

Стандартизация светотехнических приборов и установок для теплиц

Г.В. БООС¹, Л.Б. ПРИКУПЕЦ², Е.И. РОЗОВСКИЙ^{2,4},
Р.И. СТОЛЯРЕВСКАЯ³

¹ НИУ «МЭИ», Москва

² ООО «ВНИСИ», Москва

³ Редакция журнала «Светотехника»

⁴ E-mail: rozovskiy@vnisi.ru

Аннотация

Описаны разработанные ООО «ВНИСИ» не имеющие аналогов в мире стандарты на облучатели для промышленных теплиц (ГОСТ Р 57671–2017) и на методы измерения облучённости в области ФАР в производственных помещениях промышленных теплиц при облучении растений сверху, междурядном облучении растений и облучении растений в установках стеллажного типа (ПНСТ 211–2017), а также методики измерения освещённости (ФР.1.37.2017.27376) и фотосинтетической облучённости (ФР.1.37.2017.27375) растений в промышленных теплицах с установками со светодиодами, измерения фотосинтетического потока фотонов облучательных приборов со светодиодами для промышленных теплиц (ФР.1.37.2017.27374) и измерения светотехнических характеристик и расчёта показателей энергоэффективности установок со светодиодами для облучения растений в промышленных теплицах (ФР.1.37.2017.27373).

Ключевые слова: облучательные установки с СД, облучатели с СД, фотосинтетический поток фотонов, фотосинтетическая облучённость, освещённость, показатели энергоэффективности, относительная удельная мощность, удельное годовое энергопотребление.

1. Введение

Развитие светокультуры сделало актуальными вопросы формирования нормативной базы технологического освещения промышленных теплиц. С учётом того, что нормативная база освещения растений в теплицах [1] устарела, т.к. находится на уровне начала 90-х годов прошлого века и не соответствует реалиям сегодняшнего дня, весьма важным является создание

новых стандартов и методик измерения как характеристик оптического излучения современных облучательных приборов (ОП) со светодиодами (СД), так и параметров облучательных установок на их основе. Разработка подобных документов позволит избежать необоснованных маркетинговых деклараций при оценке эффективности облучателей с СД, обеспечит получение достоверной и сопоставимой информации и будет способствовать ускоренному внедрению СД в практику тепличного освещения.

В настоящее время единственным действующим нормативным документом, охватывающим, помимо прочего, вопросы освещения растений в теплицах, являются «Методические рекомендации по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады» [2]. В этом документе, относящемся к «Системе рекомендаций документов АПК Министерства сельского хозяйства РФ», вопросы «светового режима» в теплицах изложены некорректно, т.к. согласно пп. 6.1.4 этих рекомендаций «при выращивании растений в условиях искусственного облучения для сеянцев и рассады рекомендуется принимать облучённость $80 \text{ Вт/м}^2 \text{ ФАР}$, для овощных культур $80\text{--}160 \text{ Вт/м}^2 \text{ ФАР}$ », а это означает, что при использовании НЛВД освещённость должна составлять 30–60 клк, что явно не соответствует действительности (в промышленных теплицах уровень освещённости лишь приближается к нижнему пределу указанного диапазона [3]).

В 2016–2017 гг. ООО «ВНИСИ» разработал два стандарта, имеющих непосредственное отношение к выращиванию растений в предприятиях закрытого грунта: ГОСТ Р 57671–2017 «Приборы облучательные со светодиодами источниками света для теплиц. Общие технические условия» [4]

[4] и ПНСТ 211–2017 «Облучение растений светодиодными источниками света. Методы измерений» [5], которые прошли публичное обсуждение и вводятся в действие с 1 декабря 2017 г. При этом следует отметить, что эти разработанные ООО «ВНИСИ» стандарты, в которых фактически впервые вводится в практику новая система фотосинтетических фотонных величин, являются, в сущности, первой попыткой стандартизации в области освещения производственных помещений промышленных теплиц, хотя работа по подготовке нормативных документов по освещению растений в теплицах проводится и за рубежом [6]. В частности, в июле 2017 г. в США выпущен национальный стандарт «Величины и единицы оптического излучения для растений», подготовленный при участии международной группы экспертов Американским национальным институтом стандартов (ANSI) и Американским обществом сельскохозяйственных и биоинженеров (ASABE) [7] и представляющий собой, в сущности, свод терминов и определений в области энергетических и фотонных величин (см., например, [8, 9]), которые давно используются применительно к светокультуре растений (см., например, [10–13]). Кроме того, в настоящее время ANSI и ASABE приступили к разработке ещё одного стандарта, связанного с освещением растений в теплицах [14].

2. ГОСТ Р 57671–2017 «Приборы облучательные со светодиодами источниками света для теплиц. Общие технические условия» [4]

Национальный стандарт РФ «Приборы облучательные со светодиодами источниками света для теплиц. Общие технические условия» распространяется на ОП с СД, предназначенные для облучения растений в промышленных теплицах и других культивационных сооружениях защищённого грунта и рассчитанные для работы в сетях переменного тока напряжением до 600 В включительно. В стандарте содержатся общие требования к ОП для теплиц, в том числе фотометрические и электротехнические требования, требования к конструкции, требования к защите от воздействия климатических и механических факторов внешней среды.

В фотометрической части приведены, в частности, требования эффективности приборов в области ФАР, которая должна быть не меньше чем 2,0 мкмоль/Дж у приборов для освещения растений сверху, не меньше чем 1,8 мкмоль/Дж у приборов для дополнительного освещения растений в объёме ценоза (междурядное освещение) и не меньше чем 1,9 мкмоль/Дж у приборов для освещения растений в многоярусных установках стеллажного типа. Кроме того, в стандарте кратко изложен порядок определения эффективности приборов в области ФАР, состоящий из следующих этапов:

а) Измерение спектральной плотности излучения ОП в области ФАР (400–700 нм).

б) Расчёт фотосинтетического потока фотонов по формуле¹:

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

где $F_{\text{ФАР}}$ – фотосинтетический поток фотонов, мкмоль/с; φ_{λ} – спектральная плотность распределения энергии излучения приборов, Дж/нм; λ – длина волны, нм; h – постоянная Планка; c – скорость света; N_A – число Авогадро.

в) Измерение потребляемой ОП мощности.

г) Расчёт эффективности ОП в области ФАР по формуле:

$$\eta_{\text{ФАР}} = F_{\text{ФАР}}/P, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{ФАР}}$ – эффективность прибора в области ФАР, мкмоль/Дж; $F_{\text{ФАР}}$ – фотосинтетический поток фотонов, мкмоль/с; P – потребляемая прибором мощность, Вт.

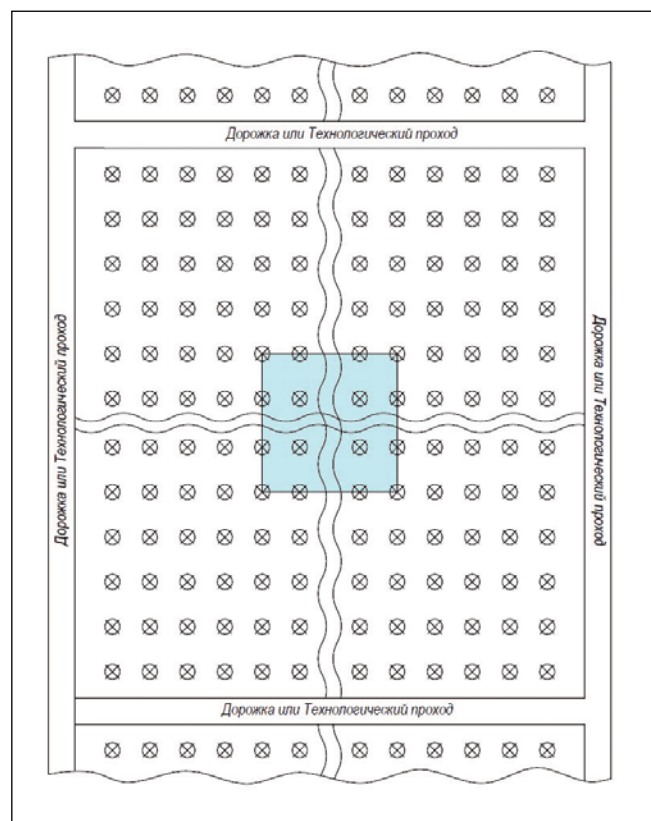
3. ПНСТ 211–2017 «Облучение растений светодиодными источниками света. Методы измерений» [5]

Предварительный национальный стандарт РФ ПНСТ 211–2017 «Облучение растений светодиодными источниками света. Методы измерений» устанавливает методы измерений параметров искусственного облучения растений в производственных помещениях теплиц:

¹ Фотосинтетический поток фотонов ОП может быть также определён на основе результатов измерений светового потока и относительного спектрального распределения энергии излучения ОП. Соответствующая методика была разработана ООО «ВНИСИ» (см. 4.1).

Рис. 1. Расположение контрольного участка для измерения горизонтальной облучённости в установках для облучения растений сверху.

⊗ – проекция центра ОП на плоскость измерения. Фоном выделена область, в пределах которой должен располагаться контрольный участок



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

- горизонтальной фотосинтетической облучённости;
- средней горизонтальной фотосинтетической облучённости;
- равномерности горизонтальной фотосинтетической облучённости;

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

- вертикальной фотосинтетической облучённости.

В ПНСТ приведены методы измерений горизонтальной и вертикальной облучённости в производственных помещениях промышленных теплиц. Эти измерения проводят в контрольных точках, местоположение которых зависит от типа облучательной установки.

В установках для облучения растений сверху измерения проводят в горизонтальной плоскости посадки растений (при отсутствии растений) в пределах прямоугольного контрольного участка, образуемого проекциями центральных точек девяти ОП (3×3),

выбираемых таким образом, чтобы между любым из этих приборов и дорожкой, технологическим проходом или стенкой теплицы находилось не менее четырёх приборов. Область, в пределах которой должен располагаться контрольный участок, показана на рис. 1. Контрольные точки измерения горизонтальной облучённости размещают в пределах контрольного участка по схеме, приведённой на рис. 2.

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

В установках для дополнительного облучения растений в объёме ценоза (междурядное облучение) измерения проводят на вертикальной плоскости, проходящей через линию посадки растений (при отсутствии растений) с одной произвольно выбранной стороны прохода между рядами растений на расстоянии не менее $L/10$ от начала/конца ряда посадки растений, где L – длина ряда посадки растений. Измерения проводят в контрольных

точках, схема расположения которых показана на рис. 4 и 5.

4. Методики измерений потоков излучения и облучённости/освещённости в области ФАР

Разработка вышеупомянутых стандартов и возрастающая потребность в метрологическом обеспечении выращивания сельскохозяйственной продукции в промышленных теплицах, а также всё более широкое применение в теплицах светодиодных источников света, способных минимизировать затраты энергии и оптимизировать спектральный состав параметров освещения, требующегося растениям для фотосинтеза, привели к необходимости разработки методик измерения таких параметров облучательных приборов и установок, как фотосинтетический поток фотонов ОП и облучённость/освещённость растений в производственных помещениях промышленных теплиц. Соответствующие методики были разработаны во ВНИСИ [15–18]. Разработки методик выполнялись применительно к использованию современных средств измерений спектрального и интегрального типа, позволяющих определять поток излучения ОП и облучённость в области ФАР с приемлемой для поставленной задачи точностью и с учётом спектрорадиометрической основы определения величин, характеризующих фотосинтетически активную радиацию (формула (1)).

4.1. Методика измерения гониофотометром «RIGO 801» и спектрорадиометром «CAS140» фотосинтетического потока фотонов облучательных приборов со светодиодами для промышленных теплиц [15]

Эта методика, зарегистрированная в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под № ФР.1.37.2017.27374, устанавливает совокупность и последовательность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений фотосинтетического потока фотонов ОП, применяемых для облучения растений в промышленных теплицах, в диапазоне от $6 \cdot 10^{16}$ до $1,8 \cdot 10^{21}$ фотонов/с (от 0,1 до 3000 мкмоль/с). В соответствии с этой ме-

Рис. 2. Схема расположения контрольных точек измерения горизонтальной облучённости в установках для облучения растений сверху.
 ⊗ – проекция центра ОП на плоскость измерения,
 ● – контрольная точка,
 l – расстояние между ОП в продольном (параллельном оси теплицы) направлении,
 d – расстояние между ОП в поперечном (перпендикулярном оси теплицы) направлении

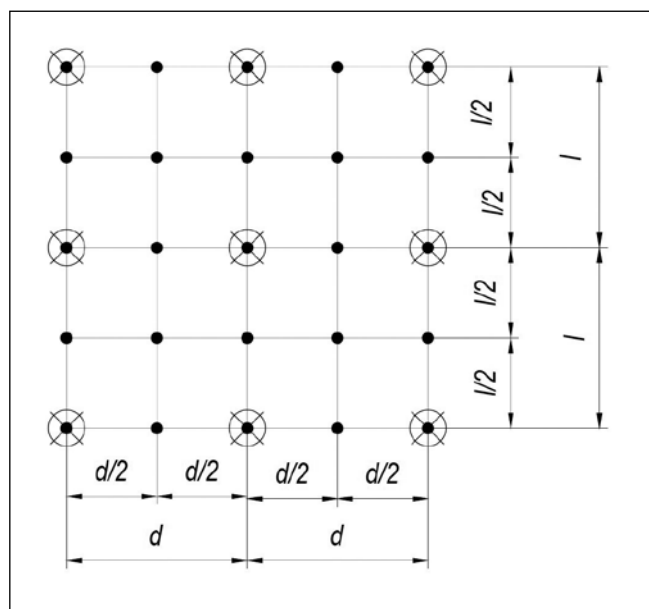
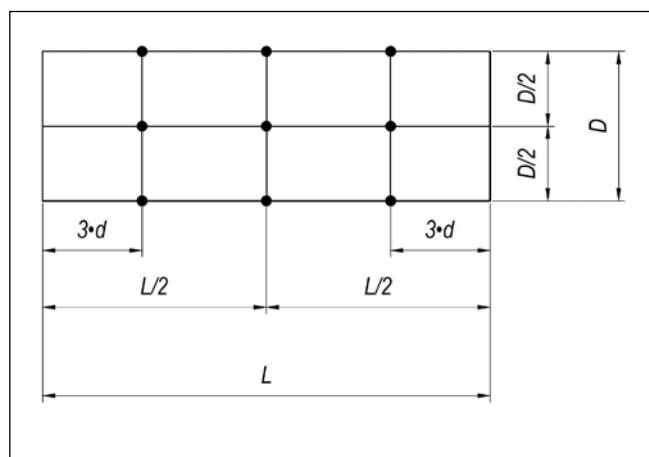


Рис. 3. Схема расположения контрольных точек измерения горизонтальной облучённости в многоярусных установках стеллажного типа.
 ● – контрольная точка,
 L – длина полки, D – ширина полки

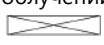


тодикой, измерения фотосинтетического потока фотонов, излучаемого ОП с СД, выполняют методом, основанным на измерениях светового потока приборов со светодиодами в лм и измерениях относительной спектральной плотности потока излучения в 1/нм с последующей математической обработкой результатов измерений для получения фотосинтетического потока фотонов ОП с СД в мкмоль/с. Пределы суммарной относительной погрешности измерений фотосинтетического потока фотонов ОП с СД, осуществляемых в соответствии с этой методикой с использованием гониофотометра «RIGO 801» производства компании *TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH*, Германия, и спектрорадиометра «CAS140» компании *Instrument Systems GmbH*, Германия, равны 8,2 % для ОП с белыми СД и 10,3 % для ОП с красными и синими СД. Для удобства пользователей в методике приведён алгоритм расчёта

в редакторе *Excel* фотосинтетического потока фотонов и фотонной силы излучения в области ФАР на основе измеренных значений светового потока и силы света ОП и относительного спектрального распределения потока излучения ОП в интервале длин волн $380 \div 780$ нм.

4.2. Методика измерений освещённости растений в промышленных теплицах с установками со светодиодами люксметром «ТКА-ЛЮКС» [16]

Эта методика, зарегистрированная в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под № ФР.1.37.2017.27376, предназначена для контроля соответствия освещённости растений в производственных помещениях промышленных теплиц предъявляемым требованиям. Она устанавливает совокупность и последовательность конкретно опи-

Рис. 4. Схема расположения контрольных точек измерения вертикальной облучённости при междурядном облучении растений одним рядом ОП.  – проекция ОП на плоскость измерения, ● – контрольная точка, L – длина ряда посадки растений, l – расстояние от контрольной точки до начала ряда посадки растений ($0,1 \cdot L \leq l \leq 0,9 \cdot L$), h – высота расположения ОП над уровнем грунта. Фоном выделена область, в пределах которой должны располагаться контрольные точки

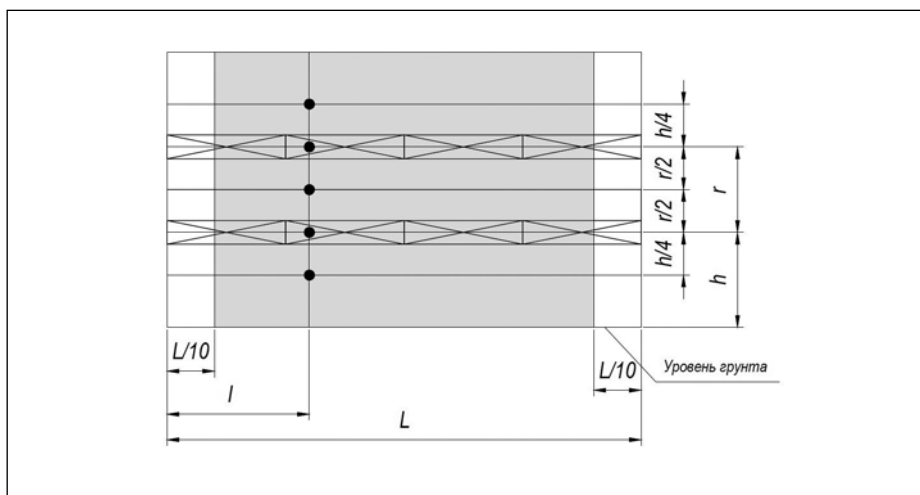
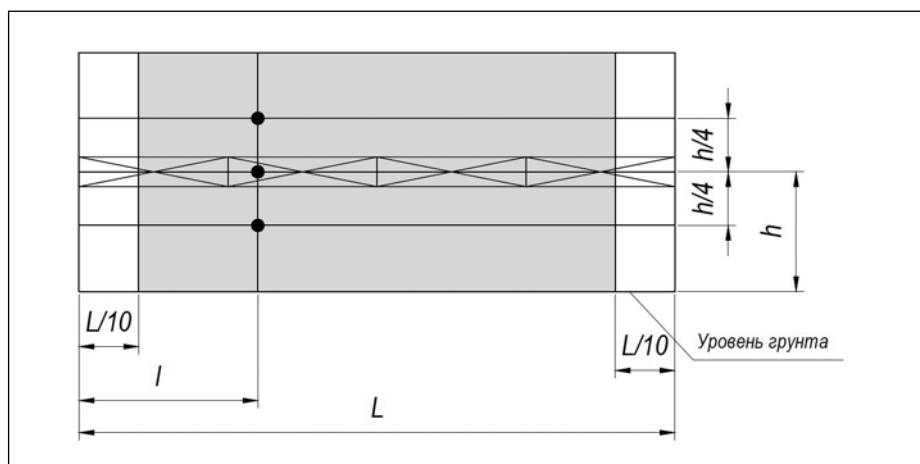



Рис. 5. Схема расположения контрольных точек измерения вертикальной облучённости при междурядном облучении растений двумя рядами ОП.  – проекция ОП на плоскость измерения, ● – контрольная точка, L – длина ряда посадки растений, l – расстояние от контрольной точки до начала ряда посадки растений ($0,1 \cdot L \leq l \leq 0,9 \cdot L$), h – высота расположения приборов над уровнем грунта, r – расстояние между рядами ОП. Фоном выделена область, в пределах которой должны располагаться контрольные точки

санных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений освещённости растений в диапазоне от 1,0 до 200000 лк в промышленных теплицах в интервале длин волн от 380 до 760 нм. Измерения освещённости растений в промышленных теплицах выполняют методом, основанным на измерениях горизонтальной освещённости в контрольных точках по ПНСТ 211–2017 с последующей математической обработкой результатов измерений для получения средней освещённости и равномерности освещённости на плоскости посадки растений. При этом следует отметить, что упомянутый в п. 4.1 алгоритм расчёта в редакторе Excel фотосинтетического потока фотонов и фотонной силы излучения в области ФАР [15] позволяет при известном спектре излучения ОП преобразовать измеренные значения освещённости в значения фотосинтетической облучённости.

Суммарная относительная погрешность измерений освещённости, осуществляемых в соответствии с этой методикой с использованием люксметра «ТКА-ЛЮКС» производства ООО «НТП «ТКА», РФ, лежит в пределах от 6 до $6 + 2 \cdot \Delta h / h \cdot 100$ %, где Δh – расстояние между плоскостью измерений (измерительной поверхностью фотометрической головки люксметра) и плоскостью посадки растений, h – высота подвеса ОП относительно плоскости посадки растений. В реальных условиях использования люксметра «ТКА-ЛЮКС», величина Δh не превышает 0,04 м, так что при типичной для производственных помещений промышленных теплиц высоте подвеса ОП, превышающей 2 м в случае установок для освещения растений сверху и превышающей 0,8 м

в случае установок для освещения растений в многоярусных установках стеллажного типа, получаем, что относительная погрешность измерения освещённости не превышает, соответственно, 6 и 11%.

4.3. Методика измерений квантовым датчиком «LI-190R» фотосинтетической облучённости растений в промышленных теплицах с установками со светодиодами [17]²

Эта методика, зарегистрированная в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под № ФР.1.37.2017.27375, предназначена для контроля соответствия фотосинтетической облучённости растений в производственных помещениях промышленных теплиц предъявляемым требованиям. Она устанавливает совокупность и последовательность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений фотосинтетической облучённости растений в диапазоне от $6 \cdot 10^{17}$ до $1,2 \cdot 10^{22}$ фотонов $\cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ (от 1 до 19999 мкмоль $\cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$). Измерения фотосинтетической облучённости растений в промышленных теплицах с установками со светодиодами выполняют методом, основанным на измерениях горизонтальной фотосинтетической облучённости в контрольных точках по ПНСТ 211–2017 с последующей математической обработкой результа-

² Квантовый прибор типа «LI-190R» является скорректированным в диапазоне длин волн 400–700 нм интегральным средством измерения, доступным на отечественном рынке измерительной техники.

тов измерений для получения средней облучённости и равномерности облучённости на плоскости посадки растений.

Аналогично пункту 4.2, суммарная относительная погрешность измерений освещённости, осуществляемых в соответствии с этой методикой с использованием квантового датчика «LI-190R» производства компании LI-COR, Inc., США, лежит в пределах от 5 до $5 + 2 \cdot \Delta h/h \cdot 100$ %, и в реальных условиях использования квантового датчика «LI-190R» относительная погрешность измерения освещённости не превышает 5 % случае установок для освещения растений сверху и 10 % в случае установок для освещения растений в многоярусных установках стеллажного типа.

4.4. Методика измерений светотехнических характеристик и расчёта показателей энергоэффективности установок со светодиодами для облучения растений в промышленных теплицах [18]

Эта методика, зарегистрированная в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под № ФР.1.37.2017.27373, предназначена для проведения сравнительного анализа энергоэффективности облучательных установок на стадии проектирования или проведения тендеров. Она устанавливает совокупность и последовательность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений пространственного распределения силы света ОП от 1 до 150000 кд и относительного спектрального распределения энергии излучения ОП в диапазоне длин волн от 360 до 830 нм, а также расчёт значений средней горизонтальной фотосинтетической облучённости в зоне посадки растений, относительной удельной мощности и удельного годового энергопотребления осветительных установок для облучения растений в производственных помещениях промышленных теплиц.

5. Заключение

Разработанные ООО «ВНИСИ» в 2016–2017 гг. стандарты и методики измерений устанавливают:

– требования к характеристикам ОП с СД для теплиц, в том числе впервые в мировой практике сформулированные требования к эффективности ОП в области ФАР, выраженной в фотонных величинах (ГОСТ Р 57671–2017 [4]);

– методы измерений параметров искусственного облучения растений в производственных помещениях теплиц (горизонтальной фотосинтетической облучённости, средней горизонтальной фотосинтетической облучённости и равномерности горизонтальной фотосинтетической облучённости в установках для облучения растений сверху и вертикальной фотосинтетической облучённости в многоярусных установках стеллажного типа) (ПНСТ 211–2017 [5]);

– совокупность и последовательность операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений фотосинтетического потока фотонов ОП, осуществляемых при помощи гониофотометра «RIGO 801» и спектрорадиометра «CASI40» (ФР.1.37.2017.27374 [15]);

– совокупность и последовательность операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений освещённости и фотосинтетической облучённости растений в производственных помещениях промышленных теплиц при помощи люксметра «ТКА-ЛЮКС» (ФР.1.37.2017.2736 [16]);

– совокупность и последовательность операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений фотосинтетической облучённости растений в производственных помещениях промышленных теплиц при помощи квантового датчика «LI-190R» (ФР.1.37.2017.27375 [17]);

– совокупность и последовательность операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений пространственного распределения силы света ОП и относительного спектрального распределения потока излучения ОП, а также расчёт относительной удельной мощности и удельного годового энергопотребления осветительных установок для облучения растений в производственных помещениях промышленных теплиц (ФР.1.37.2017.27373 [18])

Описанные в статье стандарты и методики измерений являются только первым шагом на пути к созданию всеобъемлющей нормативной базы ос-

вещения/облучения растений в производственных помещениях промышленных теплиц или «предприятий закрытого грунта». Для углубления и расширения этой базы потребуются проведение длительных и дорогостоящих исследований влияния интенсивности и спектрального состава излучения на продуктивность тепличных культур. ООО «ВНИСИ» в сотрудничестве с такими известными в сфере агропромышленного комплекса организациями, как Институт биофизики СО РАН, РГАУ «Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева», проводил и проводит подобные исследования на протяжении многих лет [10, 11, 19, 20] и останавливаться не намерено!

Авторы выражают благодарность заведующей бюро стандартизации ВНИСИ Т.Н. Никифоровой за помощь в разработке упомянутых в статье стандартов, а также главного специалиста ВНИСИ П.В. Камшилова и инженера лаборатории № 23 ВНИСИ А.С. Зиничеву, внёсших большой вклад в подбор материалов и оформление стандартов и методик измерения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НТП 10–95. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады.
2. РД-АПК 1.10.09.01–14. Методические рекомендации по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады. – М.: Министерство сельского хозяйства РФ, 2014. – 109 с.
3. Прикупец Л.Б. Тепличные светильники «Галад» для светокультуры растений // Светотехника. – 2016. – № 5. – С. 47–49.
4. ГОСТ Р 57671–2017 «Приборы облучательные со светодиодными источниками света для теплиц. Общие технические условия».
5. ПНСТ 211–2017 «Облучение растений светодиодными источниками света. Методы измерений».
6. Wright, J. Industry Standards For Greenhouse Lighting On The Horizon // <http://www.greenhousegrower.com/technology/industry-standards-for-greenhouse-lighting-on-the-horizon/>.
7. ANSI/ASABE S640 «Quantities and Units of Electromagnetic Radiation for Plants (Photosynthetic Organisms)».

8. *Столяревская Р.И., Розовский Е.И.* Современное состояние и развитие фотометрии осветительных приборов // Светотехника. – 2017. – № 4. – С. 4–13.

9. *Stolyarevskaya, R.I., Rozovski E.I.* Lighting devices photometry: the current state and perspectives // Light & Engineering. – 2018. – No. 1. (in print).

10. *Емелин А.А., Прикупец Л.Б., Тараканов И.Г.* Спектральный аспект при использовании светодиодных облучателей для выращивания салатных растений в условиях светокультуры // Светотехника. – 2015. – № 4. – С. 47–52

11. *Yemelin A.A., Prikupets L.B., Tarakanov I.G.* Spectral Aspect when Using Light-Emitting Diode Irradiators for Salad Plant Cultivation under Photoculture Conditions // Light & Engineering. – 2015. – Vol. 23, No. 4. – P. 55–62.

12. *Прикупец Л.Б.* Технологическое освещение в агропромышленном комплексе России // Светотехника. – 2017. – № 6. (в печати)

13. *Prikupets L.B.* Process-oriented lighting in the Russian agroindustrial complex // Light & Engineering. – 2018. – No. 1. (in print).

14. *Jianzhong J.* Stakeholders make progress on LED lighting horticulture standards // LEDs Magazine. – June. – 2015. – P. 39–41.

15. ФР.1.37.2017.27374. Методика измерения гониофотометром «RIGO 801» и спектрорадиометром «CAS140» фотосинтетического потока фотонов облучательных приборов со светодиодами для промышленных теплиц. 2017 г. – 31 стр. Свидетельство о регистрации № 03/22.06.2017–01.00276–2014.

16. ФР.1.37.2017.27376. Методика измерений освещённости растений в промышленных теплицах с установками со светодиодами люксметром «ТКА-ЛЮКС». 2017 г. – 22 стр. Свидетельство о регистрации № 05/22.06.2017–01.00276–2014.

17. ФР.1.37.2017.27375. Методика измерений квантовым датчиком «LI-190R» фотосинтетической облучённости растений в промышленных теплицах с установками со светодиодами. 2107 г. – 24 стр. Свидетельство о регистрации № 04/23.06.2017–01.00276–2014.

18. ФР.1.37.2017.27373. Методика измерений светотехнических характеристик и расчёта показателей энергоэффективности установок со светодиодами для облучения растений в промышленных теплицах. 2017 г. – 47 стр. Свидетельство о регистрации № 02/28.04.2017–01.00276–2014.

19. *Прикупец Л.Б., Тихомиров А.А.* Оптимизация спектра излучения при выра-

щивании овощей в условиях светокультуры // Светотехника. – 1992. – № 3. – С. 5–7.

20. *Boos G.V., Prikupets L.B., Terehov V.G. Tarakanov I.G.* Studies in the field of plant irradiation with LEDs // 10th Asia Lighting Conference, Shanghai, China, August 17–18, 2017. <http://asialightingconference.org/index.php>



Боос Георгий Валентинович, кандидат техн. наук. Окончил в 1986 г. МЭИ. Президент холдинга VL Group. Заведующий кафедрой «Светотехника» ФГБОУ ВПО «Национальный иссле-

довательский университет «МЭИ». Лауреат Государственной премии РФ за архитектурное освещение Москвы. Председатель редколлегии журнала «Светотехника»



Прикупец Леонид Борисович, канд. техн. наук. Окончил с отличием в 1970 г. МЭИ. Зав. лабораторией ООО «ВНИСИ имени С.И. Вавилова» и ведущий технический консультант ООО «БЛ ТРЕЙД»



Розовский Евгений Исаакович, к.т.н. (1984 г.). Окончил МЭИ в 1971 г. Ведущий научный сотрудник ООО «ВНИСИ им. С.И. Вавилова». Старший научный редактор журнала «Свето-

техника». Эксперт от РФ в ТК 34 МЭК «Источники света и сопутствующее оборудование»



Столяревская Раиса Иосифовна, доктор техн. наук. Окончила в 1968 г. физический факультет Казанского государственного университета. Научный редактор ООО «Редакция

журнала «Светотехника», старший менеджер ВНИСИ им. С.И. Вавилова. Представитель Российского национального комитета МКО в Отделении 2 МКО

Вступили в силу новые требования к лампам и светильникам

Требования к лампам и светильникам в России изменены, соответствующее постановление Правительства вступило в силу 24 ноября. Согласно документу, через несколько лет в стране окажутся под запретом сразу несколько видов световых приборов.

Постановление прежде всего накладывает поэтапное ограничение на неэффективные и неэкологичные ртутные лампы: дуговые, компактные люминесцентные, индукционные, а также люминесцентные лампы с устаревшим люминофором на основе галофосфата кальция.

«Предусматривается, что применение новых требований к осветительным устройствам и электрическим лампам, используемым в цепях переменного тока в целях освещения, будет осуществляться в два этапа (первый этап – с 1 июля 2018 года по 31 декабря 2019 года, второй этап – с 1 января 2020 года)», – отметили в кабмине.

На первом этапе все лампы и светильники общего назначения, в том числе используемые для освещения улиц, должны быть приведены в соответствие с новыми требованиями. На втором этапе будет запрещено использование натриевых, металлогалогенных и других ламп в общественных и производственных помещениях.

При этом под запрет или ограничение не подпадут лампы накаливания – они полностью соответствуют требованиям по критериям энергоэффективности и экологичности.

«Цель новых требований энергетической эффективности – уменьшить энергозатраты на освещение и снизить негативное воздействие на окружающую среду», – говорится в пояснении пресс-службы кабмина.

Так, ежегодно в России на освещение расходуется около 109 млрд кВт·ч, или приблизительно 12 % от общего энергопотребления. При этом потенциал энергосбережения в освещении составляет около 60 млрд кВт·ч/год.

pnpr.ru
27.11.2017