

Леонид Юферев, к. т. н. | Александр Соколов | Анна Юферева

Резонансная светодиодная система освещения

для закрытого грунта

Светодиодные источники света постепенно занимают нишу систем искусственного освещения в закрытом грунте. На их основе можно создавать экономичные регулируемые системы освещения растений. В ВИЭСХ разрабатывается резонансная система питания светодиодных источников света, которая позволит сократить капитальные затраты при реконструкции теплиц. В статье приведены результаты испытаний широкополосных светодиодных светильников для выращивания рассады, при помощи которых были получены более качественные растения.

Выращивание растений при искусственном освещении давно стало обычным явлением. Однако долгое время при выращивании в искусственных условиях сложной проблемой оставался свет. Считалось, что нормальный урожай можно получить только при естественном освещении. С развитием искусственных источников света, от керосиновых ламп, газовых горелок и ламп накаливания до газоразрядных ламп высокого и низкого давления, началось бурное использование ламп в лабораторных исследованиях и тепличных хозяйствах.

Сейчас многие растениеводческие хозяйства обеспечивают рынки растительными продуктами, выращенными в искусственных условиях. Как известно, спектральный состав света и интенсивность выполняют важную роль в развитии растений. Вот почему необходимо знать, каким должен быть спектральный состав лучистого потока, чтобы обеспечить его лучшее усвоение и, как результат, получить максимальный урожай [1].

Для зеленых листьев выявлена общность структуры таких спектров в процессах фотосинтеза. У всех зеленых растений основные максимумы поглощения находятся в синей

и красной областях спектра, а минимум — в желто-зеленой. Фотосинтезу отводится очень важная роль, но в листьях растений происходят и другие фотобиологические процессы, регулирующие жизнедеятельность растений. Фотобиологические процессы связаны с определенными пигментами в зеленом листе, имеющими свои спектры поглощения [2]. Таким образом, использование источника света с линейным спектром, не соответствующим данному растению, некорректно и может привести к неправильному развитию растений.

В тепличных хозяйствах наиболее распространенными источниками света являются газоразрядные лампы имеющие линейный спектр, специфический для применяемого светящегося вещества. Светодиоды позволяют дополнять спектр существующих растениеводческих ламп благодаря многообразию цветов свечения и постоянно повышающейся эффективности. Светодиодные светильники находят применение для досветки растений в хозяйствах, а также для проведения лабораторных испытаний в полностью искусственных условиях.

Поскольку современные теплицы имеют значительные размеры, то в них, как правило,

применяются нерегулируемые системы освещения с фиксированным спектром и мощностью излучения. Использование светодиодного освещения с изменяемым спектром требует большого числа источников питания и отличается сложностью управления такой системой освещения.

Экспериментально подтверждено, что светодиодные светильники обладают свойством работать от однопроводной резонансной системы передачи электроэнергии [3], используя при этом положительные и отрицательные полуволны реактивного тока однопроводной линии (рис. 1).

Такая система освещения действует следующим образом. Электрическую энергию от сети или других источников преобразуют по частоте в преобразователе частоты, создают резонансные колебания тока и напряжения с частотой 1–200 кГц в реактивных элементах L, C первичной обмотки резонансного трансформатора Tr1, со вторичной обмотки снимается напряжение 0,5–30 кВ, которое перезаряжает конденсатор в конце линии освещения. В линии электропередачи за счет реактивного тока, текущего между трансформатором и конденсатором, на светодиодах образуется разность потенциалов, вызывающая свечение.

На основе данного способа питания светодиодных светильников разработана регулируемая система питания [4] и управления каждого цвета (рис. 2), которая существенно экономит капитальные затраты. Уникальность данной системы состоит в том, что она позволяет создавать регулируемое освещение растений, при этом регулировка спектра и уровня освещенности [5] выполняется изменением частоты преобразователей напряжения (рис. 2).

Резонансная регулируемая система освещения работает следующим образом: от источника питания 11 электрическая энергия подается на преобразователи частоты 2, напряжение с повышенной частотой от них подается на входы резонансных трансформаторов 3, с выходной обмотки которых снимается напряжение и подается в линии электропередачи 4, напряжение

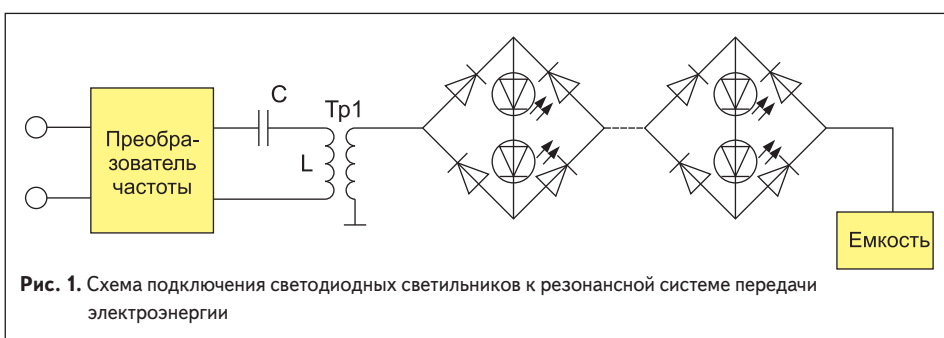


Рис. 1. Схема подключения светодиодных светильников к резонансной системе передачи электроэнергии

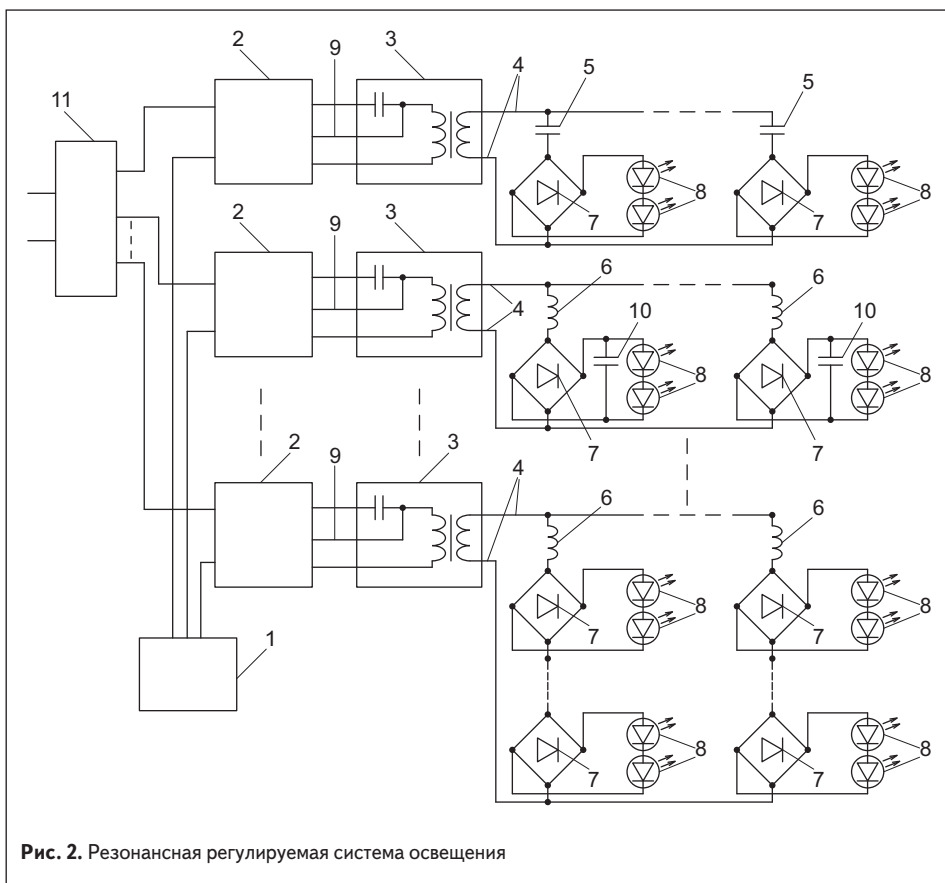


Рис. 2. Резонансная регулируемая система освещения

линий передачи подается через ограничивающий ток конденсатор 5 или дроссель 6 на цепи светодиодов, в каждой цепи может быть установлено параллельно или последовательно от одного до нескольких светодиодов 8, при

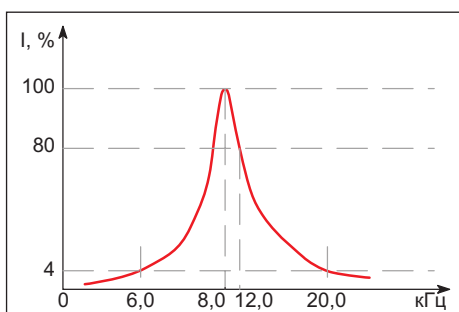


Рис. 3. Зависимость тока светильника от изменения резонансной частоты

этом напряжении, подаваемое на светодиоды, может выпрямляться мостом 7.

Блок управления 1 регулирует частоту преобразователей частоты 2. С резонансных трансформаторов может сниматься сигнал обратной связи 9, при помощи которого преобразователь частоты ограничивает выходное напряжение в случае обрыва линии электропередачи. К выходам разных преобразователей частоты и резонансных трансформаторов могут подключаться разные по цвету светодиодные светильники или светодиоды, входящие в состав светильников.

Широкополосная система освещения для теплиц состоит из матричных светильников на основе светодиодов различного спектра и резонансной системы электропитания каждого цвета отдельно. Это обеспечивает регулировку спектрального состава светильников и освещенности на поверхности растений простым

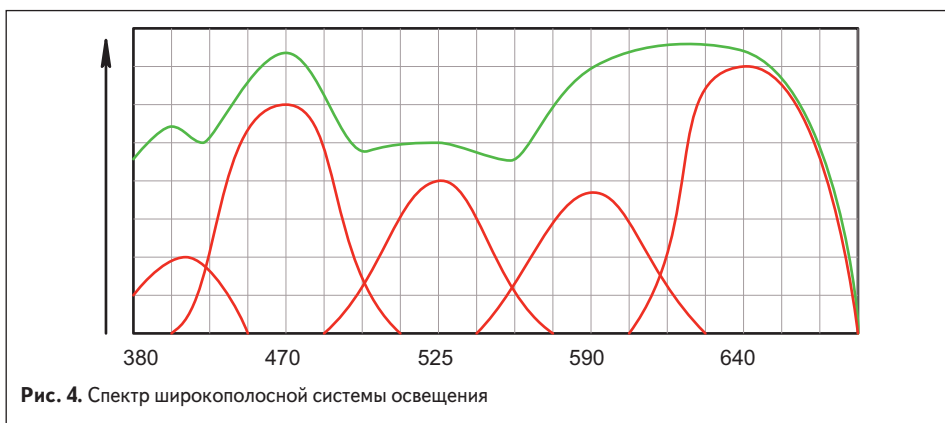


Рис. 4. Спектр широкополосной системы освещения



Рис. 5. Контрольные растения без досветки

изменением частоты в преобразователе напряжения (рис. 3).

Матричные светильники состоят из светодиодов с длинами волн: 410, 470, 525, 590 и 660 нм (рис. 4). Резонансный питающий преобразователь имеет пять независимых каналов для питания каждого цвета отдельно. Максимальная мощность каждого канала может составлять до 100 кВт.

Лабораторные испытания показали, что применение светильников обеспечивает рассаду необходимым оптическим излучением, при этом у растений листовая система по всей длине ствола более развита. Сравнения производились с рассадой, выращенной без досветки (рис. 5). Стебли у таких растений были вытянуты, листовая система начиналась на расстоянии 12–16 см от корня. При высаживании в открытый грунт рассада, выращиваемая с досветкой, показала урожайность на 15% выше [6].

Широкополосные матричные светильники (рис. 6) состоят из ударопрочного пластикового материала и светодиодных источников света с системой охлаждения. Рассеиватели изготовлены из поликарбонатного стекла,



Рис. 6. Экспериментальные широкополосные светильники для досветки рассады

пропускающего широкий спектр оптического излучения.

Технические характеристики светильников:

- потребляемая мощность — 75 Вт;
- мощность излучения, ФАР — 22 Вт;
- световой поток — 4000 лм;
- освещенность рассады на расстоянии 50 см — 5000 лк;
- освещенность рассады на расстоянии 50 см, ФАР — 11 Вт/м²;
- диапазон излучаемого спектра — 400–700 нм;
- габаритные размеры светильника для растений — 950×200×160 мм.

В ходе применения широкополосной системы освещения с варьируемым спектром и резонансным способом электропитания достигаются следующие результаты:

- уменьшаются расходы на электроэнергию и эксплуатацию;
- ожидается повышение урожайности и качества продукции;

- сокращаются капитальные затраты на широкополосную систему освещения.

Выводы

Применение энергосберегающих широкополосных светильников позволило получить более качественную рассаду в отличие от растений, выращиваемых без дополнительной досветки.

Для широкого применения широкополосных светодиодных светильников разрабатывается резонансная система питания, позволяющая изменять в широких пределах как уровень освещенности, так и спектр.

Литература

1. Мошков Б. С. Выращивание растений при искусственном освещении. Ленинград, изд. «Колос», 1966.

2. Тихомиров А. В. Спектральный состав света и продуктивность растений. Монография. — Новосибирск: Наука, 1991.

3. Стребков Д. С., Юферев Л. Ю., Роцин О. А. Светодиодный светильник (варианты). Патент № 2409916. Опубликовано: 20.01.2011. Бюл. № 2.

4. Юферев Л. Ю., Прокопенко А. А., Алферова Л. К., Роцин О. А. Регулируемая система освещения (варианты). Патент РФ № 120307. Опубликовано: 10.09.2012. Бюл. № 25.

5. Стребков Д. С., Юферев Л. Ю., Александров Д. В., Соколов А. В. Повышение эффективности систем освещения и облучения // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2014. № 1.

6. Испытания широкополосных светодиодных светильников в фито-камере. Соколов А. В., Юферев Л. Ю., Юферова А. А. Инновации в сельском хозяйстве. Выпуск № 5'2013.