ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60904-8— 2013

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРИБОРЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ.

Часть 8. Измерение спектральной чувствительности фотоэлектрических приборов

IEC 60904-8:1998
Photovoltaic devices - Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН на основе аутентичного перевода на русский язык указанного в пункте 4 стандарта, который выполнен Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, Техническим комитетом по стандартизации ТК 206, ПК 206.10 «Эталоны и поверочные схемы в области оптических и оптико-физических измерений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г.№ 1713-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60904-8:1998 Приборы фотоэлектрические. Часть 8. Руководство по измерению спектральной чувствительности фотоэлектрического прибора (IEC60904-8:1998 «Photovoltaic devices - Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device»)

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (подраздел 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений
ПРИБОРЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ.
Часть 8. Измерение спектральной чувствительности фотоэлектрических приборов

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Photovoltaic devices. Part 8.
Measurement of spectral response of a photovoltaic device

Дата введения — 2015—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к измерениям относительной спектральной чувствительности линейных и нелинейных фотоэлектрических приборов. Настоящий стандарт распространяется только на однопереходные фотоэлектрические приборы.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

МЭК 60904-1: 1987 Приборы фотоэлектрические. Часть 1: Измерение вольт -амперных характеристик фотоэлектрических приборов

МЭК 60904-2: 1989 Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным элементам

МЭК 60904-3: 1989 Фотоэлектрические приборы. Часть 3: Измерение характеристик фотоэлектрических приборов с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения

МЭК 61646: 1996 Модули фотоэлектрические тонкопленочные для наземного применения. Квалификационная оценка конструкции и утверж - дение типа

3 Специальные требования к тонкопленочным приборам

3.1 Предварительная оценка стабильности

Перед измерениями спектральных характеристик фотоэлектрических тонкопленочных приборов, приборы стабилизируют с использованием процедуры тестовой засветки (смотри МЭК 61646).

3.2 Измерения под белым смещающим излучением

Измерения спектральной чувствительности фотоэлектрических тонкопленочных приборов проводят под белым смещающим излучением, с относительным спектральным распределением излучения близким к АМ 1,5. Уровень интенсивности излучения подбирают таким образом, чтобы спектральная чувствительность значительно не изменялась при уменьшении смещающего излучения на 50 %.

3.3 Эффект напряжения

Применяют следующие термины:

спектральная чувствительность под нагрузкой ($S_{v\lambda}$): Плотность тока при определенном напряжении нагрузки, созданная единицей освещенности на данной длине волн А·Вт $^{-1}$, как функция длины волны;

относительная спектральная чувствительность под нагрузкой, $k_1S_{v\lambda}$: Спектральная чувствительность под нагрузкой как функция длины волны, отнесенная к своему максимальному значению

$$k_1S_{v\lambda}=S_{v\lambda}/S_{v\lambda max}\ . \qquad (1)$$

Спектральную чувствительность фотоэлектрических тонкопленочных приборов измеряют при эксплуатационном напряжении нагрузки, что отражают в документации.

4 Измерения относительной спектральной чувствительности

Относительную спектральную чувствительность фотоэлектрических приборов измеряют с помощью источника излучения состоящего из набора квазимонохроматических компонент, перекрывающих рабочий спектральный диапазон исследуемых приборов. Относительную спектральную чувствительность фотоэлектрических приборов определяют по результатам измерений плотности тока короткого замыкания и освещенности на каждой из рассматриваемых длин волн эталонного фотоэлектрического прибора и исследуемого прибора.

Примечание - В настоящем стандарте понятия «излучение» и «солнечное излучение» рассматривают в широком смысле и включают, как видимую часть спектра, так и ультрафиолетовый и инфракрасный диапазоны.

В плоскости приемного устройства исследуемого фотоэлектрического прибора и эталонного фотоэлектрического прибора с помощью стабилизированного источника излучения создают однородную и равномерную освещенность. Значение показаний плотности тока короткого замыкания делят на значение освещенности или пропорциональный параметр и изображают графически как функцию длины волны. Если в плоскости фотоэлектрического прибора поддерживают постоянную освещенность, например путем изменения высоты выходной щели монохроматора при изменении длины волны, относительную спектральную чувствительность определяют непосредственно при считывании величины показаний плотности тока. Температуру исследуемого фотоэлектрического прибора и эталонного фотоэлектрического прибора контролируют и поддерживают ее постоянное значение.

В качестве эталонного фотоэлектрического прибора для измерения показаний освещенности может быть использована вакуумная термопара, пироэлектрический радиометр или другой аналогичный приемник излучения. Может быть использован эталонный фотоэлектрический прибор, относительная спектральная чувствительность которого включает требуемый спектральный диапазон. В этом случае, относительную спектральную чувствительность исследуемого прибора $k_2 S_{2\lambda}$ рассчитывают по формуле

$$k_2 S_{2\lambda} = k_1 S_{1\lambda} \frac{I_{mt\lambda}}{I_{mr\lambda}}, \qquad (2)$$

где $k_1 S_{1\lambda}$ - относительная спектральная чувствительность эталонного фотоэлектрического прибора на длине волны λ;

$I_{mr\lambda}$ – плотность тока короткого замыкания эталонного фотоэлектрического прибора измеренная на длине волны λ;

$I_{mt\lambda}$ - плотность тока короткого замыкания исследуемого фотоэлектрического прибора измеренная на той же длине волны.

В процессе подготовки аппаратуры для проведения измерений необходимо:

- проверять однородность и равномерность освещенности в плоскости приемного устройства исследуемого фотоэлектрического прибора (однородность и равномерность освещенности очень важна, когда исследуемый фотоэлектрический прибор и эталонный фотоэлектрический прибор имеют разные размеры);
- периодически проверять кривую спектрального коэффициента направленного пропускания фильтров из набора фильтрового колеса;
- проверять калибровку нагрузочного резистора и контактного сопротивления;
- контролировать на каждой исследуемой длине волны линейность зависимости тока короткого замыкания от интенсивности излучения;
- проверять, что величина сопротивления нагрузочного резистора минимальна для максимального приближения к условиям режима короткого замыкания.

На рисунке А.1 и рисунке А.2 (приложение А) приведены схемы установок для измерений спектральной чувствительности фотоэлектрических приборов. На рисунке А.1 в качестве набора квазимонохроматических компонент потока монохроматического источника излучения используют монохроматор с кварцевой призмой. В схеме установи на рисунке А.2 используют набор узкополосных фильтров, далее фильтровое колесо.

Примечание - В настоящем стандарте термин «монохроматический» означает узкий спектральный диапазон.

В качестве источника излучения используют вольфрамовую галогенную лампу мощностью 1000 Вт, работающую от стабилизированного источника питания, с цветовой температурой 3 200 К. Исследуемый фотоэлектрический прибор и эталонный фотоэлектрический прибор, располагают на противоположных сторонах поворотного стола, что позволяет поочередно вводить их в поток монохроматического излучения в одной и той же плоскости. Исследуемый фотоэлектрический прибор и эталонный фотоэлектрический прибор могут быть установлены на линейное позиционирующие устройство или освещены одновременно с помощью разделительного оптического элемента.

Фильтровое колесо должно содержать достаточное количество узкополосных интерференционных фильтров, чтобы перекрыть весь спектральный диапазон исследуемого фотоэлектрического прибора с шагом длины волны не более 50 нм. Размеры фильтров подбирают таким образом, чтобы они могли быть помещены между источником излучения и исследуемым фотоэлектрическим прибором или измерителем освещенности. Важно чтобы пропускание за пределами основной полосы пропускания было пренебрежимо мало (менее 0,2 %). Монохроматор обычно используют с постоянной шириной щели и таким же шагом длины волны, что на фильтровом колесе.

Для линейных фотоэлектрических приборов из кристаллического кремния или других материалов, ток короткого замыкания (напряжение на эталонном сопротивлении, подключенном по четырехпроводной схеме) и напряжения разомкнутой схемы вакуумной термопары или радиометра могут быть измерены напрямую с помощью цифрового вольтметра или потенциометра. Требования к точности оборудования и измерениям тока короткого замыкания приведены в МЭК 60904-1 и МЭК 60904-3. Если используют метод постоянного тока, источник излучения, исследуемый фотоэлектрический прибор и измеритель освещенности должны быть помещены в светонепроницаемый не отражающий кожух и должны быть приняты меры для устранения температурных и случайных электромагнитных полей, которые могут привести к появлению ошибок. Источник излучения может быть модулирован с малой частотой и выходное напряжение усилено и выпрямлено. Усилители напряжения должны иметь стабильные линейные выходные характеристики на всем этапе измерений.

Для нелинейных фотоэлектрических приборов необходимо использовать модулированное монохроматическое излучение и немодулированное смещающее излучение от имитатора солнечного излучения, чтобы увеличить освещенность до требуемого уровня (например, 1000 Вт·м $^{-2}$), как показано на рисунках А.1 и А.2.

Для линейных фотоэлектрических приборов смещающее излучение так же необходимо, если полученная спектральная чувствительность сильно меняется без воздействия смещающего излучения.

Метод измерения спектральной чувствительности при использовании импульсного излучения показан на рисунке А.3. Кроме изменения источника излучения, метод измерений остается таким же и основан на сравнении токов короткого замыкания, генерируемых исследуемым и эталонным фотоэлектрическими приборами.

Установка для исследования фотоэлектрических приборов при использовании импульсного излучения включает:

- мощную лампу-вспышку, со световыми импульсами высокой интенсивности;
- фильтровое колесо и светонепроницаемый кожух;
- держатель образца, обеспечивающий точную установку исследуемого и эталонного фотоэлектрических приборов;
- эталонный фотоэлектрический прибор, исследованный по спектру в соответствии с МЭК 60904-2;
- магазин сопротивлений нагрузки;
- электронный «пиковый детектор»;
- цифровой вольтметр.

Примечание - Метод измерения спектральной чувствительности при использовании импульсного излучения не может быть использован для фотоэлектрических приборов с большой постоянной времени. Необходимо убедиться, что получена одинаковая плотность тока короткого замыкания от импульсного и постоянного источников излучения с одинаковой интенсивностью. Те же требования относятся к эталонному фотоэлектрическому прибору.

Необходимо уделить особое внимание наблюдению за интенсивностью импульса излучения и последующей коррекции результатов, которая может быть ручной или автоматической.

Приложение А
(рекомендуемое)

Схемы установок для измерения спектральной чувствительности фотоэлектрических приборов

Схемы установок для измерения спектральной чувствительности фотоэлектрических приборов приведены на рисунках А.1–А.3.

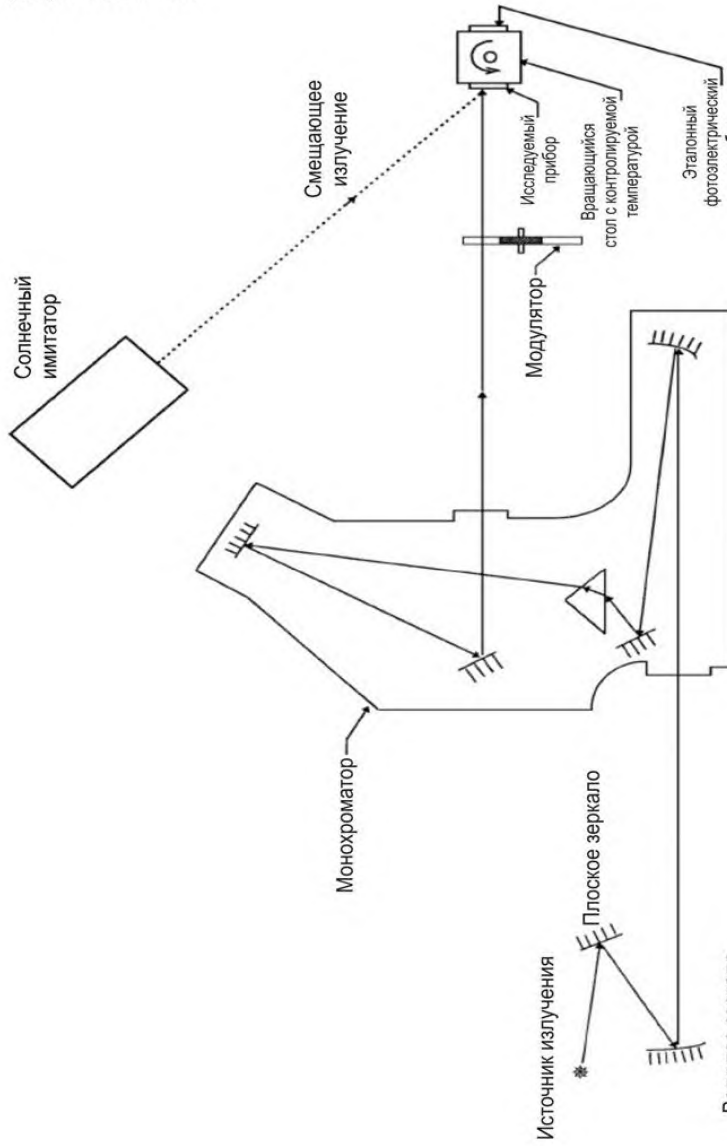

Рисунок 1. Измерения спектральной чувствительности с помощью монохроматора

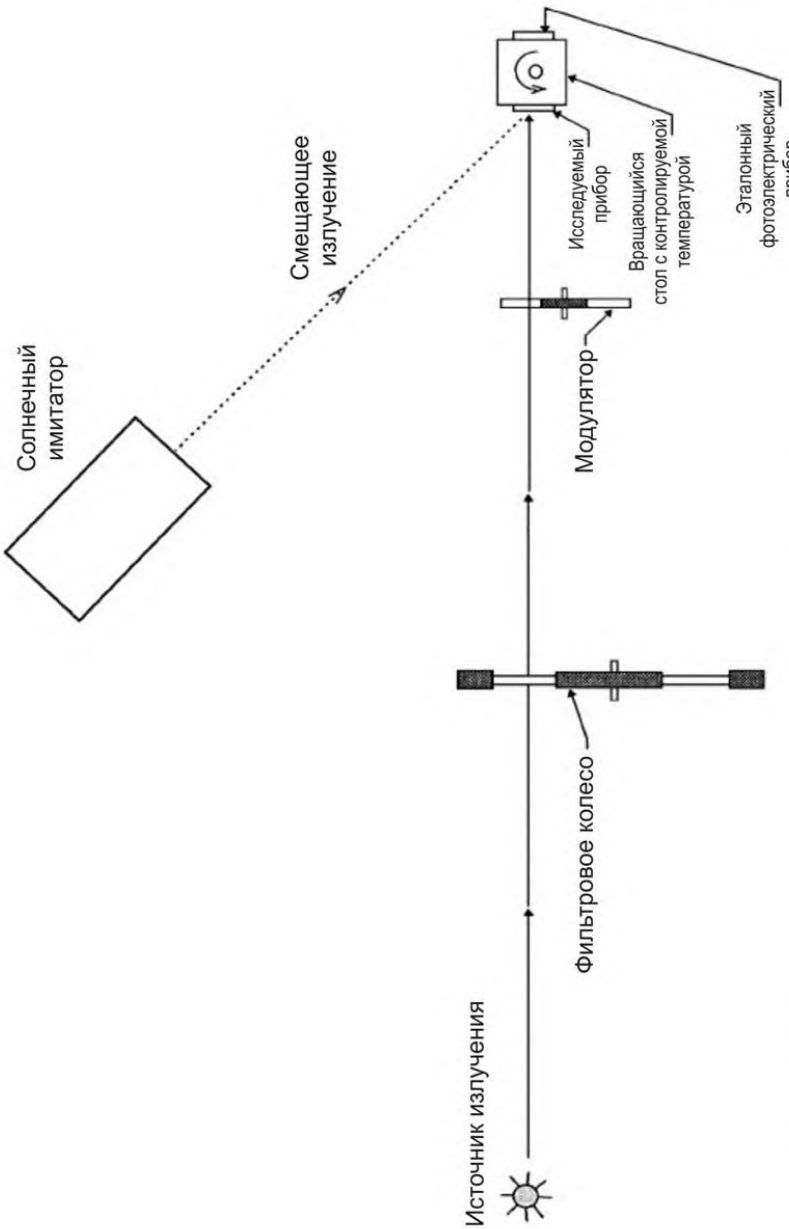

Рисунок А.2 Измерения спектральной чувствительности с помощью фильтрового колеса

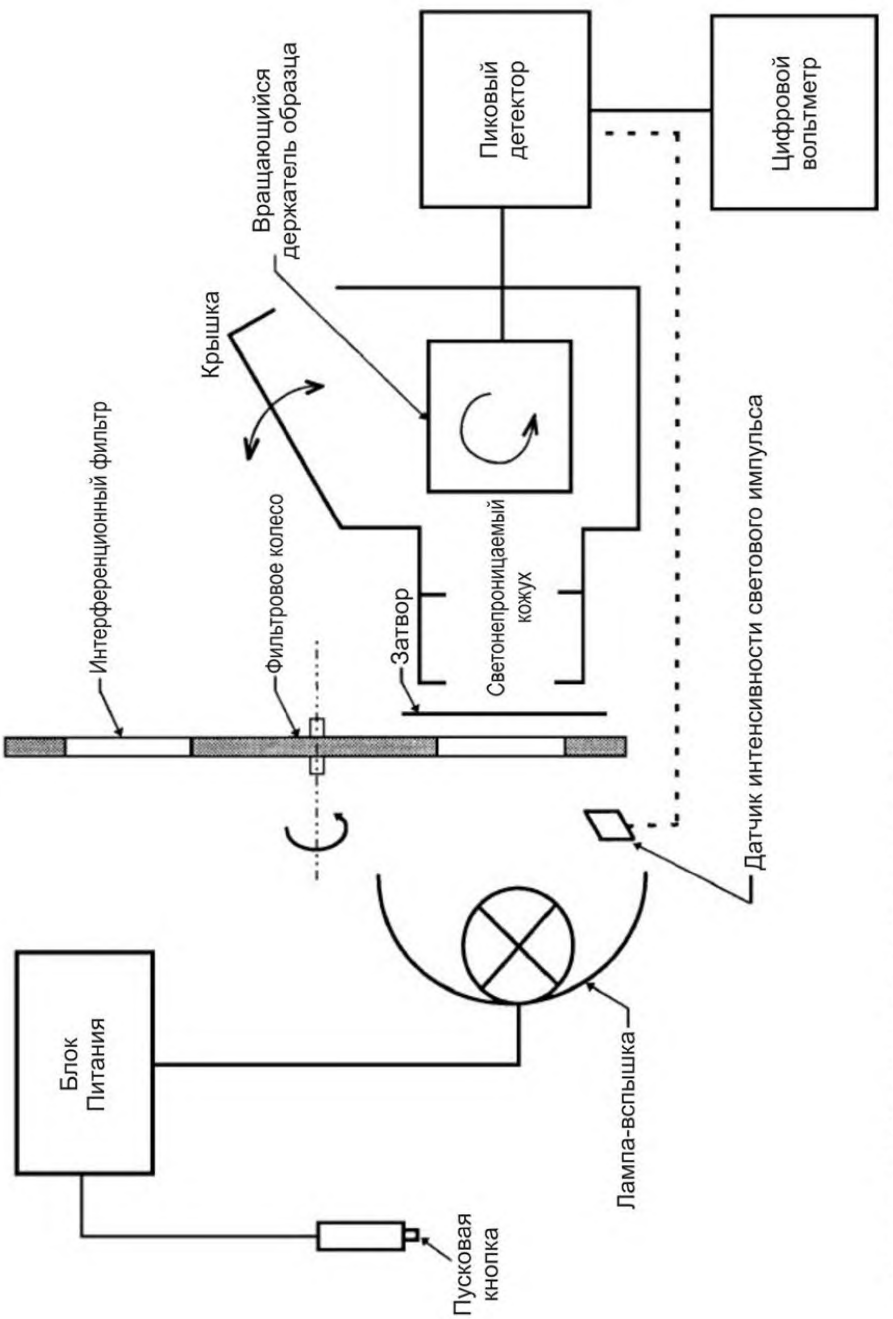

Рисунок А.3 Установка для измерения спектральной чувствительности при использовании импульсного излучения

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60904-1:2006	IDT	ГОСТ Р МЭК 60904-1–2013 «Приборы фотоэлектрические. Часть 1. Измерение вольт-амперных характеристик»
МЭК 60904-2:2007	IDT	ГОСТ Р МЭК 60904-2–2013 «Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным элементам»
МЭК 60904-3:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 60904-3–2013 «Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения характеристик фотоэлектрческих преобразователей с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения»
МЭК 61646:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 61646–2013 «Модули фотоэлектрические тонкопленочные наземные. Требования к конструкции и типовым испытаниям»
Примечание – В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT – идентичный стандарт.		

УДК 535.2; 681.7.069.32; 006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: фотоэлектрический прибор, спектральная чувствительность, фотоэлектрический тонкопленочный прибор, смещающее излучение, плотность тока короткого замыкания

Подписано в печать 01.10.2014. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 1,40. Тираж 34 экз. Зак. 3803.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru