытового применения;
  - е) где будет использоваться ваша продукция (дома, офисы или производственные помещения)?

Ответив на эти вопросы, вы определите перечень стандартов, на соответствие которым должна испытываться ваша продукция, и какие измерения следует при этом выполнять.

## Сводный перечень нормативных документов по ЭМС

Федеральная комиссия связи (FCC)	Международный комитет по радиопомехам (CISPR)	Европейский комитет по стандартизации (EN)	Описание
18	11	EN 55011	Промышленное, научное и медицинское оборудование
---	12	---	Автомобильное оборудование
15	13	EN 55013	Радиовещательные приемники
	14	EN 55014	Аппаратура/электроинструменты бытового применения
15	15	EN 55015	Люминесцентные лампы/светильники
	22	EN 55022	Оборудование для сферы информационных технологий
	---	EN61000-6-3,4	Общие стандарты ЭМС
	16	---	Измерительные приборы/методы
	26	EN 55025	Испытания автомобильных электронных систем

Таблица 1. Сравнение нормативных документов различных органов технического регулирования.

## Процесс проведения испытаний на ЭМС – поиск и устранение неисправностей

Состав оборудования, необходимого для самостоятельного проведения предварительных испытаний на ЭМС в части создаваемых электромагнитных излучений и кондуктивных помех, может изменяться и зависит от характера проводимых проверок.

Для проведения предварительных испытаний на ЭМС в части создаваемых электромагнитных излучений вам потребуется:

1. анализатор сигналов со специальным прикладным программным обеспечением для испытаний на ЭМС;
2. специальная калиброванная антенна.



Рисунок 4. Схема измерения уровня собственных электромагнитных излучений устройства

Испытания на соответствие уровня собственных электромагнитных излучений лучше всего проводить на больших площадях, вдали от других электронных устройств, чтобы помехи от них не влияли на результаты измерений. В идеальном случае ваше устройство должно размещаться на расстоянии не менее 3 метров от антенны. Антенна также должна быть удалена от анализатора сигналов на расстояние не менее 3 метров с помощью кабеля.

Некоторые анализаторы сигналов имеют встроенные программные функции, которые делают подобные измерения простыми и удобными. При наличии специальных предустановок для проведения испытаний на соответствие стандартам CISPR и MIL-STD (военным стандартам), позволяющих быстро установить полосы пропускания, диапазоны частот, а также автоматически выставить предельные линии согласно допускам, регламентированным этими нормативными документами, вы сможете быстро сделать заключение о соответствии или несоответствии вашего устройства заданным требованиям.

Для проведения предварительных испытаний на ЭМС в части создаваемых кондуктивных помех вам потребуется:

1. анализатор сигналов со специальным прикладным программным обеспечением для испытаний на ЭМС;
2. ограничитель переходных помех;
3. эквивалент сети (LISN).

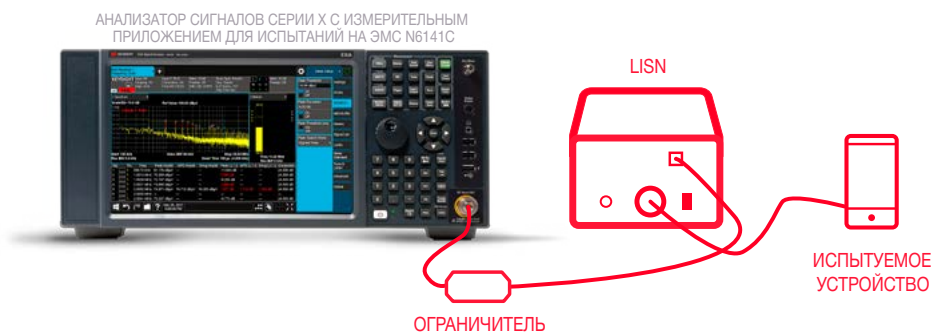


Рисунок 5. Схема измерений уровня кондуктивных помех с использованием ограничителя переходных помех и эквивалента сети (LISN)

В настоящем документе не рассматривается порядок проведения испытаний на устойчивость к электромагнитным помехам.

Если в ходе измерений установлено, что уровень электромагнитных излучений превышает допустимые значения, возникает необходимость определения источника проблемы. В этом вам помогут специальные пробники ближнего поля для анализа электромагнитных излучений в ближней зоне.



Рисунок 6. Использование пробника ближнего поля для локализации источника излучений в устройстве

Целью такой поверхностной диагностики является локализация неисправности до блока (элемента) путем анализа относительных изменений в фоне электромагнитных излучений и выявления точки максимума.

## Заключение

Изложенная выше информация призвана дать базовое представление о предварительных испытаниях на ЭМС и составе оборудования, необходимого для их проведения. Как уже упоминалось, предварительные испытания на соответствие требованиям стандартов важно проводить не только для гарантии успешного прохождения сертификационных испытаний в аккредитованной лаборатории, но и для соблюдения запланированных сроков разработки продукции.

Теперь, получив некоторые знания о ключевых аспектах оценки уровня электромагнитных излучений, создаваемых вашим устройством, возможно, вы пожелаете пересмотреть состав своего испытательного оборудования, а также средства и методы калибровки. Подробнее о решениях компании Keysight для проведения предварительных испытаний на ЭМС:

- N9010B – анализатор сигналов серии EXA;
- N9020B – анализатор сигналов серии MXA;
- N9311X-100 – набор пробников ближнего поля, от 30 МГц до 3 ГГц;
- N6141C – измерительное приложение для испытаний на ЭМС с поддержкой мультисенсорного интерфейса пользователя.

Подробную информацию см. на сайте [www.keysight.com](http://www.keysight.com)

Для получения дополнительных сведений о продукции, приложениях и услугах Keysight Technologies обратитесь в местное представительство компании Keysight. Полный перечень представительств приведен на сайте [www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus).

