

Новый цифровой люксметр ТКА-Люкс/М

Научно-технического предприятия «ТКА»

Сергей БАЕВ,
заместитель генерального директора
по оптике и фотометрии, НТП «ТКА»

Рассмотрены основные технические и метрологические характеристики цифрового измерителя освещенности ТКА-Люкс/М, который постепенно приходит на смену самому популярному в нашей стране люксметру ТКА-Люкс. Новая концепция прибора позволила расширить метрологические и эксплуатационные свойства, в том числе появилась возможность полноценных измерений на открытом воздухе.

Существующие нормативы, требования к измерению

Освещенность как фотометрическая величина контролируется при специальной оценке условий труда, в архитектуре, дорожном строительстве, медицине, промышленности и других областях.

Действующие нормативы содержат требования к уровням освещенности от долей люкс до сотен тысяч люкс. Требования к обеспечению качества света (ограничение коэффициента пульсации освещенности) также в последние годы изменяются в направлении обеспечения более комфортной и безопасной для человека среды – с минимальным значением пульсации.

Среди таких нормативов имеются государственные стандарты, санитарные нормы и правила, являющиеся обязательными для соблюдения. При этом для обеспечения соответствующих уровней факторов среды применяются средства измерений, требования к которым также формируются стандартами и такими другими документами, как постановления правительства и утвержденные методики измерений.

Условия измерений – от «офисных» до «тепличных» и «уличных»

В связи с широким разнообразием климатических зон, представленных в регионах России, для обеспечения требований нормативных документов испытательные центры пользуются средствами измерений, обеспечивающими заданную точность в широком температурном диапазоне.

Прибор ТКА-Люкс/М разрабатывался с учетом потребности проведения измерений в самых разнообразных климатических условиях и прошел испытания с утвержденным климатическим исполнением УХЛ1.1, позволяющим проводить измерения на улице.

Выпускаемые средства измерений

В России на рынке измерительных приборов представлены как отечественные, так и импортные средства измерений. Научно-техническое предприятие «ТКА» разработало и производит множество средств измерения освещенности. В таблице представлены сравнительные характеристики некоторых выпускаемых приборов.

Разработанный прибор ТКА-Люкс/М (рис. 1) имеет подтверждение производства в Российской Федерации (записи №10676044, №10676045, №10676046 и №10676047 в реестре Российской промышленной продукции).

Метрологические характеристики

Суммарная погрешность люксметра включает в себя такие составляющие, как погрешность спектральной коррекции (погрешность отклонения спектральной чувствительности фотоприемника от спектральной световой эффективности дневного зрения глаза человека, рис. 2) и погрешность пространственной чувствительности (погрешность отклонения пространственной угловой чувствительности фотоприемника от идеальной косинусной зависимости, рис. 3).



Рис. 1. Прибор ТКА-Люкс/М, модификация 1

Таблица. Сравнительные характеристики некоторых выпускаемых приборов

	ТКА-Люкс рег. №20040-11	ТКА-ПКМ (08) рег. №24248-09	ТКА-Люкс/М рег. №97352-25
Диапазон измерения освещенности	1–200 000 лк	10–200 000 лк	0,1–200 000 лк
Основная относительная погрешность измерения освещенности	6%	8%	6%
Диапазон рабочих температур	0–40°C	–30...60°C	–40...60°C
Измерение коэффициента пульсации освещенности	нет	есть	есть
Встроенная память	нет	нет	есть
Беспроводная передача данных	нет	нет	есть

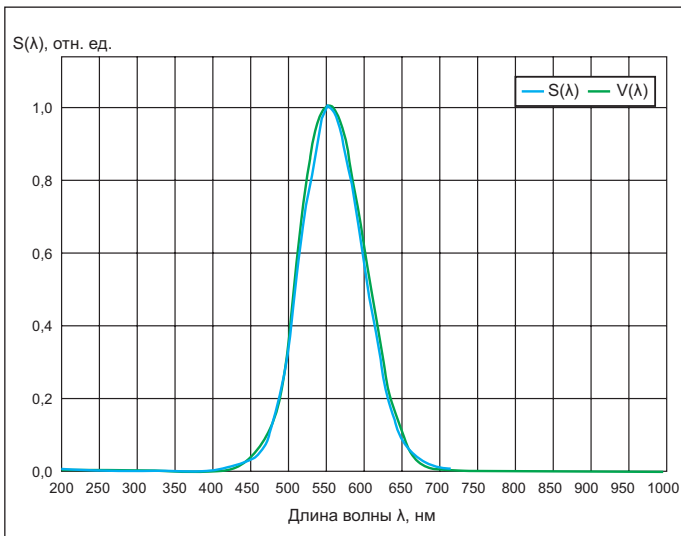


Рис. 2. Результат измерения относительной спектральной чувствительности фотоприемного устройства люксметра в сравнении со спектральной световой эффективностью глаза человека для дневного зрения (по ГОСТ 8.332-2013)

При производстве приборов погрешность спектральной коррекции проверяется для каждого образца прибора с целью гарантированного обеспечения остаточной погрешности в допустимых пределах (не более 3% при измерении всех типовых осветительных приборов, в том числе светодиодных).

Кроме того, на результат измерения освещенности в реальных условиях в значительной степени влияет погрешность пространствен-

ной чувствительности – фотоприемное устройство люксметра должно иметь косинусную зависимость чувствительности от угла падения излучения.

При измерении осветительных приборов с блоками питания на переменном токе световой поток неизбежно содержит переменную составляющую. При этом частота пульсации светового потока по-разному влияет на зрительный аппарат человека. Так, согласно ГОСТ 33393-2015, пульсация освещенности учитывает изменение падающего на рабочую поверхность светового потока частотой до 300 Гц. Утвержденная методика («осциллографический метод») измерения коэффициента пульсации освещенности определяет этот показатель как разницу между максимальным и минимальным значениями мгновенного значения освещенности, деленного на среднее значение, которое получено интегрированием мгновенной освещенности по времени.

Распределение освещенности от осветительного прибора с пульсирующим световым потоком представлено на рис. 4а–б. Осциллографический метод определения пульсации освещенности в данном случае даст результат порядка 13%. Однако основные гармоники пульсации светового потока приходятся на частоты выше 300 Гц. Поскольку такие пульсации не должны давать вклад в результат измерения пульсации освещенности по определению, для корректного измерения этого коэффициента требуется фильтрация сигнала.

Оригинальные схемотехнические решения и применение алгоритмов цифровой обработки сигналов позволили создать недорогой и соответствующий современным требованиям прибор для измерения коэффициента пульсации освещенности, позволяющий достоверно измерять характеристики источников света с пульсирующим световым потоком (в том числе диммируемые светодиодные источники света).

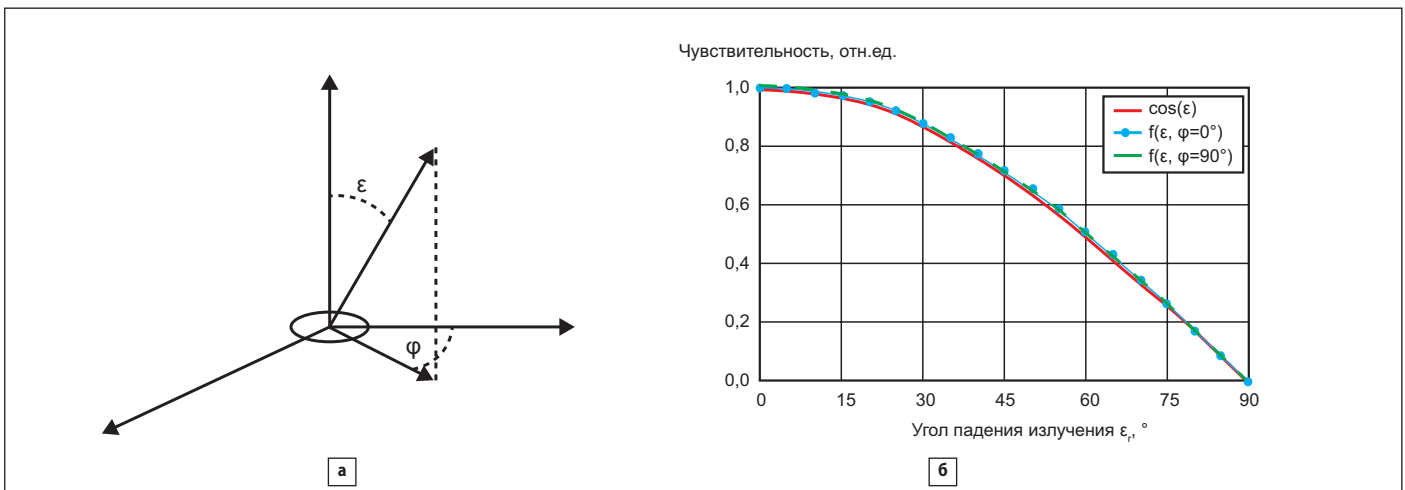


Рис. 3. а) система координат для определения пространственной чувствительности люксметра (по ГОСТ Р 8.850-2013); б) результат определения угловой чувствительности фотоприемного устройства конструкции НТП «ТКА» при государственных испытаниях средства измерений

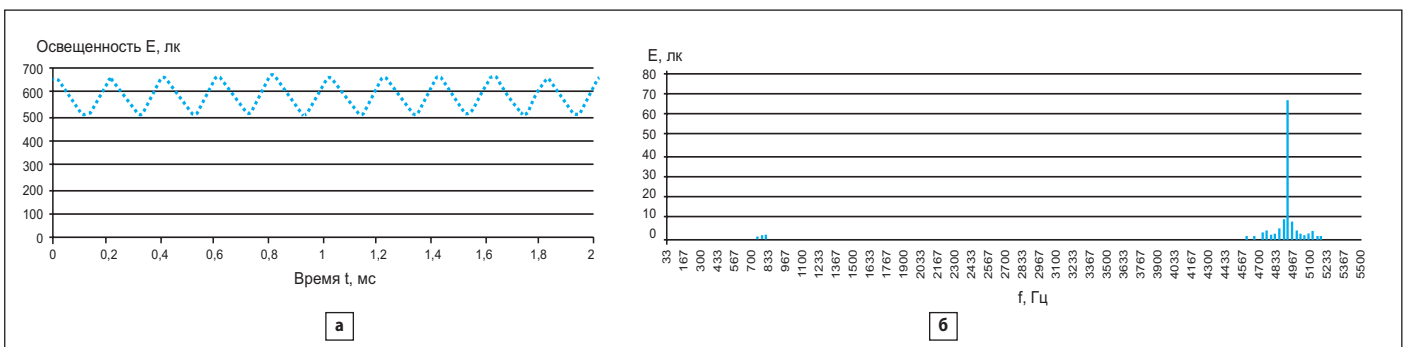


Рис. 4. а) осциллограмма типовой диммируемого осветительного прибора; б) анализ гармоник пульсирующего светового потока. В диапазоне 0–300 Гц пульсация светового потока практически отсутствует

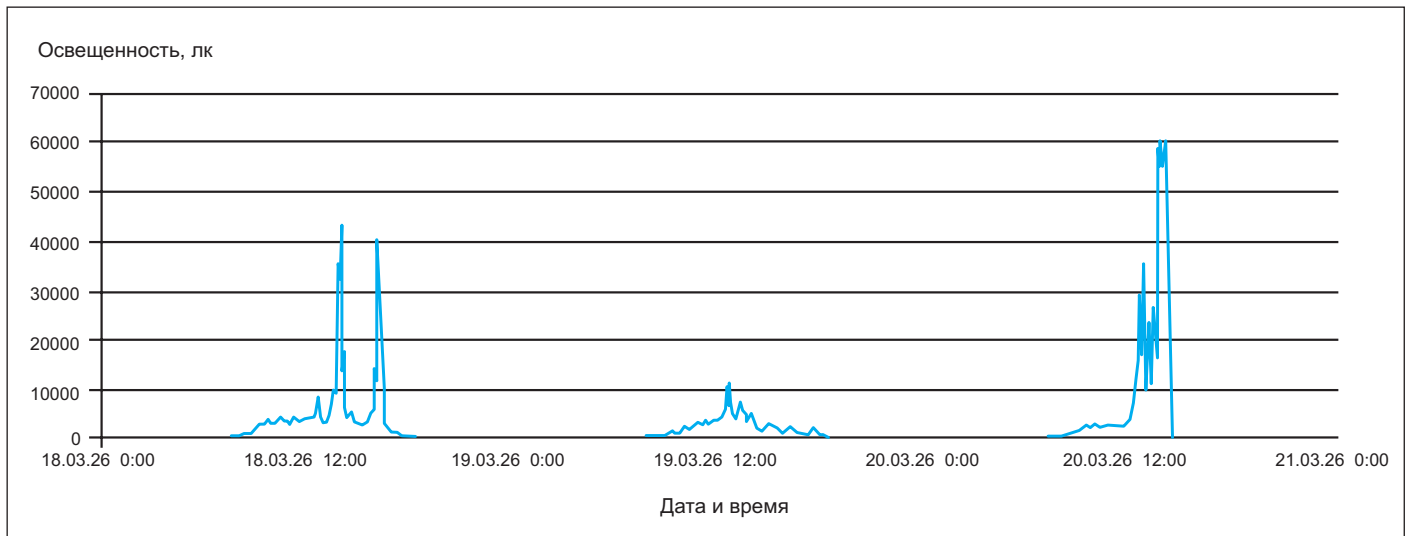


Рис. 5. График освещенности, построенный на основе измерений в режиме регистратора (логгера) с периодом сохранения 1 с

Таким образом, имеется возможность выполнить нормативные требования с минимальным отклонением (в пределах погрешности измерений прибора – 6%) и без излишних затрат.

Повышение производительности работы пользователя

У прибора имеется функция сохранения текущего измеренного значения по запросу пользователя. В дальнейшем сохраненные значения оператор может не только просматривать, но и отмечать в качестве применяемого для расчета статистических показателей.

В приборах линейки ТКА-Люкс/М предусмотрена функция расчета на основе сохраненных измерений статистических показателей и оценка неопределенности. На экране прибора отображаются:

- среднее, минимальное и максимальное значения освещенности и коэффициента пульсации;
- неопределенность измерений по типам А, Б;
- суммарная неопределенность;
- расширенная неопределенность (при коэффициенте охвата $k = 2$).

Возможности интеграции в измерительную систему

Модуль Bluetooth позволяет переносить результат измерений с приборов линейки ТКА-Люкс/М в реальном времени на смартфон. Приборы также оснащены USB-разъемом с возможностью непрерыв-

ной передачи измерений и питания по USB-кабелю с неограниченным временем работы.

Встроенная функция регистратора (логгера) измерений позволяет проводить долговременные измерения уровней освещенности и коэффициента пульсации (память логгера до 500 тыс. измерений) с настраиваемым периодом и режимом сохранения данных (мгновенное или среднее за период значение) (рис. 5).

Заключение

Разработка люксметра ТКА-Люкс/М является важным шагом в развитии отечественного приборостроения. Сочетание расширенных метрологических возможностей, устойчивости к экстремальным климатическим условиям и современных интерфейсов передачи данных делает прибор конкурентоспособным решением, полностью соответствующим требованиям актуальных стандартов и программ импортозамещения в Российской Федерации.

Новый цифровой люксметр ТКА-Люкс/М значительно упрощает процесс проведения светотехнических измерений в полевых и лабораторных условиях. Наличие встроенных функций расчета неопределенности, логгера и возможности интеграции с мобильными устройствами позволяет автоматизировать сбор данных и повысить достоверность получаемых результатов, минимизировав влияние человеческого фактора.

ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ
опытное и серийное производство,
проектирование, монтаж

**КОНТРАКТНАЯ РАЗРАБОТКА
И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ**



ООО «Вектор Технолоджи»
194044, Санкт-Петербург
Чугунная ул., д. 20
www.vectechspb.ru
E-mail: vectechspb@yandex.ru
(812) 329-38-01

Москва, 105187
ул. Фортунатовская, 10

Тел.: (495) 673-06-73
http://www.techno.ru
e-mail: 222@techno.ru

ООО ТЕХНО

Токопроводящий силикон Токопроводящий клей-герметик EX-A302L



По своему составу клей-герметик аналогичен готовым токопроводящим силиконовым профилям и, после вулканизации, полностью совместим с ними по электрохимическим параметрам, обеспечивающих решение задач обеспечения ЭМС, герметизации и климатической защиты. Прокладки из токопроводящего силикона состоят из формообразующей эластичной вулканизированной силиконовой резины, наполненной токопроводящими микрогранулами. Такая комбинация материалов позволяет решать задачи как по обеспечению требований ЭМС, так и по герметизации и климатической защите оборудования одновременно.