

14. Боровиков, В. П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов / В. П. Боровиков. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2003. – 688 с. – Текст: непосредственный.

15. Гайдышев, И. А. Анализ и обработка данных / И. А. Гайдышев. – Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 752 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Vendrov, A.M. Proektirovanie programmnoho obespecheniya ekonomicheskikh informatsionnykh sistem: uchebnoe posobie / A.M. Venderov. – Moskva: Finansy i statistika, 2006. – 544 s.

2. Kuzmin, V.V. Sistema prognozirovaniya otkazov oborudovaniya promyshlennykh predpriyatiy / V.V. Kuzmin, D.S. Kosov, A.L. Novikov, A.V. Ivashchenko // Nadezhnost i kachestvo slozhnykh sistem. – 2015. – No. 3 (11). – S. 87-90.

3. Okley, P.I. Prognozirovaniye ostatochnogo resursa i veroyatnosti nastupleniya otkaza oborudovaniya – osnova proektirovaniya proizvodstvennoy programmy remonnykh rabot // Obedinenie kontrolerov. – 2017. – No. 65. – S. 54-63.

4. Obshchaya effektivnost oborudovaniya / per. s angl. – Moskva: Institut kompleksnykh strategicheskikh issledovaniy, 2007. – 120 s.

5. Ivanov A.A. Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv / A.A. Ivanov. – Moskva: Infra-M, 2018. – 224 s.

6. Intellektualnye tekhnologii diagnostiki oborudovaniya promyshlennykh predpriyatiy / V.V. Kuzmin, D.S. Kosov, A.L. Novikov, A.V. Ivashchenko

// Trudy Mezhdunar. simp. «Nadezhnost i kachestvo». – 2015. – T. 2. – S. 28-29.

7. Kalyanov, G.N. Modelirovanie, analiz, reorganizatsiya i avtomatizatsiya biznes-protsessov: uchebnoe posobie / G.N. Kalyanov. – Moskva: Finansy i statistika, 2007. – 240 s.

8. Blagodatskikh, V.A. Standartizatsiya razrabotki programmnykh sredstv: uchebnoe posobie / V.A. Blagodatskikh, V.A. Volnin, K.F. Poskagalov; pod red. O.S. Razumova. – M.: Finansy i statistika, 2006. – 288 s: il.

9. Sukharev, M.G. Metody prognozirovaniya: uchebnoe posobie. – Moskva: RGU nefi i gaza, 2009. – 208 s.

10. Drogobytskiy, I.N. Sistemnyy analiz v ekonomike: uchebnoe posobie / I.N. Drogobytskiy. – Moskva: Finansy i statistika, 2009. – 508 s.

11. Gvozdeva, T.V. Proektirovanie informatsionnykh sistem: uchebnoe posobie / T.V. Gvozdeva, B.A. Ballod. – Feniks, 2009. – 508 s.

12. Polyakova, P.V. Informatika dlya ekonomistov: uchebnyk / pod red. V.P. Polyakova. – Moskva: Yurayt, 2015. – 524 s.

13. Trofimov, V.V. Algoritmizatsiya i programmirovaniye: uchebnyk / V.V. Trofimov, T.A. Pavlovskaya. – Moskva: Yurayt, 2017. – 137 s.

14. Borovikov, V.P. STATISTICA. Iskusstvo analiza dannykh na kompyutere: dlya professionalov / V.P. Borovikov. – 2-e izd. – Sankt-Peterburg: Piter, 2003. – 688 s.

15. Gaydyshev, I.A. Analiz i obrabotka dannykh / I.A. Gaydyshev. – Sankt-Peterburg: Piter, 2001. – 752 s.



УДК 628.93:63

О.А. Герасимова, Е.С. Дружинина, М.Ю. Егоров, Т.Н. Карасева
O.A. Gerasimova, Ye.S. Druzhinina, T.N. Karaseva, M.Yu. Yegorov

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСВЕЧИВАНИЯ РАССАДЫ

THE STUDY OF THE EQUIPMENT FOR SEEDLING ILLUMINATION

Ключевые слова: рассадa, светодиодное освещение, освещенность, световой поток, длина волны, спектр излучения, датчики излучения, фаза роста.

Keywords: seedlings, led lighting, illumination, luminous flux, wavelength, radiation spectrum, radiation sensors, growth phase.

Приводится установка для досвечивания растений при массовом производстве рассады. В России, как правило, выращивают рассаду зимой на подоконнике, так как это выгодно. Наше устройство интенсифицирует рост растений. Оно обеспечит снижение затрат на удобрения, улучшит благоприятные условия для их выращивания. Свет является одним из важных условий выращивания рассады (в нашем случае микрозелени). Недостаточное количество света приводит к нарушению корневой системы растений, прекращается его рост и ухудшается урожайность. Поэтому рассаде необходимо дополнительное освещение (досвечивание) [1]. Этим и актуальна наша разработка. Актуальность работы подтверждается также ее соответствием постановлению Правительства № 315 от 15.04.2014 г. «О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы». Целью разработки установки для досвечивания рассады в домашних условиях являются ускорение ее роста и развития, снижение затрат на сборку, автоматизацию и обслуживание установки. Согласно исследованиям, самое большое влияние на развитие растений оказывают световые волны красного и синего цветов [2]. Лучи синей части спектра (длиной 400-500 нм) обеспечивают продуктивный фотосинтез. Красные световые волны (600-700 нм) регулируют скорость роста. Поэтому в нашей установке [3] будут использоваться светодиоды именно красных и синих спектров. Необходимостью данной разработки является отсутствие данных для оптимизации параметров спектра растений в условиях домашнего применения. Наша установка превосходит аналоги по ряду параметров и имеет новые полезные возможности, доступность – установка позволяет проводить настройку спектра под любой вид домашних растений и рассады. Научная новизна проекта: интенсификация роста растений за счет создания оптимального спектра и регулирования освещения в зависимости от фактической есте-

ственной освещенности; автоматическое управление спектром для различных растений; автоматический полив растений.

The equipment for additional illumination of plants at mass production of seedlings is discussed. In Russia, as a rule, seedlings are grown in winter on the windowsill as it is profitable. Our equipment intensifies plant growth. It will reduce the costs of fertilizers and improve plant for cultivation conditions. Light is one of the important conditions for growing seedlings (microgreens in our case). Insufficient amount of light leads to disruption of plant root system and stops its growth and reduces yields. Therefore, seedlings need additional illumination. The relevance of the work is also confirmed by its compliance with the Government Resolution No. 315 of 15.04.2014 "On the amendments to the State program for the development of agriculture and regulation of the markets for agricultural products, raw materials and food for 2013-2020". The purpose of the development of the equipment for additional illumination of seedlings at home is to accelerate seedling growth and development, reduce the assembly costs, for automation and maintenance of the equipment. The light waves of red and blue colors have the greatest influence on plant development. The rays of the blue part of the spectrum (400-500 nm long) provide ensure photosynthesis. Red light waves (600-700 nm) regulate the growth rate. Therefore, LEDs of red and blue spectra will be used in the equipment. The necessity of this development is the lack of data to optimize the parameters of the spectrum of plants under home conditions. Our equipment exceeds the analogues by a number of parameters and has new useful features as the ability to configure the spectrum for any species of home plants and seedlings. Scientific novelty of the project is in the intensification of plant growth by creating an optimal spectrum and lighting control depending on the actual natural light; automatic spectrum control for different plants; automatic watering of plants.

Герасимова Ольга Александровна, д.т.н., доцент, каф. «Механизация животноводства и применение электрической энергии в сельском хозяйстве», Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: olga-gerasimova311@rambler.ru.

Дружинина Елена Сергеевна, к.т.н., доцент, каф. «Эксплуатация и ремонт машинно-тракторного парка», Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: druzhinina1977@rambler.ru.

Карасева Татьяна Николаевна, к.с.-х.н., доцент, каф. «Эксплуатация и ремонт машинно-тракторного парка», Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: tatyana.karaseva.74@mail.ru.

Егоров Максим Юрьевич, к.т.н., ст. преп., каф. «Механизация животноводства и применение электрической энергии в сельском хозяйстве», Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: olga-gerasimova311@rambler.ru.

Gerasimova Olga Aleksandrovna, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Animal Farming Mechanization and Electrical Power Use in Farming, Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: olga-gerasimova311@rambler.ru.

Druzhinina Yelena Sergeevna, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Machinery and Tractor Fleet Operation and Repair, Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: druzhinina1977@rambler.ru.

Karaseva Tatyana Nikolayevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Machinery and Tractor Fleet Operation and Repair, Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: tatyana.karaseva.74@mail.ru.

Yegorov Maksim Yuryevich, Cand. Tech. Sci., Asst. Prof., Chair of Animal Farming Mechanization and Electrical Power Use in Farming, Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: olga-gerasimova311@rambler.ru.

Введение

Импорт овощной продукции в Российскую Федерацию привел к дестабилизации отрасли. В результате проводимых реформ произошли изменения в структуре категорий хозяйств – производителей овощей. Основное производство сосредоточено в личных подсобных хозяйствах 70% валовых сборов овощей в стране. Это обусловлено тем, что население самостоятельно обеспечивает себя продуктами питания. Продукция, выращенная в личных подсобных хозяйствах, на 80-85% потребляется самими производителями, а излишки реализуются через рынки.

Наблюдается техническое и технологическое отставание отрасли от зарубежных стран.

Принятая госпрограмма активно поощряет создание электротехнических средств для выращивания рассады и ведения светокультуры растений.

Солнечная радиация имеет определенную интенсивность, спектральный состав и суточную продолжительность. Псковская область находится в I световой зоне, в которой падающая фотосинтетически активная радиация составляет в декабре-феврале 110-220 кал/см², поэтому использование источников искусственного освещения для выращивания рассады в зимний период необходимо [4]. Используемые в настоящее время источники дополнительного освещения являются энергоемкими.

На базе экспериментальной лаборатории кафедры «Механизация животноводства и применение электрической энергии в сельском хозяйстве» ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА» проводятся работы энергосберегающей направленности.

Цель исследования – интенсификация роста растений за счет создания оптимального спектра и регулирования освещения в зависимости от фактической естественной освещенности; автоматизация управления спектром и временем полива для различных растений.

Задачи исследования – рассчитать рациональные конструктивно-технологические пара-

метры и режимы работы устройства с более высокой светоотдачей для досвечивания рассады.

Объекты и методы

Объектом исследования являются технология выращивания рассады в защищенном грунте, в том числе на подоконниках жилых помещений, и рабочий процесс технических средств, обуславливающих развитие здоровых и крепких растений.

Теоретические исследования проводились на основе математического анализа и рабочих процессов машин с использованием методов теоретической механики, дифференциального и интегрального исчисления, и численных методов.

Результаты и их обсуждение

Учитывалось, что при определении рабочего процесса устройства для досвечивания рассады может быть выдвинут ряд предположений и вопросов, требующих экспериментального подтверждения. В частности, методику экспериментальных исследований можно подразделить на общую, применимую ко всем экспериментам, и ряд частных методик применительно к конкретному случаю.

Поставленной нами задачей является создание установки, отличающейся высокой эффективностью конечного результата и рациональностью конструктивного решения.

Установленные технические уровни рабочих показателей установки для досвечивания рассады:

- номинальное напряжение питания 230 В $\pm 10\%$;
- род питающего напряжения переменное;
- частота питающего напряжения 50 Гц;
- номинальная мощность 150 Вт;
- световой поток максимальный 12000 Лм;
- световой поток минимальный 6000 Лм;
- время суточного цикла работы 16 ч;
- автоматическое выключение при достаточной освещенности есть;
- количество режимов досвечивания – 2:
красное излучение – с 6:00 до 10:00 и с 18:00 до 22:00 ч (по умолчанию);

синее излучение с 10:00 до 18:00 ч (по умолчанию);

– длина волны излучения:

красное излучение 660 нм;

синее излучение – 440 нм.

Освещение планируется осуществлять с помощью устройства (рис. 1) со светодиодными линейными алюминиевыми многорядными светильниками 1 и 2 на алюминиевых платах со светодиодами красными в количестве 144 шт., светодиодами синими в количестве 144 шт., 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 [5].

Подъём (опускание) 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. Предусматривается экономичный подогрев воды и уничтожение патогенных бактерий и спор вредоносных грибов ультразвуком [6]. Температура воды устанавливается в пределах 22-25°C.

Светильники рассчитаны на освещение сверху и по бокам растений. На каждом линейном плато светодиоды размещены в несколько рядов: в каждом ряду в центральной части размещены светодиоды холодного света (2 ряда), светодиоды красного света и светодиоды синего света (по два ряда). Каждый ряд включается в зависимости от текущего состояния растений. Требуемая мощность на каждую установку 40 Вт. Марка светодиодов «Наос 40-100 Вт» [5, 7].

Принимаются три режима досвечивания с длинами волн: по дневному свету, по красному излучению – 660 нм в период времени с 6:00 до 10:00 и с 18:00 до 22:00 ч (по умолчанию), синему излучению – 440 нм с 10:00 до 18:00 ч (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. Используются автоматическое выключение и включение режимов и периодов освещенности (рис. 2).

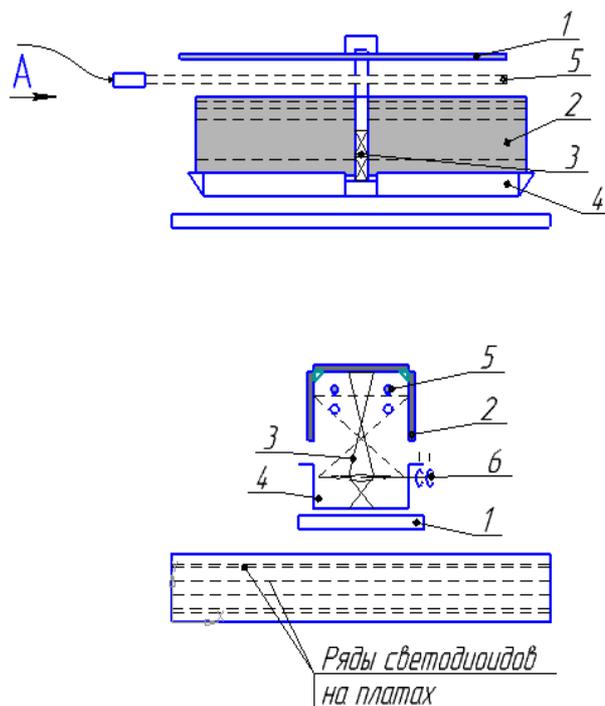


Рис. 1. Установка для выращивания рассады с досвечиванием:

- 1 – светильник верхний; 2 – светильник боковой;**
- 3 – ножничный механизм подъема (опускания) плат; 4 – пластиковые поддоны;**
- 5 – трубопровод полива рассады;**
- 6 – винтовой механизм подъема (опускания) плат стяжкой**

Электрическая часть установки включает в себя цепь управления нагревательным элементом и включения измерительных устройств и электродвигателей насосов, мешалки и терморегулятора.

Измерения электрических параметров, а также входных и выходных параметров установки производились с помощью соответствующих приборов.

Упрощенный вариант устройства, рассчитанный на установку в условиях с размещением на подоконнике, приведен на рисунке 3.

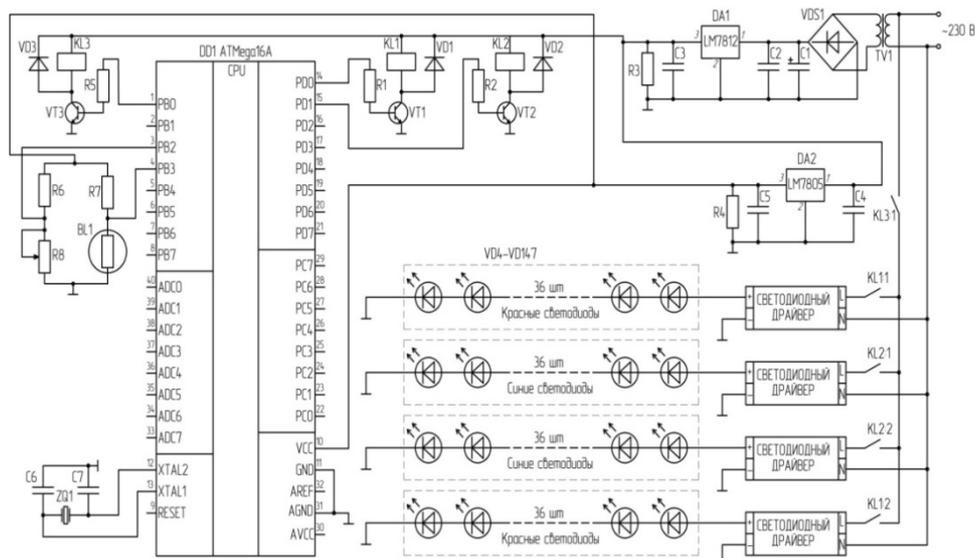


Рис. 2. Принципиальная схема системы освещения рассады

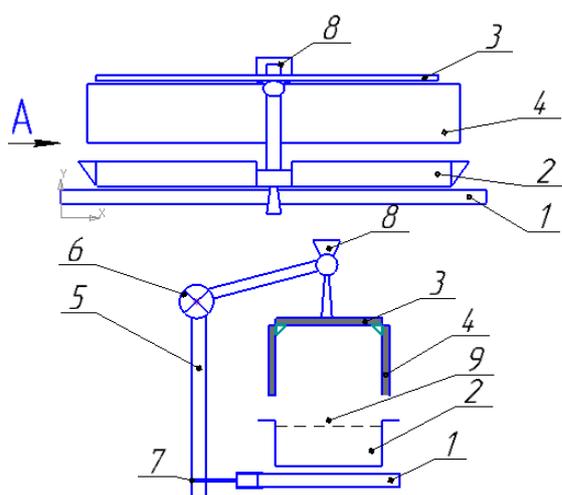


Рис. 3. Упрощенный вариант установки для выращивания рассады с досвечиванием:

- 1 – подоконник; 2 – поддон;
- 3 – светильник верхний; 4 – светильник боковой;
- 5 – кронштейн; 6 – зажим шаровой;
- 7 – трубочина крепления кронштейна к подоконнику; 8 – рукоятка подъема (опускания) светильников; 9 – рассада

Выводы

1. Светильники конструктивно и электротехнически рассчитаны на светодиодное досвечивание излучением различной длины волны в зависимости от визуального определения состояния растений. Само устройство включается с образованием всходов растений. Переключение на ту или иную длину волны осуществляется переключением ряда светоисточников независимым их включением.

2. Внедрение устройства для досвечивания в условиях массового производства рассады интенсифицирует рост и развитие растений с улучшением их состояния.

3. К преимуществам разработки относится возможность настройки спектра под любой вид микрорастений и рассады.

4. Устройство отличается простотой при его изготовлении, сборке, демонтаже и эксплуатации.

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

Библиографический список

1. Баранов, Л. А. Светотехника и электротехнология / Л. А. Баранов, В. А. Захаров. – Москва: КолосС, 2013. – 344 с. – Текст: непосредственный.
2. Ефремов Н.С. Повышение эффективности электрооблучения рассады листового салата за счет разработанного светодиодного источника излучения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Йошкар-Ола, 2016. – 20 с. – Текст: непосредственный.
3. Патент на полезную модель 193513 Рос. Федерация: МПК А01G9/20. Устройство для досвечивания рассады / Шилин В. А., Герасимова О. А., Соловьев С. В., Егоров М. Ю., Максимов Г. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА». – № 2019103412; за-

явл. 07.02.2019; опублик. 31.10.2019, Бюл. № 31. – 3 с. – Текст: непосредственный.

4. Ракутько, С. А. Энергоэкология светокультуры – новое междисциплинарное научное направление / С. А. Ракутько, А. Е. Маркова, А. П. Мишанов, Е. Н. Ракутько. – Текст: непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – № 90. – С. 14-28.

5. Тихомиров, А. А. Спектральный состав света и продуктивность растений: монография / А. А. Тихомиров, Г. М. Лисовский, Ф. Я. Сидько; ответственный редактор В. М. Гольд – Новосибирск: Наука, Сиб. от-ние, 1991. – 168 с. – Текст: непосредственный.

6. Самарин, Г. Н. Инновации в действии: разработка генератора ультразвуковых колебаний / Г. Н. Самарин, Е. В. Шилин, Д. Ю. Кривогузов, Е. А. Евентьева. – Текст: непосредственный // Известия Великолукской ГСХА. – 2017. – № 1 (17). – С. 51-55.

7. Юферева, Л. Резонансная светодиодная система освещения для закрытого грунта / Л. Юферева, А. Соколов, А. Юферева. – Текст: непосредственный // Полупроводниковая светотехника. – 2014. – Т. 2, № 28. – С. 78-80.

References

1. Baranov L.A., Zakharov V.A. Svetotekhnika i elektrotekhnologiya. – Moskva: KolosS, 2013. – 344 s.

2. Efremov N.S. Povyshenie effektivnosti elektrooblucheniya rassady listovogo salata za schet razrabotannogo svetodioidnogo istochnika izlucheniya: avtoreferat dis. ... kand. tekhn. nauk. – Yoshkar-Ola, 2016. – 20 s.

3. Ustroystvo dlya dosvechivaniya rassady: patent na poleznuyu model 193513 Ros. Federatsiya: MPK A01G9/20 / Shilin V.A., Gerasimova O.A., Solovov S.V., Egorov M.Yu., Maksimov G.V.; zayavitel i patentoobladatel FGBOU VO «Velikolukskaya GSKhA». – No. 2019103412; zayavl. 07.02.2019; opubl. 31.10.2019, Byul. 31. – 3 s.

4. Rakutko S.A., Markova A.E., Mishanov A.P., Rakutko E.N. Energoekologiya svetokultury – novoe mezhdistsiplinarnoe nauchnoe napravlenie // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva. – 2016. – No. 90. – S. 14-28.

5. Tikhomirov A.A., Lisovskiy G.M., Sidko F.Ya. Spektralnyy sostav sveta i produktivnost rasteniy: monografiya / otv. red. V.M. Gold – Novosibirsk: Nauka: Sib. otdelenie, 1991. – 168 s.

6. Samarina G.N., E.V. Shilin, D.Yu. Krivoguzov, E.A. Eventeva Innovatsii v deystvii: razrabotka generatora ultrazvukovykh kolebaniy // Izvestiya Velikolukskoy GSKhA. – 2017. – No. 1 (17). – S. 51-55.

7. Yuferev L., Sokolov A., Yufereva A. Rezonansnaya svetodioidnaya sistema osveshcheniya dlya zakrytogo grunta // Poluprovodnikovaya svetotekhnika. – 2014. – Т. 2. – No. 28. – S. 78-80.



УДК 621.31

Б.С. Компанец, И.М. Казымов
B.S. Kompaneyets, I.M. Kazymov

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ВЫЯВЛЕНИЯ УЧАСТКОВ С УВЕЛИЧЕННЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ПОТЕРЯМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

DEVELOPMENT OF METHODS FOR DETECTING SITES WITH ENHANCED TECHNICAL POWERE LOSSES IN LOW VOLTAGE RURAL ELECTRIC NETWORKS

Ключевые слова: *технические потери, сельские электрические сети, участок с увеличенными потерями, сети низкого напряжения, эксплуатационные изменения величины технических потерь, участок электрической сети, удалённые Web-технологии.*

Keywords: *non-commercial losses, rural electric networks, sites with enhanced technical losses, low voltage networks, operational changes of technical losses volume, electric network section, remote web technologies.*