

4.3.2 Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СВОТТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ САДОВЫХ ИМПУЛЬСНЫХ LED-ФИТОУСТАНОВОК

Е.А. РОЖКОВ, канд. техн. наук, доцент
zhenyacool31@yandex.ru

Б.А. КРАВЦИВ, студент

И.И. ЩЕРБИНА, студент

А.А. ЧУРКИН, студент

Н.С. НЕКРЕСТОВ, инженер

E.A. ROZHKOV, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor

B.A. KRAVTSIV, Student

I.I. SHCHERBINA, Student

A.A. CHURKIN, Student

N.S. NEKRESTOV, Engineer

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Российская Федерация, Краснодар
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russian Federation, Krasnodar*

Аннотация. В статье рассматривается проблема оптимизации систем искусственного освещения при круглогодичном выращивании сельскохозяйственных культур в условиях защищенного грунта. Целью исследования является теоретическое и экспериментальное обоснование выбора светотехнических параметров садовых импульсных LED-фитоустановок. Представлена методика расчета необходимой плотности потока фотосинтетических фотонов (ППФФ) на примере теплицы площадью 20 м² для выращивания огурцов. Проведено экспериментальное сравнение эффективности импульсных светодиодных светильников, люминесцентных ламп (КЛЛ) и натриевых ламп высокого давления (ДНАТ). Результаты двухмесячного эксперимента показали, что применение импульсных LED-фитоустановок позволяет увеличить массу собранного урожая на 28,4 % по сравнению с люминесцентными лампами и на 52,7 % по сравнению с лампами ДНАТ. Удельный расход электроэнергии на 1 кг продукции при использовании импульсных LED-светильников составил 0,35 кВт·ч/кг, что значительно ниже показателей люминесцентных (0,90 кВт·ч/кг) и натриевых (0,48 кВт·ч/кг) ламп. Сделан вывод о высокой энергетической и агрономической эффективности внедрения импульсных LED-систем, обеспечивающих снижение эксплуатационных расходов и повышение рентабельности современных тепличных хозяйств.

Ключевые слова: импульсные LED-фитоустановки, светокультура, защищенный грунт, фотосинтетический фотонный поток, энергоэффективность, урожайность, тепличные осветительные системы

Список источников

1. Светотехника и электротехнологии растениеводства защищенного грунта : монография / А. И. Иванов, С. П. Петрова, В. Л. Сидоров ; под общ. ред. А. И. Иванова. – СПб. : Профессия, 2020. – 184 с. : ил.
2. Применение методов компьютерного зрения для диагностики разрушений горных выработок по цифровым изображениям / Е. А. Рожков, Р. В. Кононенко, А. А. Горшков, О. В. Иванов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2026. – № 1. – С. 336-340.
3. Петров, П. П. Энергоэффективные светодиодные системы в тепличных хозяйствах / П. П. Петров. – М. : Агропромиздат, 2021. – 152 с.
4. Юдаев, И. В. Исследование методов обнаружения дефектов семян пшеницы по изображению современными фотосепараторами / И. В. Юдаев, Е. А. Рожков // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4(76). – С. 76-84. – DOI 10.48012/1817-5457_2023_4_76-84.
5. Семенов, А. А. Оптимизация спектрального состава излучения фитосветильников для различных фаз роста растений / А. А. Семенов, О. И. Николаева // Агротехника и энергосбережение. – 2022. – № 4. – С. 45-51.
6. Лебедев, Д. В. Многоуровневая оптико-электронная система контроля жизнедеятельности соболей / Д. В. Лебедев, Е. А. Рожков // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 4(41). – С. 68-74. – DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-68-74.
7. Оптимизация условий искусственного досвечивания растений декоративных культур при их адаптации после клонального микроразмножения / М. Л. Дубровский, Р. В. Папихин, С. А. Муратова [и др.] // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2026. – № 1(86). – С. 26-35. – DOI 10.19110/1994-5655-2026-1-26-35.
8. Оптико-электронная установка для подсчета семян сельскохозяйственных культур / Н. Н. Курзин, Д. В. Лебедев, Е. А. Рожков, В. А. Безверхий // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 3(40). – С. 115-119. – DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-115-119.
9. Козлова, М. В. Сравнительный анализ эффективности ДНаТ и LED-светильников для досвечивания рассады / М. В. Козлова // Светотехника. – 2023. – № 1. – С. 28-33.

FEATURES OF CALCULATING LIGHTING PARAMETERS FOR GARDEN PULSE LED PHYTO-INSTALLATIONS

Abstract. The article addresses the problem of optimizing artificial lighting systems for the year-round cultivation of agricultural crops in protected ground environments. The aim of the research is the theoretical and experimental justification for selecting the lighting parameters of horticultural pulsed LED phyto-installations. A methodology for calculating the required photosynthetic photon flux density (PPFD) is presented using the example of a 20 m² greenhouse for cucumber cultivation. An experimental comparison of the efficiency of pulsed LED luminaires, fluorescent lamps (CFLs), and high-pressure sodium (HPS) lamps was conducted. The results of the two-month experiment showed that the use of pulsed LED phyto-installations increases the harvested crop mass by 28.4% compared to fluorescent lamps and by 52.7% compared to HPS lamps. The specific energy consumption per 1 kg of produce when using pulsed LED luminaires was 0.35 kWh/kg, which is significantly lower than that of fluorescent (0.90 kWh/kg) and HPS (0.48 kWh/kg) lamps. It is concluded that the implementation of pulsed LED systems demonstrates high energetic and agronomic efficiency, ensuring reduced operating costs and increased profitability for modern greenhouse facilities.

Keywords: pulsed LED phyto-installations, photoculture, protected ground, photosynthetic photon flux, energy efficiency, crop yield, greenhouse lighting systems

References

1. Ivanov, A. I., Petrova, S. P., & Sidorov, V. L. (2020). *Svetotekhnika i elektrotekhnologii rastenievodstva zashchishchennogo grunta* [Lighting Engineering and Electrotechnologies for Protected Ground Plant Cultivation]. (A. I. Ivanov, Ed.). St. Petersburg: Professiya. 184 p. (In Russian).
2. Rozhkov, E. A., Kononenko, R. V., Gorshkov, A. A., & Ivanov, O. V. (2026). Primenenie metodov komp'yuternogo zreniya dlya diagnostiki razrusheniy gornykh vyrabotok po tsifrovym izobrazheniyam [Application of Computer Vision Methods for Diagnosing Destruction of Mine Workings from Digital Images]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula State University. Earth Sciences], (1), 336-340. (In Russian).
3. Petrov, P. P. (2021). *Energoeffektivnye svetodiodnye sistemy v teplichnykh khozyaystvakh* [Energy-Efficient LED Systems in Greenhouse Farming]. Moscow: Agropromizdat. 152 p. (In Russian).
4. Yudaev, I. V., & Rozhkov, E. A. (2023). Issledovanie metodov obnaruzheniya defektov semyan pshenitsy po izobrazheniyu sovremennymi fotoseparatorami [Investigation of Methods for Detecting Wheat Seed Defects from Images Using Modern Photoseparators]. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy], 4(76), 76-84. (In Russian). DOI: 10.48012/1817-5457_2023_4_76-84.
5. Semenov, A. A., & Nikolaeva, O. I. (2022). Optimizatsiya spektral'nogo sostava izlucheniya fitosvetil'nikov dlya razlichnykh faz rosta rasteniy [Optimization of the Spectral Composition of Phyto-Luminaire Radiation for Different Plant Growth Phases]. *Agrotekhnika i energosberezhenie* [Agrotechnics and Energy Saving], (4), 45-51. (In Russian).
6. Lebedev, D. V., & Rozhkov, E. A. (2020). Mnogourovnevaya optiko-elektronnaya sistema kontrolya zhiznedeyatel'nosti soboley [A Multi-Level Optoelectronic System for Monitoring the Vital Activity of Sables]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK* [Electrotechnologies and Electrical Equipment in the Agro-Industrial Complex], 67(4), 68-74. (In Russian). DOI: 10.22314/2658-4859-2020-67-4-68-74.
7. Dubrovsky, M. L., Papikhin, R. V., Muratova, S. A., et al. (2026). Optimizatsiya usloviy iskusstvennogo dosvechivaniya rasteniy dekorativnykh kul'tur pri ikh adaptatsii posle klonal'nogo mikrorazmnozheniya [Optimization of Artificial Supplementary Lighting Conditions for Ornamental Plants During Their Adaptation After Clonal Micropropagation]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], 1(86), 26-35. (In Russian). DOI: 10.19110/1994-5655-2026-1-26-35.
8. Kurzin, N. N., Lebedev, D. V., Rozhkov, E. A., & Bezverkhy, V. A. (2020). Optiko-elektronnaya ustanovka dlya podscheta semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [An Optoelectronic Device for Counting Crop Seeds]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK* [Electrotechnologies and Electrical Equipment in the Agro-Industrial Complex], 67(3), 115-119. (In Russian). DOI: 10.22314/2658-4859-2020-67-3-115-119.
9. Kozlova, M. V. (2023). Sravnitel'nyy analiz effektivnosti DNAT i LED-svetil'nikov dlya dosvechivaniya rassady [Comparative Analysis of the Efficiency of HPS and LED Luminaires for Supplementary Lighting of Seedlings]. *Svetotekhnika* [Light & Engineering], (1), 28-33. (In Russian).

© Рожков Е.А., Кравцов Б.А., Щербина И.И., Чуркин А.А., Некрестов Н.С., 2026