

# ТЕСТОВЫЙ ПРИЕМНИК R&S®ESU СО ВСТРОЕННЫМ ПРЕДУСИЛИТЕЛЕМ СООТВЕТСТВУЕТ САМЫМ ЖЕСТКИМ ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТОВ

## EMI TEST RECEIVER R&S® ESU: READY FOR THE MOST STRINGENT OF STANDARDS WHEN EQUIPPED WITH INTERNAL PREAMPLIFIERS

Фолькер Янсен (Volker Janssen), компания Rohde & Schwarz

**В**строенные малошумящие предусилители для тестового приемника электромагнитных помех R&S®ESU значительно повышают чувствительность на частотах выше 3,6 ГГц, что дает существенные преимущества при проведении измерений.

### НУЖНА МАКСИМАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Соответствующие стандартам тестовые приемники электромагнитных помех R&S®ESU [1] (рис. 1) уже имеют встроенный предусилитель с диапазоном частот от 1 кГц до 3,6 ГГц. Однако военные стандарты (например, MIL-STD-461), а также гражданские автомобильные стандарты (например, стандарт на широкополосные помехи CISPR25, класс 5) предъявляют более жесткие требования к чувствительности измерительного оборудования.



Рис. 1. Чувствительность тестовых приемников R&S®ESU на частотах выше 3,6 ГГц может быть значительно повышена с помощью нового предусилителя

Новый дополнительный предусилитель R&S®ESU-B24 значительно повышает чувствительность измерений в диапазоне частот от 3,6 ГГц до 8 ГГц, 26 ГГц и 40 ГГц. Тестовые приемники, оснащенные этим предусилителем, могут удовлетворять самым жестким требованиям стандартов. На рис. 2 показан средний уровень собственных шумов (Displayed Average Noise Level — DANL) приемника R&S®ESU с включенным предусилителем в разных частотных диапазонах.

Повышение чувствительности измерений позволяет компенсировать следующие негативные аспекты: более высокие потери в кабелях (в определенных случаях от 20 дБ до 30 дБ в диапазоне до 30 ГГц), возникающие в микроволновом диапазоне частот, коэффициенты направленности рупорных антенн (до 40 дБ в диапазоне частот от 30 ГГц до 40 ГГц), а также другие случаи снижения чувствительности. В некоторых случаях может оказаться полезным подключение



**ROHDE & SCHWARZ**

дополнительного внешнего предусилителя непосредственно к антенне [2]. Усиление примерно на 30 дБ позволяет компенсировать потери в двадцатиметровом высокочастотном кабеле от безэховой камеры до пункта управления.

### R&S®ESU: ВСЕГДА НА ШАГ ВПЕРЕДИ

В повседневной практике сократить время измерения очень сложно. Например, стандарт CISPR25, относящийся к сфере автомобилестроения, затрагивает всех поставщиков в данной отрасли (например, поставщиков вентиляторов и двигателей) и предъявляет особо жесткие требования к определению широкополосных и узкополосных паразитных излучений. В соответствии с этим стандартом лаборатории по электромагнитной совместимости должны проводить длительные измерения в диапазоне от 30 МГц до 1000 МГц. Так, например, для обнаружения помехи импульсного типа с частотой следования импульсов 100 Гц требуется не менее 10 мс. В соответствии с требованиями по чувствительности стандарта CISPR25, измерения в этом диапазоне выполняются в полосе 9 кГц. Таким образом,

для сплошного перекрытия диапазона приходится выполнять измерения с шагом 4 кГц. В результате получается примерно 242 500 измерений. Таким образом, на весь процесс уходит около 40 минут. А если частота импульсов составляет 10 Гц, и при этом минимальное время измерения равно 100 мс,

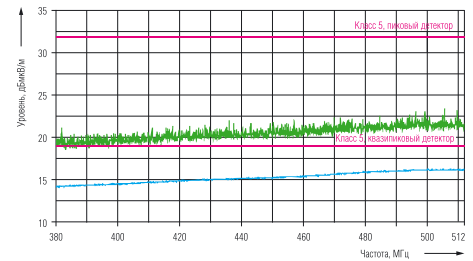


Рис. 3. Граничные линии, определенные стандартом CISPR25:2002, класс 5, для пиковых и квазипиковых измерений широкополосных помех

то это требует особого терпения — в этом случае обзорное измерение занимает 6 часов 44 минуты.

Вот здесь и выходит на сцену тестовый приемник электромагнитных помех R&S®ESU с опцией для сканирования во временной области R&S®ESU-K53, работающей по принципу быстрого преобразования Фурье и позволяющей сократить время обзорного измерения примерно в 100 раз. В результате, на выполнение этой работы уйдет не 40 минут, а всего 20 секунд.

### А ЕСЛИ СОКРАТИТЬ ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЕЩЕ БОЛЬШЕ?

Измерения, выполняемые с более высокой чувствительностью, не только повышают точность измерений, но и ускоряют их. На первый взгляд, это кажется не вполне правдоподобным. Дело в том, что в соответствии со стандартом, окончательное измерение выполняется с помощью квазипикового детектора, и время окончательного измерения, составляющее 1 с на одно значение частоты, ускорять уже некуда. Единственный способ сокращения времени измерения заключается в ограничении измерения лишь несколькими критическими частотами, что позволяет сократить объем обрабатываемых данных.

Если вы не хотите отстать от жестких требований стандартов, например, стандартов автомобильной про-

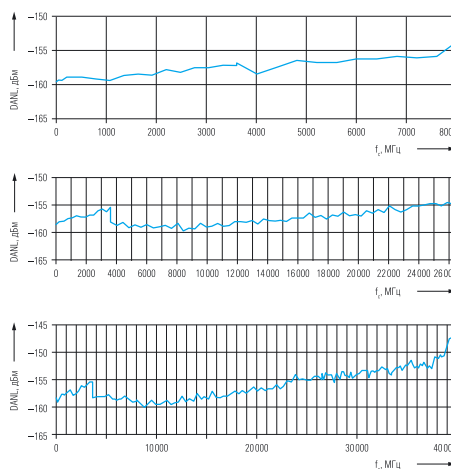


Рис. 2. Средний уровень собственных шумов для всех трех частотных диапазонов тестовых приемников R&S®ESU (предусилитель включен, полоса измерений нормирована на 10 Гц, ВЧ аттенюатор = 0 дБ, усредняющий детектор (Avg), преселектор отключен)

мышленности, вам не обойтись без нового предусилителя R&S® ESU-B24. Измерительное оборудование вынуждено работать на пределе физических возможностей в отношении уровня собственных шумов, особенно когда приходится учитывать коэффициент направленности антенны. Поскольку малошумящий предусилитель повышает чувствительность, можно выполнять

рокопосных помех», как показано на рис. 3, окончательное измерение можно полностью пропустить — а это снова сокращает время измерения.

### СТРУКТУРА ПРЕДУСИЛИТЕЛЕЙ

Новые встроенные предусилители с коэффициентом усиления 30 дБ устанавливаются на входе перестраиваемого YIG-фильтра микроволнового преобразователя (рис. 4).

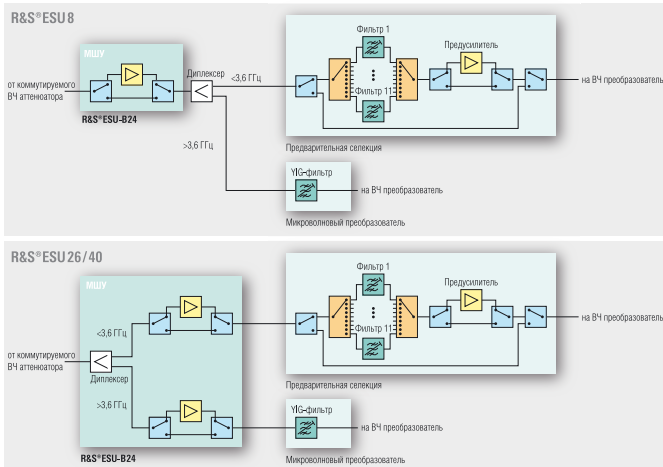


Рис. 4. Блок-схема модуля малошумящего усилителя и его подключение к входным каскадам

обзорное измерение даже с пиковым детектором. Если результаты измерений лежат ниже граничной линии, определенной в стандарте «CISPR25:2002, класс 5, квазипиковые измерения ши-

дуются при отображении уровня. Неравномерность АЧХ тестового приемника и предусилителя определяется во время заводской калибровки, поэтому рекомендуется устанавливать предусилитель в заводских условиях. Если же предусилитель устанавливается позже, прибор необходимо повторно калибровать.

Более подробную информацию и техническое описание можно найти на сайте [www.rohde-schwarz.ru](http://www.rohde-schwarz.ru) ([www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)): поиск по ключевому слову ESU.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тестовый приемник электромагнитных помех R&S® ESU. Максимальная точность с непревзойденной скоростью. Новости Rohde & Schwarz (2006), № 190, с. 39-43.
2. Тестовые приемники электромагнитного излучения R&S® ESIB. Повышение чувствительности системы с помощью предварительных усилителей. Новости Rohde & Schwarz (2003), № 178, с. 41-45. ☑

предусилитель следует использовать только при малых уровнях сигналов. АЧХ предусилителя сохраняется во внутренней энергонезависимой памяти EEPROM и автоматически учитывает-

*Military and civil automotive standards place the most stringent of requirements on the sensitivity of measuring equipment. Low-noise, internal preamplifiers for the R&S® ESU EMI test receivers significantly increase sensitivity above 3.6 GHz.*

**Библиотека Инженера**  
Афонский А. А., Дьяконов В. П.  
**Измерительные приборы**  
и массовые электронные измерения

- Специфика измерений
- Современные мультиметры
- Источники напряжений и токов
- Все виды осциллографов
- Лаборатории на компьютере
- Паяльное оборудование

Находка для специалиста!

## Самый полный обзор измерительных приборов, представленных на российском рынке в настоящее время

### Серия «Библиотека инженера» А.А. Афонский и В.П. Дьяконов «Измерительные приборы и массовые электронные измерения»

Актуальная информация за минимум средств! **354 руб.**

По вопросам приобретения книги обращайтесь по тел. (495) 344-67-07 или пишите на E-mail: [editor@kipis.ru](mailto:editor@kipis.ru)