

Разработка стандартов для искусственного освещения и досветки растений в теплицах

➔ Статья посвящена вопросам разработки стандартов, связанных с применением полупроводникового освещения в растениеводстве, включая новые характеристики, более широкий спектральный диапазон и новые методы испытаний и измерений.



В июльском номере журнала *LEDs Magazine* за 2015 г. [1] автор рассказывал о запуске Американским сообществом сельскохозяйственной и биологической инженерии (Agricultural and Biological Engineering — ASABE) работ по разработке стандартов, касающихся освещения для растений, и эта деятельность активно продолжается.

Сельское хозяйство остается значительной областью применения полупроводникового освещения (SSL), где энергоэффективность и управление спектром светодиодных источников может предоставить растениеводам существенные выгоды. Но сельское хозяйство требует применения характеристик и процедур испытаний, сильно отличающихся от тех, что используются для светотехнической продукции, предназначенной для зрительной системы человека, и здесь мы будем рассказывать о прогрессе в сельскохозяйственных стандартах.

За время, прошедшее с момента публикации предыдущей статьи, ASABE приняло постановление о формировании нового комитета Electromagnetic Radiation Application for Plants Committee — ES-311 (Комитет по применению электромагнитного излучения для растений). Цель и сфера деятельности этого комитета — возглавлять и координировать деятельность ASABE в вопросах, касающихся применения светодиодных и других источников электромагнитного излучения для роста и развития растений. Работа комиссии включает в себя определение и описание подходящих характеристик, измеряемых величин и единиц измерений, разработку методов измерений и испытаний для определения подходящих для растений характеристик, предоставление руководств или рекомендаций для методов количественного определения потребления энергии и эксплуатационных характеристик. Комитет определил цели, которые включают документирование и оказание помощи в координации по вопросам применения светодиодных и других электромагнитных источников излучения для роста и развития растений, а также разработку руководящих принципов, рекомендаций или стандартов в смежных областях.

Характеристики

Комитет ASABE ES-311 дополнительно сформировал три рабочие группы

и каждой поручил разработать стандарт, отвечающий потребностям промышленности и общества. Первая целевая группа ориентирована на определение и описание характеристик, используемых для сельскохозяйственного освещения. В настоящее время большинство современных стандартов освещения основаны на чувствительности человека к свету, которая имеет максимум в желто-зеленой области и минимумы в красной и синей областях. Растения используют свет для фотосинтеза и корректировки процессов развития — например, прорастание семян, рост стебля и другие морфогенные ответы и циркадные ритмы — в соответствии со световыми сигналами, воспринимаемыми различными фоторецепторами.

Ботаники считают, что фоторецепторы поглощают излучение приблизительно в диапазоне 280–800 нм. Сегодня многие светодиодные светильники для применения в сельском хозяйстве обеспечивают так называемый широкий диапазон и непрерывный спектр, и они разработаны специально для растений. При использовании стандартов освещения, ориентированных на человека, их эффективность оказывается низка, но с точки зрения растений их эффективность высока. Таким образом, некоторые из существующих стандартов освещения для светодиодов не подходят для растениеводства. Рабочая группа завершила составление стандарта под названием «Величины и единицы электромагнитного излучения для растений (фотосинтезирующих организмов)» — Quantities and Units of Electromagnetic Radiation for Plants (Photosynthetic Organisms). В соответствии с областью применения, этот документ содержит определения и описания параметров, используемых для измерения излучения для роста, развития и получения урожая растений (фотосинтезирующих организмов). Этот документ не охватывает аспекты визуального восприятия человека.

В течение года разработки документа этот проект прошел два голосования и сейчас находится на заключительном этапе. Данный стандарт предоставляет исчерпывающую информацию о параметрах сельскохозяйственного освещения, включая терминологию, количественные показатели и единицы измерений. Из-за реакции растений на оптическое излучение в диапазоне длин волн 280–800 нм стандарт охватывает, кроме фотосинтетической активной радиации (ФАР) 400–700 нм, ультрафиолетовую полосу излучения 280–400 нм и «дальний красный» 700–800 нм. Действительно, весь диапазон от 280 до 800 нм, где растения дают отклик, обозначается как диапазон биологически активного для растений излучения (Plant Biologically Active Radiation, PBAR).

Биология растений

В этом стандарте обычно используемые для растений величины сгруппированы в две секции: энергетические (на основе физики) и фотонные (на основе химии). С помощью коэффициента преобразования, включающего в себя число Авогадро, постоянную Планка и скорость света, для любой заданной или определенной длины волны спектральная плотность потока излучения пересчитывается в микромоли в секунду. Энергетические величины включают в себя поток излучения, силу излучения и все характеристики, связанные с биологией растений, а фотонные величины — фотонный поток, фотонную плотность потока, фотонную интенсивность, фотонную эффективность, интеграл дневного освещения и другие величины.

Доктор Цзяо Цзяньчжун (Jianzhong Jiao) — эксперт освещения международного уровня, независимый консультант в технологиях светодиодов и светотехники. Принимает активное участие в разработке стандартов в области светодиодов и светодиодного освещения, в технических конференциях и отраслевых консорциумах. В настоящее время он является членом комитетов IESNA (Общество производителей осветительного оборудования Северной Америки): «Методы испытаний», «Дорожное освещение», «Компьютер», «Источники света». Он также является вице-председателем ANSI SSL Light Source Working Groups (рабочие группы полупроводниковых источников света ANSI), в настоящее время работает со многими другими техническими организациями, группами и симпозиумами, а кроме того, является членом Группы технических специалистов стратегий освещения.

Широко признано, что различные виды и даже культурные сорта растений реагируют на излучение посредством процессов фотосинтеза, фотоморфогенеза и фотопериодичности с различной чувствительностью. Однако для определения показателей, отражающих объективные измерения, этот стандарт не имеет весовых функций, которые будут использоваться в измерениях и анализах потока излучения, потока фотонов и/или интенсивности излучения.

Испытания и измерения

Вторая рабочая группа сосредоточилась на разработке документа по испытаниям или измерениям и проекте под названием «Рекомендуемые методы измерений и испытаний для светодиодных источников излучения для роста и развития растений» (Recommended Methods of Measurements and Testing for LED Radiation Products for Plant Growth and Development). В современной практике светодиодные источники излучения (лампы или светильники) широко используются для обеспечения роста и развития растений. Эти изделия показали более высокую эффективность и потенциал энергосбережения. Однако для таких источников света не были установлены стандартные методы измерений.

Комитет ASABE ES-311 считает, что для признания преимуществ этих продуктов необходимо установить надежные, воспроизводимые и согласованные методы испытаний и измерений. Должны быть уточнены стандартные требования, позволяющие

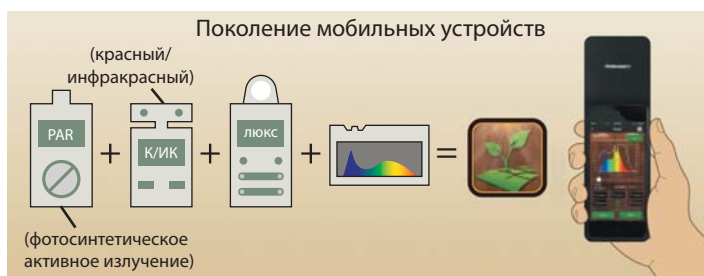


Рис. 1. Эволюция портативных измерительных устройств



Рис. 2. Spectrum Genius для сельскохозяйственного освещения

предоставлять растениеводам ясную информацию о свете или излучении в пределах спектра излучения, влияющего на рост растений, и, возможно, должны быть установлены некоторые специфические требования для подобных применений.

Измерения для сельскохозяйственного освещения и связанное с ними измерительное оборудование не были стандартизированы, и это породило широкий спектр несоответствий. Производители осветительного оборудования хотели бы иметь согласованные методы измерений для оценки характеристик или свойств световых приборов. С другой стороны, растениеводы хотели бы иметь надежные измерения, позволяющие определять количество излучения или фотонов на поверхности растений.

Соответствие измерений характеристикам

Учитывая все характеристики, измеряемые величины и единицы, определенные и описанные в первом стандарте, этот второй стандарт должен предоставить пользователям методы измерений и получения указанных величин. С точки зрения осветительного оборудования, измерения могут быть разделены на два уровня: источник света (например, светодиоды) и светильник. Что касается результатов измерений, они также могут быть разделены на две области: единичные измерения, а также долгосрочные показатели и изменяющиеся со временем параметры.

В частности, если изменяющиеся со временем параметры отражают долговечность продукта, то необходимо учитывать соответствующие воздействия окружающей среды, такие как температура и влажность. Работы последних лет по разработке стандартов, выполняемые в рамках Комитета по испытаниям IES (IES Testing Procedures Committee), и опубликованные

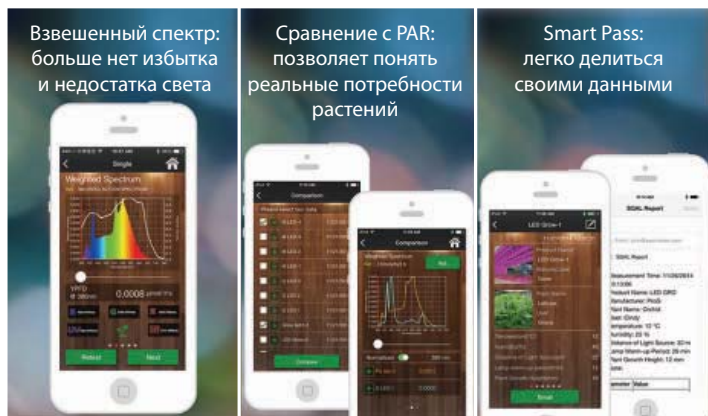


Рис. 3. Спектрометр для смартфонов Lighting Passport от Asensetek

LM-документы (методы измерений и испытаний — прим. пер.) могут стать хорошей основой для стандарта ASABE. Однако выполнение измерений на практике вызывает широкий спектр проблем. В полевых условиях в сообществе растениеводов использовалось большое разнообразие измерительных приборов (рис. 1–2). Многие из них являются портативными устройствами. Некоторые из них — устройства для измерения спектра, другие предназначены для измерения уровней освещенности. Почти все они используют различные расчеты с заданным весовым фактором для отображения результатов измерений в соответствии с реакцией человеческого глаза, освещенностью или цветностью.

Изменчивость или степень точности также может отличаться от типа к типу прибора или от бренда к бренду. На недавнем заседании комитета ASABE ES-311 был продемонстрирован спектрометр для смартфонов Lighting Passport от Asensetek (рис. 3). Данное устройство предоставляет несколько новых возможностей для измерений, среди них интеграция приложений в смартфоны. Результаты измерений могут быть переданы через Bluetooth и дистанционно просмотрены и проанализированы. Кроме того, оно работает со специальным приложением для освещения в сельском хозяйстве/растениеводстве, которое включает в себя режим одиночных измерений, режим мультиизмерений и режим для длительного периода наблюдений.

Рабочая группа по разработке стандарта испытаний сотрудничает с экспертами по лабораторным световым измерениям и производителями оборудования для полевых измерений, чьи потребности также имеют важное значение для индустрии.

Эксплуатационные характеристики

Одновременно с прогрессом в написании стандартов характеристик и испытаний третья рабочая группа была создана для стандартизации эксплуатационных характеристик. Растения, с их фотосинтетической и фотоморфогенетической трансдукцией биохимических путей, требуют электромагнитного излучения, существенным образом отличающегося от потребностей людей и животных. Основные вопросы следующие:

- Каково влияние электромагнитного излучения?
- Какой должна быть эффективность такого излучения в осветительных изделиях для сельского хозяйства?
- Насколько эффективно должны работать эти изделия с точки зрения потребления энергии?

Для решения этих вопросов необходимо утвердить стандарт, касающийся измерения эксплуатационных характеристик облучающих систем. Эти измерения отличаются от измерений с точки зрения реакции человеческого глаза на свет, таких как световая эффективность, КЦТ, индекс цветопередачи и др. Целью настоящего стандарта является предоставление пользователям руководящих принципов для соответствующих показателей эффективности и конструктивных характеристик для облучающих систем, используемых для растений. Такие измерения помогут охарактеризовать эффективность, результативность и потребление энергии.

Рабочая группа сосредоточилась на той части документа, которая должна дать указания по поводу оценок величины электромагнитного излучения и эффективности отдельных осветительных приборов, используемых в сельском хозяйстве.

В этом стандарте будут рассмотрены излучатели, используемые для ассимиляционного освещения, а также для фотоморфогенетического управления, то есть расширения длины дня, но он не касается условий эксплуатации или проблем удобства обслуживания. Кроме того, рабочая группа решила, что стандарт должен носить описательный, а не предписывающий характер.

Эксперты комитета знают, что не все оценки подходят для всех систем освещения растений. Таким образом, этот документ не может предписывать определенный диапазон длин волн или определенное значение весового коэффициента, который должен быть указан в протоколе, он будет носить рекомендательный характер. Энергосбытовые компании и программы регулирования электропотребления выражают заинтересованность в категоризации сельскохозяйственных источников света по их энергопотреблению, что может быть использовано для стимулирования использования энергосберегающих продуктов. Таким образом, объективный стандарт, устанавливающий эксплуатационные характеристики, совершенно необходим.

Комитет ASABE ES-311 находится на правильном пути, продолжая дело стандартизации характеристик и методов испытаний освещения для растениеводства. Эти стандарты будут отражать коллективный опыт, знания и лучшие практические работы метрологов, разработчиков, ботаников и производителей растений, а также государственных органов по регулированию потребления электроэнергии. Результаты должны иметь долгосрочные выгоды для быстро развивающейся отрасли сельского хозяйства. ●

Оригинал статьи опубликован в журнале LEDs Magazine, декабрь 2016, стр. 51-53

Литература

1. <http://www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-12/issue-6/features/standards/stakeholders-make-progress-on-led-lighting-horticulture-standards.html>