

# К характеристике закономерности спада светового потока светодиодных филаментных ламп разной мощности после их включения

Рафаил Тукшаитов (trh\_08@mail.ru)

В статье установлен выраженный двухфазный характер спада светового потока светодиодных филаментных ламп после их включения. Показано, что более чем наполовину спад светового потока происходит уже к концу первых 30–60 с после включения светодиодных филаментных ламп, а полная их стабилизация завершается лишь по истечении 15 минут. Величина спада светового потока зависит от ряда их характеристик и принимает предельные значения, равные 22...27%.

## ВВЕДЕНИЕ

После подачи напряжения питания на типовые светодиодные осветительные приборы начинается спад светового потока, который практически завершается по истечении 40–60 мин. Критериальные значения спада светового потока у офисных, промышленных светильников и светодиодных ламп на сегодня составляют соответственно 2,5; 5,0 и 18% [1].

Величина спада светового потока светодиодных осветительных приборов (СОП) должна служить одним из важных критериев оценки качества их изготовления [2–5], поскольку он достоверно коррелирует с рабочей температурой р-п-перехода светодиодов. Практически до сих пор предпринимаются попытки исходя из температуры корпуса СОП косвенно оценить состояние температуры находящихся в них светодиодов [6–8], но такая оценка является весьма приближённой. Более достоверную информацию



Рис. 1. Внешний вид филаментных ламп разных габаритов и мощностей

о ней несёт спад светового потока или спад освещённости, которую обеспечивают СОП.

Филаментная светодиодная лампа (ФСЛ) является одной из последних новинок СОП и принципиально отличается от типовой светодиодной лампы тем, что в ней для снижения температуры светодиодов вместо алюминиевого радиатора используется инертный газ – гелий, существенно изменяющий динамику спада светового потока. В силу новизны такой лампы ей в интернете уделяется большое внимание. Однако несмотря на это, её характеристики продолжают оставаться пока ещё малоизученными.

В соответствии с ГОСТ 54350-2015 изменение режима работы филаментной светодиодной лампы после её включения может оцениваться как по световому потоку, так и по обеспечиваемой ею освещённости [9]. Между тем при наличии люксметра намного легче и быстрее осуществить измерение освещённости, чем светового потока. Поэтому далее будем использовать преимущественно термин «спад освещённости». Он показывает, насколько освещённость рабочей поверхности снижается во времени после включения СОП и стабилизации его режима.

Поскольку спад освещённости, по имеющимся в распоряжении автора данным, более чем у половины ФСЛ достигает 20–25%, то, бесспорно, потеря порядка четверти начального его значения вполне может служить признаком низкого их качества. Завышен-

ные его значения являются признаком наличия температурной перегрузки в светодиодах филаментов при выбранной рабочей силе тока и, соответственно, меньшей надёжности ФСЛ и меньшего срока их службы.

На результаты измерения спада освещённости в ряде случаев может также влиять изменение силы выходного тока драйвера в процессе стабилизации его температурного режима после включения СОП. Однако этот фактор, по предварительным данным, вносит небольшие изменения, поэтому он отдельно не оценивался. На данном этапе предметом исследования является не механизм спада светового потока, а количественная его оценка с использованием разных типов ФСЛ после их включения.

В данной работе рассматривается задача изучения спада освещённости, обеспечиваемой ФСЛ разной мощности и габаритов, выпускаемыми разными фирмами.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Измерения уровня освещённости осуществлялись при использовании восьми ФСЛ четырёх производителей с фактически потребляемой мощностью от 3,5 до 8,3 Вт при напряжении питания 230 В. Отсчёт освещённости проводился люксметром ТКА-ПКМ (42) в течение 30 мин с момента включения ФСЛ в горизонтальном положении максимального излучения (при развороте лампы на 90°) с переменным интервалом. Определение спада освещённости осуществлялось по специально разработанной методике [10], в соответствии с которой отсчёт первого показания люксметра начинался через 1 с после включения ФСЛ. В первую минуту измерения проводили через каждые 15 с, затем через каждую минуту до истечения 5 мин, а далее до окончания опыта через каждые 5 мин. В некоторых опытах температура ФСЛ оценивалась с помощью ИК-термометра G-300. Внешний вид

Динамика спада светового потока филаментных светодиодных ламп разных производителей

№	Фирма	Мощность, Вт		Диаметр, мм	Площадь колбы, см <sup>2</sup>	Время, мин											$\delta_{сп}$
		Измеренная	Заявленная			0	0,5	1	2	3	5	10	15	20	30		
1	ЭРА (шар)	3,5	5,0	45	65	1,00	0,915	0,885	0,840	0,810	0,780	0,763	0,745	0,741	0,728	27,2	
2	Uniel (шар)	3,6	4,0	45	65	1,00	0,917	0,882	0,833	0,814	0,784	0,754	0,745	0,745	0,745	25,5	
3	Gayss (свеча)	4,3	5,0	35	60	1,00	0,926	0,915	0,877	0,868	0,855	0,852	0,852	0,848	15,2		
4	Geniled	4,6	8,0	45	60	1,00	0,940	0,931	0,917	0,910	0,903	0,903	0,903	0,903	9,1		
5	Geniled (матовая)	5,5	8,0	55	95	1,00	0,845	0,811	0,778	0,774	0,759	0,754	0,754	0,754	24,5		
6	Uniel (шар)	5,8	10,0	120	450	1,00	0,925	0,904	0,901	0,901	0,898	0,896	0,895	0,895	10,9		
7	ЭРА	6,2	7,0	60	115	1,00	0,908	0,860	0,822	0,810	0,806	0,800	0,796	0,796	0,794	21,0	
8	ЭРА	7,6	9			1,00	0,882	0,851	0,813	0,795	0,780	0,769	0,767	0,766	0,764	23,6	
9	Geniled	8,0	13	55	105	1,00	0,932	0,906	0,885	0,875	0,867	0,860	0,959	0,859	0,859	14,1	
10	Lexman (шар)	8,3	9,0	90	255	1,00	0,912	0,855	0,827	0,813	0,802	0,787	0,789	0,784	0,784	21,5	
11	Geniled	6,3	7,0	55	125	1,00	0,994	0,989	0,985	0,978	0,970	0,962	0,054	0,949	0,949	5,1	

Примечание: с № 1 по № 10 – филаментные светодиодные лампы; № 11 – типовая светодиодная лампа с алюминиевым радиатором.

исследованных ФСЛ разной мощности и габаритов представлен на рисунке 1.

Для облегчения анализа полученных данных в таблице приведены ФСЛ в порядке снижения реальной потребляемой мощности. Обработка результатов измерений и форма их представления осуществлялись на основе рекомендаций [11, 12].

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Как следует из таблицы, при использовании разных моделей ламп снижение освещённости за 30 мин происходит в две фазы.

Первая фаза переходного процесса очень короткая и длится не более 1–2 мин, вторая фаза длительная – до 15 мин. Процесс стабилизации ФСЛ при разных мощностях и диаметре её колбы завершается через 5–15 мин.

К концу первой фазы освещённость уменьшается более чем на 50% от предельного значения. Далее в интервале от 15 до 30 мин снижение освещённости продолжается, но изменяется не более чем на 1%. При ограничении 15-минутным интервалом наблюдения максимальная погрешность завышения абсолютного значения спада освещённости не превышает 5%.

Самое значительное снижение освещённости на 8–15% у всех типов ФСЛ происходит после их включения в первые 30–60 с первой фазы.

Для наглядности динамика освещённости графически представлена на рисунке 2. Сравнивая приведённые в таблице значения спада освещённости с данными литературы [13, 14], можно заметить, что полученные значения почти в 2 раза больше.

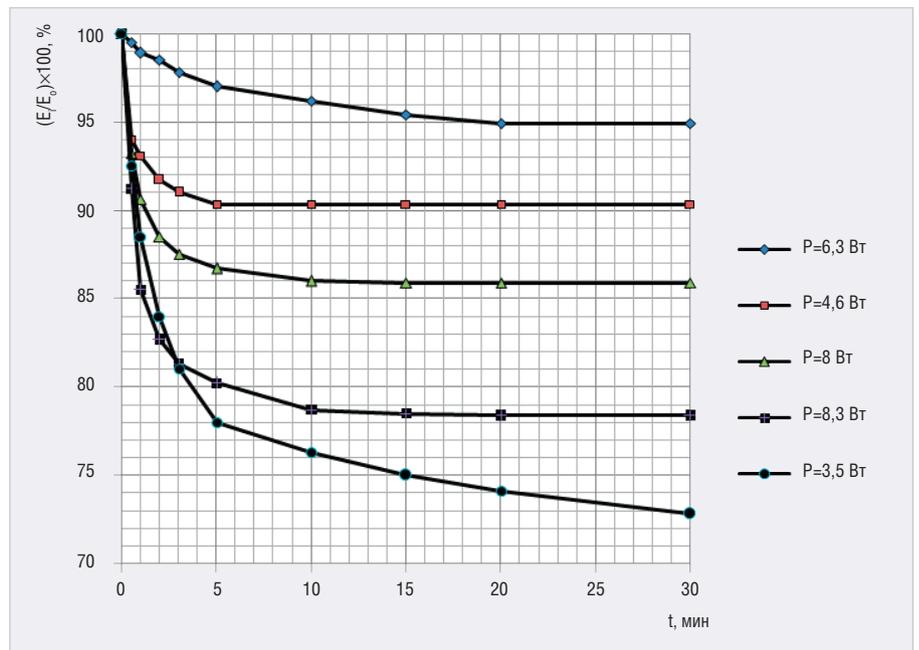


Рис. 2. Характер динамики спада освещённости после включения филаментных ламп

Полученное существенное превышение значения спада освещённости может быть объяснено тем, что авторы начинали отсчёт показаний не сразу, а по истечении некоторого времени. Если при этом они руководствовались рекомендациями [9] или [15], то отсчёт времени мог бы быть ими выбран по истечении 15 или 20 с, в результате чего показания могли оказаться на 7–10% меньше измеренных значений (21–27%). Некоторое занижение значения спада освещённости в [6, 13, 14] обусловлено также тем, что период наблюдения был ограничен только первыми 3,5 мин.

ФСЛ, по данным [16], наполняются в «Лисме» инертным газом гелием. Дополнительные исследования состава газа ФСЛ, проведённые по просьбе

авторов в Лаборатории газовой хроматографии ВНИИУС, подтвердили эту информацию и позволили внести ясность в длительные споры о составе газа [17]. При применении гелия стенка стеклянной колбы ФСЛ выполняет функцию радиатора. Благодаря значительно более высокой теплопроводности стекла относительно гелия обеспечивается эффективный отвод от него тепла.

Определённую роль в ускорении отведения тепла играет и площадь поверхности самой колбы. У ФСЛ № 6 площадь поверхности колбы в 4 раза больше площади поверхности ФСЛ № 5 при соизмеримых значениях потребляемой мощности. При этом величина спада освещённости у неё меньше лишь в 2 раза.

При первоначальном выборе ФСЛ в количестве 6 шт. коэффициент корреляции между спадом освещенности  $\delta_{\text{сп}}$  и площадью поверхности колбы  $S$  имеет достоверное значение  $r=-0,63$  при  $P>0,90$ . При пополнении выборки тремя ФСЛ фирмы Geniled коэффициент корреляции значительно уменьшается до  $-0,26$ . Это обусловлено тем, что в ФСЛ фирмы Geniled осуществлена конструктивная доработка, которая заметно нивелирует роль увеличения поверхности колбы. По-видимому, она заключается в том, что длина filamentов впервые была увеличена с 30 до 45 мм, что позволило в некоторой степени уменьшить взаимный нагрев светодиодов.

Следует обратить внимание на то, что ФСЛ с матовой колбой № 5 имеет значение  $\delta_{\text{сп}}$  почти в 2 раза большее, чем у ФСЛ № 6. Это вызвано тем, что матирование поверхности колбы, осуществляемое окисью бария или сульфата бария, образует диэлектрический слой, снижающий теплоотводящие свойства стеклянной колбы. В результате температура такой ФСЛ оказалась больше на 5–6°C при той же мощности и габаритах.

Между  $\delta_{\text{сп}}$  и потребляемой мощностью ФСЛ корреляция не выявлена в обеих выборках ФСЛ ( $r=-0,02$ ). Это видно из таблицы и рисунка 1. Спад освещенности происходит на значительную одинаковую величину как при мощности ламп 8,3 Вт, так и при мощности 3,4 Вт.

В сравнительном плане на рисунке 2 приведена кривая спада освещенности, где применяются типовые светодиодные лампы (ТСЛ), например Geniled, мощностью 7 Вт с алюминиевым радиатором. Применение радиатора способствует значительному снижению скорости повышения температуры светодиодов в момент включения ТСЛ, тем самым предотвращается начальный перегрев светодиодов. В результате у таких ламп  $\delta_{\text{сп}}$  не превышает 9–15%.

Из сравнения  $\delta_{\text{сп}}$  ФСЛ разных производителей следует, что ФСЛ фирмы Geniled (4, 6 и 8 Вт) обеспечивают спад освещенности почти в 2 раза меньше при одинаковой потребляемой мощности и меньших габаритах, чем ФСЛ фирм Uniell и Lexman.

## Выводы

1. Спад светового потока (освещенности) является информативным инте-

гральным показателем качества светодиодных осветительных приборов, который следует приводить в технической документации и на упаковках соответствующих изделий, независимо от величины их потребляемой мощности.

2. В современных ФСЛ предельная реализуемая мощность не превышает 8 Вт при завышении заявляемых её значений на 50–70%.
3. Кривая спада светового потока ФСЛ состоит из двух фаз: короткой и длинной. Максимальная величина спада светового потока после включения многих ФСЛ, независимо от их потребляемой мощности, достигает 21–27%.
4. Спад светового потока ФСЛ в первые 2 мин происходит со скоростью на порядок выше, чем в типовых светодиодных лампах с алюминиевыми радиаторами. Это свидетельствует о разном механизме отведения тепла у светодиодов в эту фазу периода их стабилизации, требующем специального исследования.
5. Повышение площади поверхности колбы ФСЛ более чем в 10 раз позволяет уменьшить спад освещенности, но не более чем в 2 раза.

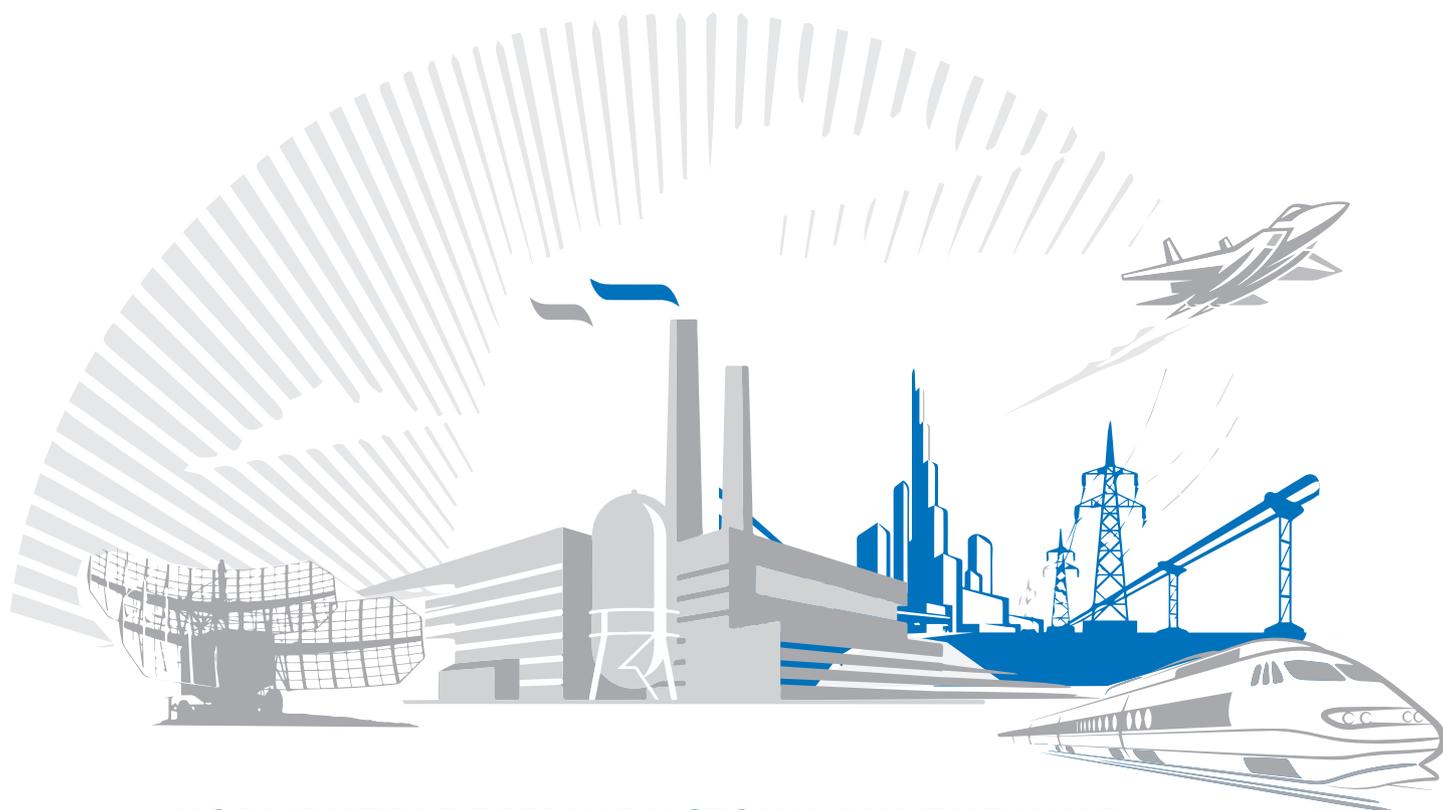
## ЛИТЕРАТУРА

1. Тукшиаитов Р.Х., Исыхакаэффу А. Разработка и применение критериальных значений параметров светодиодных осветительных приборов для контроля их качества. Инженерный вестник Дона. 2017. № 4. ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/
2. Тукшиаитов Р., Исыхакаэффу А., Нигматуллин Р., Гаритов Р. Как обеспечить заявленный срок службы светодиодных ламп. Полупроводниковая светотехника. 2016. № 3. Т. 41. С. 6–9.
3. Тукшиаитов Р.Х., Исыхакаэффу А., Нигматуллин Р.М., Иштырякова Ю.С. Применение ряда информативных параметров при сравнительной оценке качества светодиодных ламп торговых марок Camelion и ASD. Успехи современной науки. 2016. Т. 3. № 6. С. 56–58.
4. Исыхакаэффу А., Тукшиаитов Р.Х. Разработка новой методики определения спада светового потока осветительных приборов. Успехи современной науки. 2017. Т. 4. № 4. С. 121–125.
5. Исыхакаэффу А., Тукшиаитов Р.Х. Усовершенствование методики контроля времени температурной стабилизации осветительных приборов. Успехи современ-

ной науки и образования. 2017. Т. 4. № 4. С. 142–145.

6. Светодиодная лампа серии Sky фирмы Uniell. Современная светотехника. 2016. № 2. С. 46–48.
7. Тукшиаитов Р., Сулейманова И. Филаментные светодиодные лампы. Аналитический обзор современных источников литературы. Полупроводниковая светотехника. 2018. № 1. С. 13–17.
8. Исыхакаэффу А., Тукшиаитов Р.Х. Контроль температуры корпуса светодиодных ламп при работе в разных осветительных устройствах. Изв. вузов. Проблемы энергетики. 2017. № 9–10. С. 145–149.
9. ГОСТ Р 54350-2015. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2015. – 46 с.
10. Тукшиаитов Р.Х., Исыхакаэффу А., Сулейманова И.И. Разработка методики определения величины спада светового потока filamentных ламп на основе ГОСТ Р 54350-2015. Инженерный вестник Дона. 2018. № 1: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/
11. Тукшиаитов Р.Х. Основы оптимального представления статистических показателей на графиках, диаграммах и в таблицах (физика, химия техника, биология и медицина). – Казань: КГЭУ, 2006. – 227 с.
12. Тукшиаитов Р.Х. Статистическая обработка и анализ результатов измерений. Лабораторный практикум. – Казань: КГЭУ, 2009. – 72 с.
13. Цвирко В.И. Протокол исследовательских испытаний filamentной лампы типа Vosla GmbH Центра светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси. 2014. 7 с.
14. Нестеркина Н.П., Кондрашин А.С., Корсуков А.А. Сравнительные исследования filamentных светодиодных ламп мощностью 4 Вт в колбах А50 и А60. Прорывные научные исследования: сборник статей Международной научно-практической конференции/ Под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и просвещение», 2016. – С. 14–21.
15. ГОСТ Р 54350-2011. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2011. – 34 с.
16. Доброзраков И.Е. Светодиодная filamentная лампа «Лисмы»: новое слово на рынке источников света. Светотехника. 2015. № 5. С. 48–50.
17. Тукшиаитов Р.Х. Конфиденциальность газового состава filamentной лампы. Нужна ли она производителю. Полупроводниковая светотехника. 2017. № 6. С. 38–40.





## НОВЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### Серия GXE

- Входное напряжение 85–265 В AC или 120–370 В DC
- Выходная мощность 600 Вт
- Выходные напряжения 24 или 48 В DC
- КПД до 95%
- Высота 1U
- Запуск при  $-40^{\circ}\text{C}$
- Гарантия 7 лет



- Конвективное охлаждение
- Режим стабилизации напряжения или стабилизация тока
- Аналоговый порт: сигналы on/off, DC-OK, AC-Fail, Power-Fail, 0–100% выходной ток, 20–120% выходное напряжение
- Цифровой порт (Modbus RTU, на RS-485): установки выходных параметров + регулировка фронта нарастания, настройки защит. Считывание температуры, времени наработки прибора
- Варианты исполнения: в кожухе или без, с конформным покрытием платы или без



НОВОСТИ МИРА

**Модули IoT для «умных городов» и «умной промышленности» от Rohde & Schwarz**

Rohde & Schwarz представила свои тестовые решения для «умных городов» и «умной промышленности» на выставке Mobile World Congress, которая прошла в Барселоне с 26 по 28 февраля 2019 г.

С целью обеспечения возможности тестирования встроенных механизмов безопасности даже на этапе разработки модулей IoT компания Rohde & Schwarz разработала для своей платформы R&S CMW опцию проверки IP-безопасности R&S CMW-KM052. Эта опция осуществляет углублённую проверку пакетов (DPI) во время обычной работы в определяемом пользователем сетевом окружении. Пользователи могут отслеживать наличие и тип шифрования, состояние портов и многое другое. Они также могут удостовериться, что модуль взаимодействует только с разрешёнными серверами. Для тестеров радиосвязи такая функция проверки безопасности является уникальной. В установке для проведения испытаний новая опция R&S CMW-KM052 выполняется на радиокommunikационном тестере R&S CMW290.



Тестер также выполняет измерения, позволяющие оптимизировать продолжительность эксплуатации аккумулятора модуля IoT. Измерительная установка состоит из четырёхканального пробника мощности R&S RT-ZVC04A и программного обеспечения R&S CMWrun, которое управляет последовательностью испытаний. Пробник мощности одновременно измеряет ток и напряжение в нескольких узлах модуля IoT в разных режимах работы. Он способен измерять даже самые слабые токи в наноамперном диапазоне. R&S CMW290 позволяет анализировать осциллограммы и выявлять точную временную корреляцию с событиями интерфейса NB-IoT, что значительно упрощает анализ. Такие возможности предоставляет только платформа R&S CMW.

Ещё одна измерительная установка на основе широкополосного радиокommunikационного тестера R&S CMW500 позволяет имитировать реалистичные окружающие условия испытаний (реальные полевые условия) для всех типов беспроводных модулей с интерфейсами NB-IoT и LTE. Всего несколькими щелчками мыши в ПО R&S CMWcards можно создать тестовые сценарии на основе сценариев, записанных во время выездных (полевых) испытаний. Пользователи могут воспроизвести эти сценарии с помощью тестера R&S CMW500 при проведении лабораторных испытаний. Тестер воспроизводит сетевое окружение, уровни и качество сигналов (RSRP/RSRQ), записанные во время полевых испытаний. Он регистрирует поведение модуля IoT в этих разнообразных условиях, позволяя пользователю подробно



## Новые стандарты измерений сигналов

Портативные приборы TiePie engineering с USB-интерфейсом



**HANDYSCOPE HS6 DIFF**  
4-канальный USB-осциллограф с дифференциальными входами, высоким разрешением и частотой опроса:

- полоса частот входного сигнала 250 МГц
- частота дискретизации до 500 МГц
- разрешение 12, 14, 16 бит
- память 64 Мсэмпл
- встроенный генератор 30 МГц, разрешение 14 бит



**HANDYPROBE HP3**  
Профессиональный USB-прибор с функциями мультиметра, осциллографа, спектроанализатора, логического анализатора:

- диапазон входного сигнала 0,2–800 В
- разрешение 10 бит
- максимальная частота дискретизации 100 МГц



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

[WWW.PROSOFT.RU](http://WWW.PROSOFT.RU)



НОВОСТИ МИРА

анализировать все основные процессы взаимодействия, такие, например, как процесс передачи обслуживания абонентов, и повторять эти измерения в идентичных полевых условиях. Этого нельзя сделать при реальных полевых испытаниях, которые, кстати, благодаря этому решению могут быть сокращены до минимума.

Rohde & Schwarz также представила совмещённые ВЧ- и функциональные сигнальные тесты для стандартов NB-IoT и Bluetooth® 5.0 LE на базе радиокommunikационного IoT-тестера R&S CMW290. В этом испытании в качестве испытуемого выступает IoT-устройство для аренды велосипедов, которое оснащено интерфейсами для обоих способов передачи данных. R&S CMW – единственная платформа, которая позволяет параллельно проводить испытания сотовой и несотовой передачи данных. Только эти тестеры позволят разработчикам проводить сигнальные ВЧ-испытания для устройств Bluetooth LE в реальных условиях с использованием беспроводных измерений. Данный метод позволяет выполнить подробный анализ характеристик антенны и переходов между сетями NB-IoT и Bluetooth.

[www.rohde-schwarz.com/mwc](http://www.rohde-schwarz.com/mwc)

**ОТКРЫТА РЕГИСТРАЦИЯ НА КОНФЕРЕНЦИЮ «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ»**

АО «ТЕСТПРИБОР» совместно с АО «Концерн „Радиоэлектронные технологии“» (КРЭТ), АО «Российская электроника» и ФГУП ВНИИФТРИ начинает приём заявок на участие в VIII Всероссийской научно-технической конференции «Электромагнитная совместимость».

В работе конференции ежегодно принимают участие руководители и ведущие специалисты Минобороны РФ, госкорпораций «Роскосмос» и «Росатом», компаний-разработчиков РЭА, авиационных предприятий, испытательных центров, изготовителей и разработчиков испытательного и измерительного оборудования.

Основные направления работы конференции:

- прогнозирование ЭМС технических объектов: расчётные методы, программно-аппаратные средства, моделирование;
- испытания радиоэлектронного оборудования на ЭМС;
- виды помех в БС ЛА и способы борьбы с ними;

- защита РЭА от ЭМИ: фильтрация, экранирование, защитные материалы;
- оборудование для испытаний на ЭМС;
- нормативно-правовая база испытаний технических средств на ЭМС, учёт требований заказчиков при испытаниях;
- метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС;
- аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции;
- вопросы конструирования радиоэлектронной аппаратуры с учётом требований ЭМС.

VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Электромагнитная совместимость» пройдёт 23–24 мая 2019 года в парк-отеле «Свежий ветер» (Московская область).

Для участия в конференции необходимо прислать заявку в организационный комитет не позднее 17 мая 2019 года: по электронной почте [chernykh@test-expert.ru](mailto:chernykh@test-expert.ru) (Ольга Черных), [timonina@test-expert.ru](mailto:timonina@test-expert.ru) (Мария Тимонина), [tp@test-expert.ru](mailto:tp@test-expert.ru) или по факсу: +7 (495) 657-87-37.

Участие в конференции платное.

[www.test-expert.ru](http://www.test-expert.ru)

Fastwel



Российская электроника для ответственных применений

Скорость и надежность современных технологий

CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial



CPC503



CPC508



CPC510



CPC512



PROSOFT®  
[WWW.PROSOFT.RU](http://WWW.PROSOFT.RU)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА  
(495) 234-0636  
[info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru)

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
(812) 448-0444  
[info@spb.prosoft.ru](mailto:info@spb.prosoft.ru)

ЕКАТЕРИНБУРГ  
(343) 356-5111  
[info@prosoftsystems.ru](mailto:info@prosoftsystems.ru)

