

## Устройство для досвечивания рассады при массовом производстве

*В.А. Шилин, к.т.н., профессор, О.А. Герасимова, к.т.н., В.В. Морозов, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА; В.В. Шахов, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ*

Выращивание рассады при массовом производстве и в домашних условиях проблематично из-за недостатка освещённости, что связано с тем, что начало выращивания приходится на окончание зимы – февраль. При необходимой суточной освещённости (светового дня) 12–16 часов с 06.00 до 20.00 ч фактически имеется 6–7 часов активной дневной освещённости. Недостаток освещённости должен восполняться досвечиванием.

**Материал и методы исследования.** В массовых условиях выращивание рассады чаще всего производится на специальных стеллажах. Для более эффективного развития растений необходимы освещённость растений со всех сторон (сверху и по бокам) и светильники с холодным светом максимальной высоты до 0,5 м [1]. По мере получения всходов и развития растений надо изменять высоту светильников в зависимости от состояния растений, требуется использование специальных мер для их активного развития. Целесообразны определённые средства электромеханизации (и автоматизации) для изменения высоты облучения, изменения спектрального состава света и соблюдения определённого светового режима. Условием выполнения работ принимается минимизация затрат труда и низкая стоимость комплекса технических средств по сравнению с аналогами. Кроме того, принимается ещё одно условие, исходное – выращивание рассады для последующей пикировки, при котором семена засеваются в грунт густо, а по достижении необходимого роста

и развития осуществляется их перенос на большие площади.

**Результаты исследования.** На основе вышеизложенных требований разработана рекомендуемая поточно-технологическая линия производства рассады с досвечиванием (рис. 1).

Освещение планируется осуществлять с помощью устройства (рис. 2) со светодиодными линейными алюминиевыми светильниками 1 и 2, а для изменения высоты – приспособлением на основе ножничного механизма 3, установленного между пластиковыми поддонами 4. Спектральный состав света рассчитан на досвечивание растений при изменяющемся их биологическом состоянии.

На рисунке 2Б приведена схема линейного многорядного светильника из алюминиевых плат со светодиодами красными и синими в количестве по 144 шт.

Подъём плат, смонтированных в центральной части устройства на механизме ножничного типа, по мере роста растений осуществляется за счёт винтового механизма 6.

Увлажнение (полив) грунта (торфо-опилочного субстрата или других компонентов) производится с помощью полива распылением, вода с минеральным питанием подаётся по магистральным и распределительным трубопроводам 5.

Светильники рассчитаны на освещение сверху и по бокам растений. На каждой из линейных плат светодиоды размещены в несколько рядов: в каждом ряду в центральной части размещены светодиоды холодного света (два ряда), светодиоды красного света и светодиоды синего света (по два ряда). Каждый ряд включается в зависимости от текущего состояния растений. Требуемая мощность



Рис. 1 – Схема поточно-технологической линии выращивания рассады с досвечиванием для массового производства

на каждую установку равна 40 Вт. Используются светодиоды марки Наос 40–100 Вт [2, 3].

Принимается три режима досвечивания с длинами волн: по дневному свету, по красному излучению – 660 нм в период времени с 06.00 до 10.00 и с 18.00 до 22.00 (по умолчанию), синему излучению – 440 нм с 10.00 до 18.00 (по умолчанию). Красное излучение ускоряет рост и цветение, синее интенсифицирует развитие растений и укрепляет их на стадии вегетации, развивает корневую систему. Обеспечение максимального светового потока для принятых культур должно быть на уровне 12000 Лм [4]. Используется автоматическое выключение и включение режимов и периодов освещённости (рис. 3).

Предусматривается экономичный подогрев воды и уничтожение болезнетворных микробов и спор вредоносных грибов ультразвуком (рис. 4). Температура воды устанавливается в пределах 22–25°C.

Электрическая часть установки состоит из цепи управления нагревательным элементом и включения измерительных устройств и электродвигателей насосов, мешалки и терморегулятора (рис. 5).

Устройство и принцип действия установки следующий. В закрытой цилиндрической ёмкости 2 размещены пьезоисточники 4 ультразвуковой

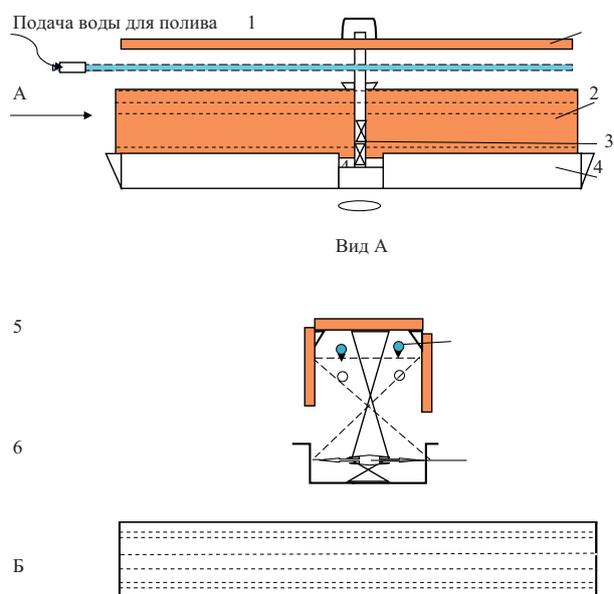


Рис. 2 – Устройство для выращивания рассады с досвечиванием:

1 – светильник верхний; 2 – светильник боковой; 3 – ножничный механизм подъёма (опускания) плат; 4 – пластиковые поддоны; 5 – трубопровод полива рассады; 6 – винтовой механизм подъёма плат стяжкой; Б – размещение светодиодов на платах

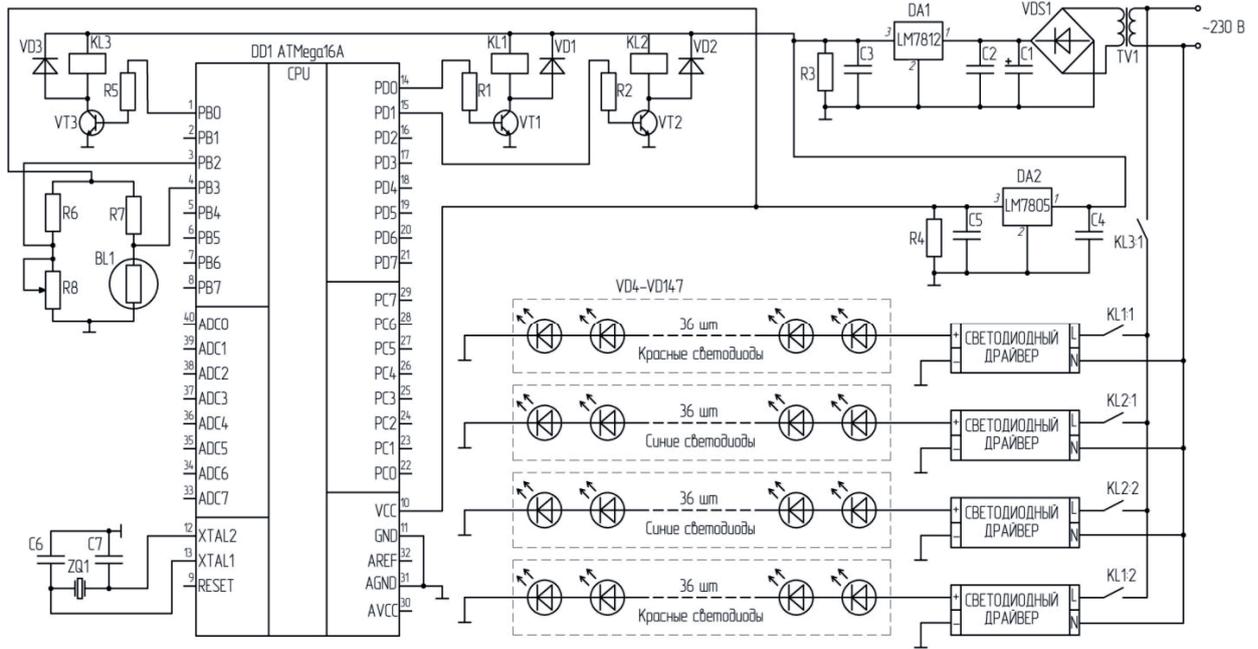


Рис. 3 – Принципиальная схема системы освещения рассады

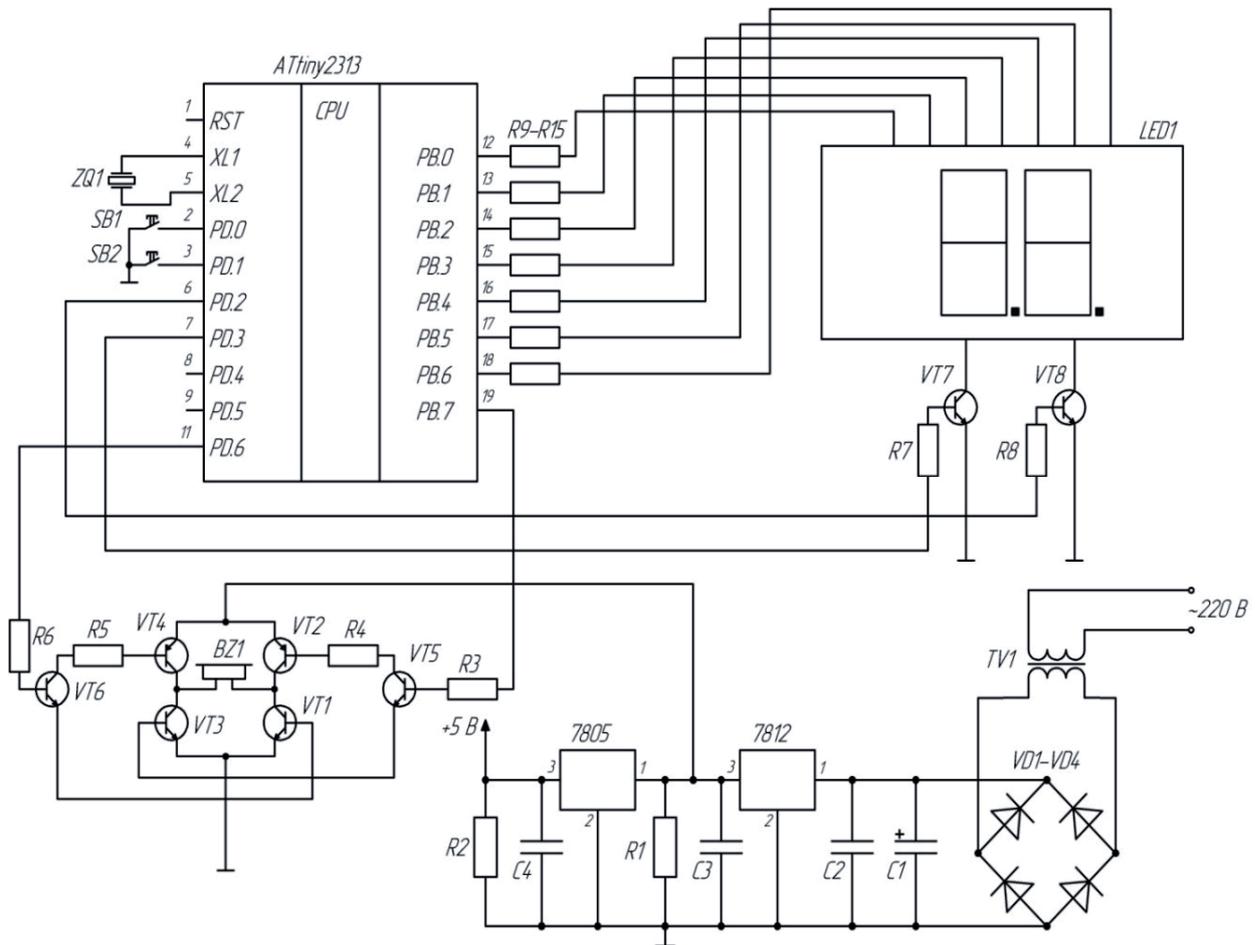


Рис. 4 – Генератор U3-колебаний

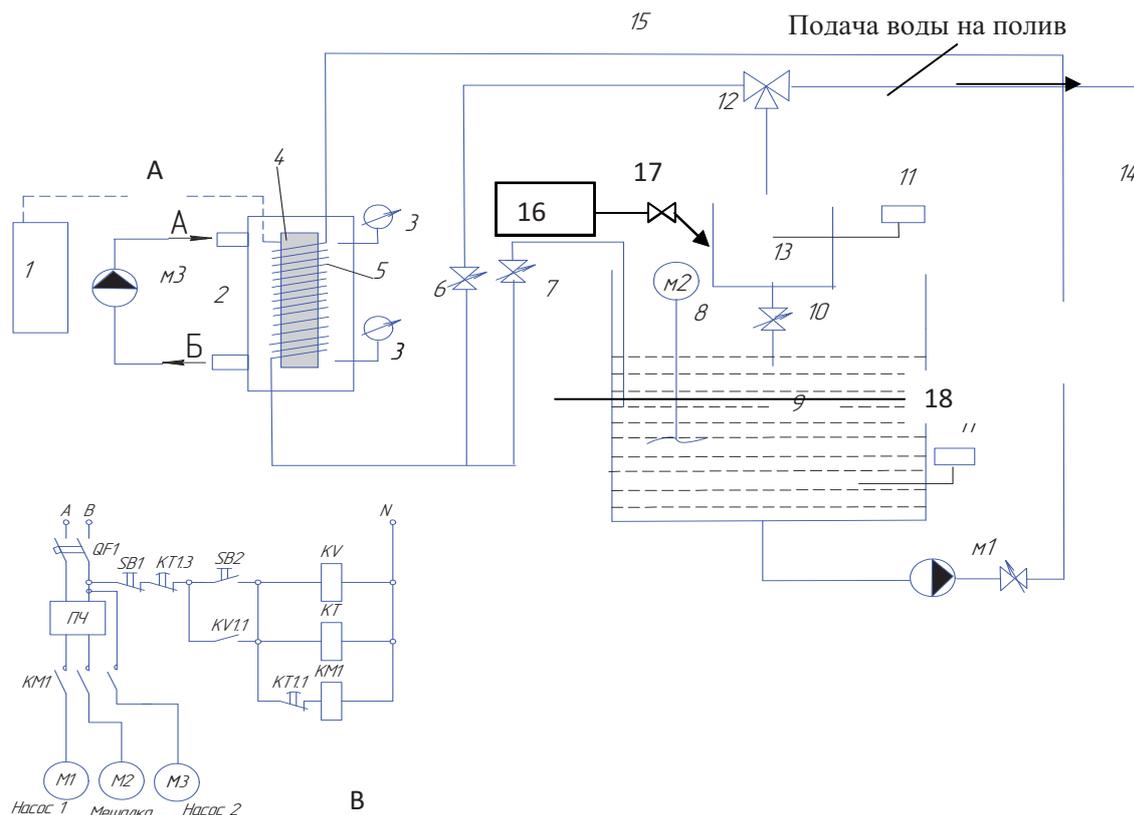


Рис. 5 – Схема установки ультразвукового подогрева воды (А) с электрической схемой управления (В) оборудованием

обработки для подогрева воды с водопроводом 5 (змеевикового типа). Вода с питательной средой. Устройство подогрева воды функционирует от оригинального генератора ультразвуковых колебаний 1. Поток воды при закрытом вентиле 6 по трубопроводу с вентилем 7 после УЗ-обработки направляется в смеситель 9 с закрытой крышкой 18. Из смесителя вода направляется по трубопроводу 15 с помощью центробежного насоса М1 на УЗ-обработку для нагрева, совершая поточность в замкнутой системе. В смесителе поддерживается определённый уровень минерального питания добавлением первичного раствора в поливную воду и размешиваемого с помощью мешалки 8. При необходимости изменения уровня обогащения воды подготавливается первичный раствор в ёмкости 16, который сливается через кран 17 в ёмкость 13. Оттуда открытием крана 10 раствор сливается в смеситель 9 и перемешивается мешалкой 8. Контроль за уровнем обогащения минеральным питанием осуществляется путём анализа состояния пробы, отобранной с помощью пробоотборника 11. Таким же образом осуществляется определение уровня загрязнённости болезнетворными микробами и спорами вредоносных грибов в исходном, первичном растворе. В этом случае также используется пробоотборник.

Второе направление при закрытом вентиле 7 проходит через вентиль 6 для заполнения ёмкости 13 с первичным раствором и слива оттуда в

резервуар 9 при подготовке обогащённой поливной рабочей жидкости. При этом рабочая жидкость с необходимой температурой в последующем направляется с помощью тройникового крана 12 на полив растений. При работе ультразвуковой системы в резервуаре 2 возможно излишнее повышение температуры воды как следствие кавитационных процессов. Для охлаждения воды при её повышении более 25–26°С в ёмкости 2 включается электродвигатель М3 с помощью терморегулятора, при этом осуществляется циркуляция рабочей жидкости из ёмкости 2. Контроль температуры осуществляется с помощью термометров 3 из верхнего и нижнего уровней.

Электрическая схема позволяет включить установку в работу, автоматически отключить и включить через определённые заданные промежутки времени насосы, автоматически включить и отключить насос М3 при достижении определённой температуры охладителя в резервуаре 2 с ультразвуковым устройством. Кроме того, предусмотрена возможность регулирования производительности насоса М1 путём изменения частоты вращения ротора или уменьшения проходного сечения с помощью вентилей на выходном трубопроводе.

На рисунке 4 приведена схема оригинального генератора ультразвуковых колебаний с частотой 20–60 кГц [5].

Применяется пьезоэлектрический преобразователь к трубопроводу змеевикового типа [6].

## Содержание примесей в исходном рабочем составе

Оцениваемый параметр	Содержание		
	допустимый	предельно-допустимый	не допустимый
Электропроводность (ЕС), мСм/см	<0,5	<1,0	>1,0
Хлор (Cl), ммоль/л	<1,5	<3,0	>3,0
Бикарбонат (приводит к повышению уровня pH) (HCO <sub>3</sub> ), мг/л	<5	<10	>10
Натрий (Na), моль/л	<1,5	<3,0	>3,0

Измерение электрических параметров, а также входных и выходных параметров установки производилось с помощью соответствующих приборов.

Электрическая схема установки приведена на рисунке 5.

Объём ёмкости для подготовки поливной воды равен 5–6 м<sup>3</sup>. С целью уменьшения теплопотерь через стенки ёмкости предусмотрен слой изоляционного материала «Пенофол».

Важнейший показатель качества питательного раствора, на основании которого устанавливается наличие солей в растворе, является электропроводность. Электропроводность (ЕС) измеряется в мСм/см (mS/cm) при 25°C.

Возможны к использованию определённые допустимые уровни. Допустимые уровни значений ЕС и других основных включений в исходной дистиллированной воде установлены на основе опыта выполнения УЗ-обработки и анализа проб на предмет установления бактериальной обсеменённости жидкости (табл.).

Дистиллированная вода (как исходная жидкость для приготовления маточных растворов удобрений) практически не содержит питательных веществ, поэтому необходима постоянная капельная подача питательного раствора с контролем уровня бактериального загрязнения поливной воды.

### Выводы

1. Внедрение устройства для досвечивания в условиях массового производства рассады позволит интенсифицировать рост и развитие растений с улучшением их состояния.

2. К преимуществам разработки относятся возможность настройки спектра под любой вид микрорастений и рассады.

3. Устройство отличается простотой при его сборке, демонтаже и эксплуатации.

4. Система эффективна при повышении роста и развития рассады и снижении затрат на обслуживание при относительно низкой стоимости всех элементов поточно-технологической линии.

5. В отличие от аналога (UnionPoverStar-40W-T) установка снабжена датчиком влажности и сигнализацией о необходимости полива, датчиком освещённости, переключения светового режима, получения низкочастотного тепла для подогрева воды и почвы.

### Литература

1. Баранов А.А., Захаров В.А. Светотехника и электротехнология. М.: КолосС, 2006.
2. Тихомиров А.А., Лисовский Г.М., Сидько Ф.Я. Спектральный состав света и продуктивность растений: монография. Новосибирск: Наука, 1991. 168 с.
3. Юферев Л., Соколов А., Юферева А. Резонансная светодиодная система освещения для закрытого грунта // Полупроводниковая светотехника. 2014. Т. 2. № 28. С. 78–80.
4. Ракутько С.А. Энергоэкология светокультуры – новое междисциплинарное научное направление / С.А. Ракутько, А.Е. Маркова, А.П. Мишанов [и др.] // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 90. С. 14–28.
5. Самарин Г.Н. Инновации в действии: разработка генератора ультразвуковых колебаний / Г.Н. Самарин, Е.В. Шилин, Д.Ю. Кривогузов [и др.] // Известия Великолукской ГСХА. 2017. № 1 (17). С. 51–55.
6. Пат. 2510850 С2 РФ МПК А01J 11/00, А23L3/30, С02F 1/36. Устройство для ультразвуковой обработки молока / А.В. Родионова, А.Г. Васильев, Г.В. Новикова; патентообладатель А.В. Родионова; заявл. 29.01.2013; опубл. 10.04.2014.