ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПНСТ 211— 2017**

# ОБЛУЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ СВЕТОДИОДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

## Методы измерений

**Издание официальное**

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский светотехнический институт им. С.И. Вавилова» (ООО «ВНИСИ») при участии рабочей группы под руководством заведующего кафедрой «Светотехника» Национального исследовательского университета «МЭИ» (НИУ «МЭИ») к. т. н. Бооса Г.В.

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 332 «Светотехнические изделия»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 сентября 2017 г. № 12-пнст

*Правила применения настоящего стандарта и проведение его мониторинга установлены в ГОСТ 1.16—2011 (разделы 5 и 6).*

*Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: Москва, 1-й Рижский пер., д. 6, стр. 2, офис 607, 129626 (E-mail:* gost.e-ecolog.ru *з Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 109074, г. Москва, Китайгородский проезд, дом 7, строение 1.*

*В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2017

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

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# ОБЛУЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ СВЕТОДИОДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

## Методы измерений

LED plants irradiation. Measurement methods

**Срок действия — с 2017—12—01**
**до 2020—12—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы измерений параметров искусственного облучения растений светодиодными источниками света в производственных помещениях теплиц:

а) в установках для облучения растений сверху и в многоярусных установках стеллажного типа:

- горизонтальной фотосинтетической облученности,
- средней горизонтальной фотосинтетической облученности,
- равномерности горизонтальной фотосинтетической облученности;

б) в установках для дополнительного облучения растений в объеме ценоза (междурядное облучение):

- вертикальной фотосинтетической облученности.

Настоящий стандарт применяют при измерении параметров вновь созданных или реконструируемых установок для облучения растений в производственных помещениях теплиц.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8711 (МЭК 51-2—84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам

ГОСТ Р 55392 Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения

ГОСТ Р 56228 Освещение искусственное. Термины и определения

ГОСТ Р 57671 Приборы облучательные со светодиодными источниками света для теплиц. Общие технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

**Издание официальное**

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 55392 и ГОСТ Р 56228, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **облучательный прибор:** Устройство, предназначенное для облучения растений в промышленных теплицах и других культивационных закрытых сооружениях и содержащее один или несколько электрических источников света и арматуру.

Примечание — Осветительные приборы (светильники), используемые для облучения растений в технологических помещениях теплиц, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 57671.

3.2 **плоскость измерения:** Плоскость, на которой проводят измерения фотосинтетической облученности.

3.3 **фотосинтетическая облученность, мкмоль/с · м$^2$:** Отношение фотосинтетического потока фотонов, падающего на малый участок поверхности, к площади этого участка (плотность потока фотонов на поверхности).

3.4 **фотосинтетически активная радиация**; ФАР: Оптическое излучение в диапазоне от 400 до 700 м, используемое растениями для фотосинтеза, роста и развития.

Примечание — Обычно ФАР измеряют в энергетических единицах (Вт) или единицах фотосинтетического потока фотонов (мкмоль/с).

3.5 **фотосинтетический поток фотонов, мкмоль/с:** Суммарное число фотонов, излучаемых в секунду в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм.

3.6 **ценоз** (растений, технологический): Совокупность растений в теплице или другом сооружении защищенного грунта.

3.7 **контрольный участок:** Часть объекта освещения (теплица, стеллажная полка) установленной формы с заданными размерами, предназначенная для проведения измерений фотосинтетической облученности.

3.8 **контрольная точка:** Точка на контрольном участке, в которой проводят измерение фотосинтетической облученности.

## 4 Требования к средствам измерений

4.1 Для измерения фотосинтетической облученности (далее — облученность) используют:

- интегральные измерители плотности потока фотонов, позволяющие проводить измерения не более чем 1500 мкмоль/(с · м$^2$) и имеющие суммарный предел допускаемой относительной погрешности не более 10 %;
- переносные спектрорадиометры с диапазоном измерения от 400 до 700 нм, программное обеспечение которых позволяет измерять облученность. Допускаемая относительная погрешность измерений — 10 %.

При отсутствии требуемого программного обеспечения спектрорадиометром измеряют спектральную плотность энергетической облученности в области ФАР в диапазоне от 400 до 700 нм, а затем рассчитывают облученность по 7.1.

4.2 Для измерения напряжения в сети применяют вольтметры класса точности не ниже 1,5 по ГОСТ 8711.

4.3 Измерительные приборы должны быть поверены.

## 5 Условия проведения измерений

5.1 Измерение облученности проводят в темное время суток, когда значение естественной освещенности не превышает 100 лк при отсутствии растений в теплицах.

5.2 В начале и в конце измерений измеряют напряжение на щитках распределительных сетей освещения.

5.3 Измерения проводят после стабилизации уровня облученности, создаваемого установкой.

5.4 При измерениях облученности на измерительный фотометрический датчик не должна падать тень от человека или посторонних предметов.

## 6 Методы измерений

Перед измерениями облученности в производственных помещениях теплиц выбирают и наносят на план помещения или облучаемого участка контрольные точки для измерения облученности с указанием размещения облучательных приборов (далее — приборы). Измерения проводят в контрольных точках по 6.1, 6.2.

### 6.1 Расположение контрольных точек при измерении средней горизонтальной облученности и равномерности облученности

6.1.1 В установках для облучения растений сверху измерения проводят в горизонтальной плоскости посадки (при отсутствии растений) в пределах прямоугольного контрольного участка, образуемого проекциями центральных точек девяти приборов (3 × 3), расположенных таким образом, чтобы между любым из них и дорожкой, технологическим проходом или стенкой теплицы находилось не менее четырех приборов. Область расположения контрольного участка выделена на рисунке 1 фоном.

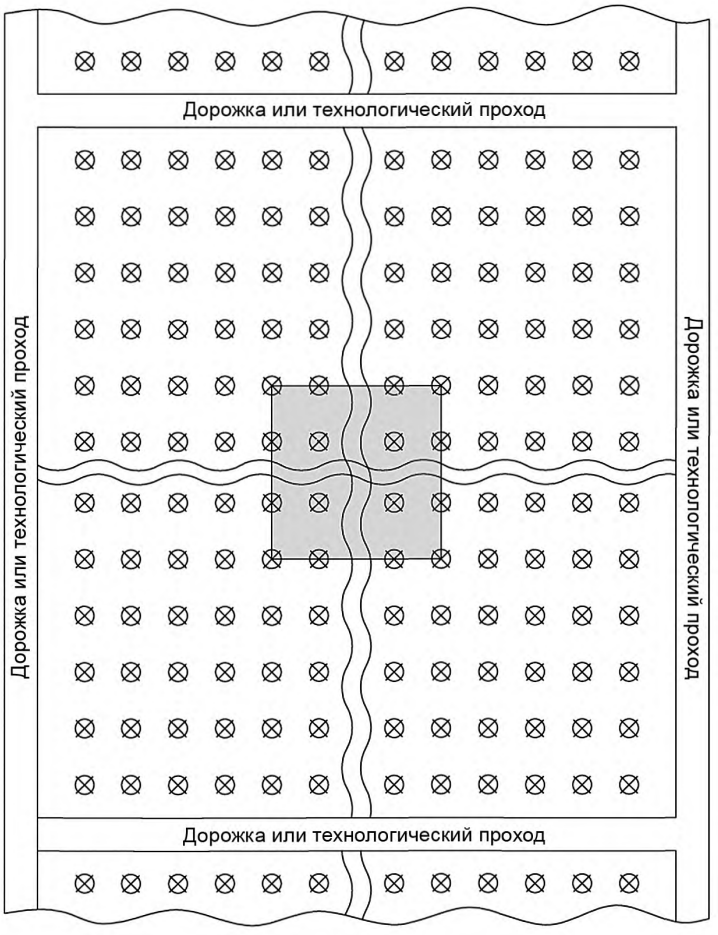
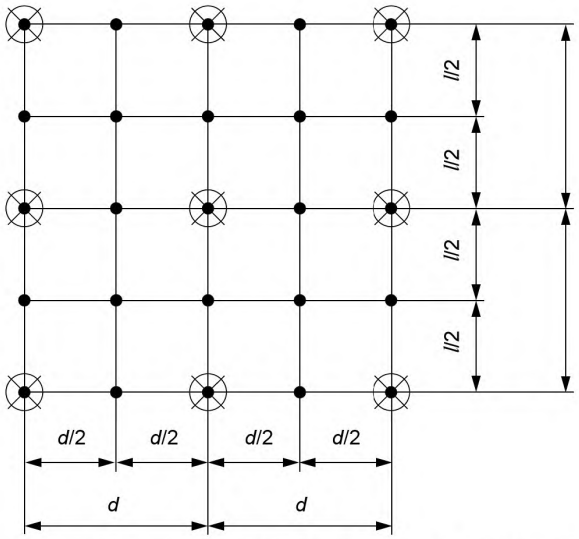



Рисунок 1

Контрольные точки измерения горизонтальной облученности размещают в пределах контрольного участка по схеме, приведенной на рисунке 2.

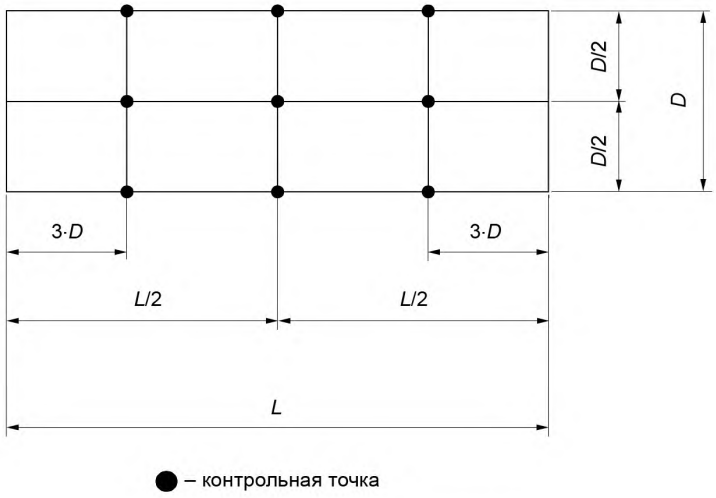
Примечание — Если контрольных участков более одного, то результаты усредняют по всем контрольным участкам.




*l* — расстояние между приборами в продольном направлении (параллельном оси теплицы); *d* — расстояние между приборами в поперечном направлении (перпендикулярном к оси теплицы)

Рисунок 2

6.1.2 В установках для облучения растений в многоярусных установках стеллажного типа измерения проводят на одной произвольно выбранной стеллажной полке. Измерения проводят в горизонтальной плоскости посадки (при отсутствии растений) в контрольных точках, схема расположения которых показана на рисунке 3.




*L* — длина полки; *D* — ширина полки

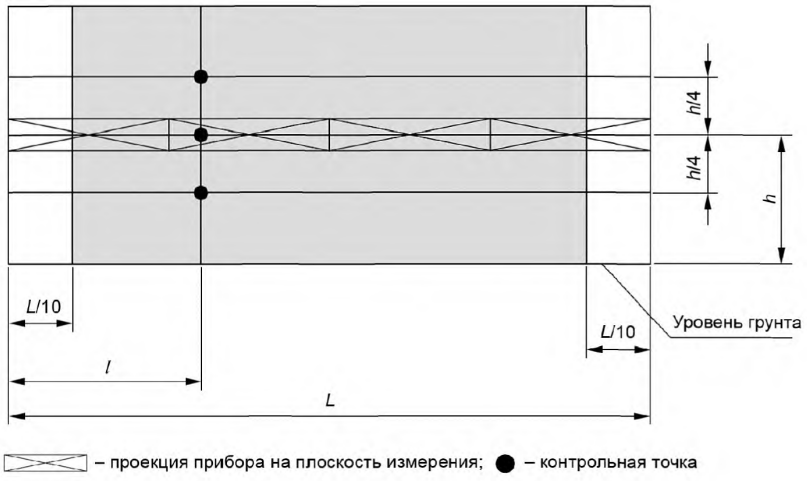
Рисунок 3

### 6.2 Расположение контрольных точек при измерении вертикальной облученности

Измерение вертикальной облученности проводят только для установок для дополнительного облучения растений в объеме ценоза (междурядное облучение). Измерения проводят на вертикальной плоскости, проходящей через линию посадки (при отсутствии растений).

Измерения проводят с одной произвольно выбранной стороны прохода между рядами посадки растений на расстоянии не менее $L/10$ от начала/конца ряда посадки, где $L$ — длина ряда посадки. Измерения проводят в контрольных точках.

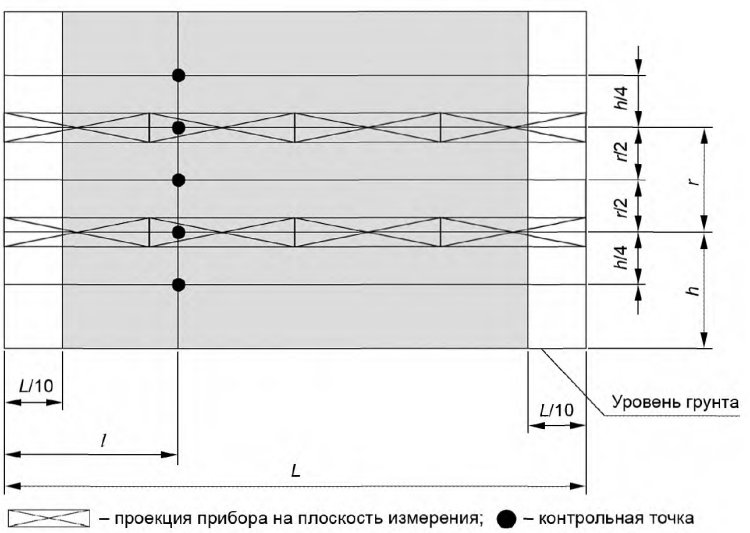
Схема расположения контрольных точек измерения вертикальной облученности при междурядном облучении растений одним рядом приборов показана на рисунке 4. Фоном выделена область, в пределах которой должны быть расположены контрольные точки. Значение $l$ должно быть в пределах $0{,}1 \cdot L \le l \le 0{,}9 \cdot L$.




$L$ — длина ряда посадки растений; $l$ — расстояние от контрольной точки до начала ряда посадки растений; $h$ — высота расположения приборов над уровнем грунта

Рисунок 4

Схема расположения контрольных точек измерения вертикальной облученности при междурядном облучении растений двумя рядами приборов показана на рисунке 5. Фоном выделена область, в пределах которой должны быть расположены контрольные точки. Значение $l$ должно быть в пределах $0{,}1 \cdot L \le l \le 0{,}9 \cdot L$.




$L$ — длина ряда посадки растений; $l$ — расстояние от контрольной точки до начала ряда посадки; $h$ — высота расположения нижнего ряда приборов над уровнем грунта; $r$ — расстояние между рядами приборов

Рисунок 5

6.3 Результаты измерения облученности заносят в протоколы, форма которых приведена в приложении А.

## 7 Обработка результатов измерений

7.1 В случае измерения спектрорадиометром спектральной плотности энергетической облученности в области ФАР в диапазоне от 400 до 700 нм облученность $E_{ФАР}$, мкмоль/(с · м$^2$), рассчитывают по формуле

$$E_{ФАР} = \int_{400нм}^{700нм} E_\lambda \cdot \frac{\lambda}{h \cdot c \cdot N_A} d\lambda = K \int_{400нм}^{700нм} E_\lambda \cdot \lambda \cdot d\lambda, \quad (1)$$

где $E_\lambda$ — спектральная плотность энергетической облученности, Вт/(м$^2$ · нм);

$\lambda$ — длина волны, нм;

$h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · с — постоянная Планка;

$c = 3 \cdot 10^{17}$ нм/с — скорость света;

$N_A = 6{,}022 \cdot 10^{17}$ мкмоль$^{-1}$ — число Авогадро;

$K = 8{,}36 \cdot 10^{-3}$ мкмоль · нм$^{-1}$ · Дж$^{-1}$ — коэффициент.

7.2 Среднюю горизонтальную облученность $E_{ср}$ определяют как среднеарифметическое горизонтальной облученности в контрольных точках по формуле

$$E_{ср} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} E_i, \quad (2)$$

где $E_i$ — горизонтальная облученность в контрольной точке $i$, мкмоль/(с · м$^2$);

$N$ — число контрольных точек измерения.

7.3 Равномерность облученности $U$ определяют как отношение минимального значения измеренной облученности $E_{мин}$ к ее среднему значению $E_{ср}$

$$U = E_{мин}/E_{ср}, \quad (3)$$

где $E_{мин} = \min\{E_i\}$, а $E_i$ — горизонтальная облученность в контрольной точке $i$, мкмоль/(с · м$^2$).

## 8 Требования к протоколу измерений

8.1 Протокол измерений должен быть оформлен на бланке организации, проводящей измерения, подписан и утвержден уполномоченными лицами.

8.2 Общая часть протокола должна содержать следующую информацию:

- дата, время и место измерений;
- напряжение питающей сети до и после измерений;
- сведения о средствах измерений (тип, дата свидетельства о поверке);
- назначение облучательной установки (для облучения растений сверху; для облучения растений в многоярусных установках стеллажного типа; для дополнительного облучения растений в объеме ценоза);
- схема расположения приборов с указанием размеров;
- местоположение контрольного участка;
- сетка точек измерений.

8.3 Раздел протокола «Результаты измерений» должен содержать:

- таблицу значений горизонтальной и/или вертикальной облученности, измеренных в контрольных точках;
- рассчитанные фактические значения средней горизонтальной облученности и равномерности горизонтальной облученности.

8.4 Рекомендуемые формы протоколов измерений облученности приведены в приложении А.

**Приложение А**
**(справочное)**

## Формы протоколов измерений облученности

### А.1 Форма протокола измерений горизонтальной облученности

Наименование (номер) помещения_____

Геометрические размеры помещения: ширина_____
длина _____
высота _____

Назначение облучательной установки: установка для облучения растений сверху, многоярусная установка стеллажного типа (нужное подчеркнуть)

Дата проведения измерений _____

Название и номер измерительного прибора _____

Номер и дата свидетельства о поверке _____

Напряжение сети: в начале измерений_____
в конце измерений_____

Результаты измерений

Т а б л и ц а 1 — Значения горизонтальной облученности

| № контрольной точки | Значение горизонтальной облученности, мкмоль/(с · м$^2$) |
|---|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| … | |

Средняя горизонтальная облученность, мкмоль/(с · м$^2$):

Равномерность горизонтальной облученности:

Приложения: 1 Схема расположения приборов и местоположение контрольного участка.
2 Сетка точек измерения.

### А.2 Форма протокола измерений вертикальной облученности

Наименование (номер) помещения_____

Геометрические размеры помещения: ширина _____
длина _____
высота _____

Назначение облучательной установки: для дополнительного облучения растений в объеме ценоза

Дата проведения измерений _____

Название и номер измерительного прибора_____

Номер и дата свидетельства о поверке_____

Напряжение сети: в начале измерений_____
в конце измерений _____

Результаты измерений

Т а б л и ц а 2 — Значения вертикальной облученности

| № контрольной точки | Значение вертикальной облученности, мкмоль/(с · м$^2$) |
|---|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| … | |

Приложения: 1 Схема расположения приборов и местоположение контрольного участка.
2 Сетка точек измерения.

УДК 621.316:006.354 ОКС 29.140.40

Ключевые слова: искусственное освещение, освещение теплиц, методы измерений

**БЗ 9—2017/235**

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 25.09.2017. Подписано в печать 11.10.2017. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,28. Тираж 20 экз. Зак. 1936.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru