

Научная статья
УДК 535.232.1
doi:10.35694/YARCX.2025.72.4.021

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В. Ю. Страхов¹, В. Ф. Сторчевой², Ю. Н. Ульянов³, А. Н. Малахов⁴

^{1,3,4}Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина,
Белгород, Россия

²Московский авиационный институт, Москва, Россия

¹strakhov.94@list.ru, ORCID 0009-0003-7559-3154

²v_storchevoy@mail.ru, ORCID 0000-0002-6929-3919

³uljancev_jn@belgau.ru

⁴malakhov_an@bsaa.edu.ru

Реферат. Существует большое разнообразие источников ультрафиолетового излучения. Современные производители предлагают лампы различной мощности и диапазона излучения. Большой популярностью пользуются энергоэффективные светодиодные ультрафиолетовые лампы. Однако не всегда заявленные характеристики подтверждаются на практике. Цель настоящей работы: исследовать характеристики наиболее распространённых источников ультрафиолетового излучения. В работе проведён сравнительный анализ шести источников ультрафиолетового излучения с оценкой спектрально-энергетических параметров. Методология исследования включала измерение энергетической облучённости в диапазонах УФ-А, УФ-В, УФ-С и определение спектральных характеристик (полуширина, пик, центр и центроид). Выделена чёткая стратификация исследуемых источников на три функциональные группы: специализированные бактерицидные источники (Uniel ESL-PLL, ДКБУ-7, ДРТ-125) с пиком при 253,8 нм; высокоэффективные источники ультрафиолетового излучения диапазона УФ-А (LedUV); источники с минимальным выходом в ультрафиолетовом диапазоне (PDQ, WENNI). Ртутная лампа низкого давления Uniel ESL-PLL продемонстрировала максимальную энергетическую облучённость в спектре УФ-С 1,921 мВт/см², что делает её лучшим вариантом для использования в системах обеззараживания. Выявлены спектральные аномалии у источника ДРТ-125, проявляющиеся в значительном смещении центроида (298,9 нм) относительно пика излучения, что говорит о сложном характере спектра. Результаты проведённых исследований позволяют сформировать обоснованные рекомендации по конкретному практическому применению источников ультрафиолетового излучения.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение, обеззараживание, энергетическая облучённость, длина волны, спектр излучения

INVESTIGATION OF ULTRAVIOLET RADIATION SOURCES

V. Yu. Strakhov¹, V. F. Storchevoy², Yu. N. Ulyantsev³, A. N. Malakhov⁴

^{1,3,4}Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin, Belgorod, Russia

²Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia

¹strakhov.94@list.ru, ORCID 0009-0003-7559-3154

²v_storchevoy@mail.ru, ORCID 0000-0002-6929-3919

³uljancev_jn@belgau.ru

⁴malakhov_an@bsaa.edu.ru

Abstract. There is a wide variety of sources of ultraviolet radiation. Modern manufacturers offer lamps of various power and radiation range. Energy efficient LED ultraviolet lamps are very popular. However, the stated characteristics are not always confirmed in practice. The purpose of this work is to investigate the characteristics of the most common sources of ultraviolet radiation. The work carried out a comparative analysis of six sources of ultraviolet radiation with an assessment of spectral and energy parameters. The research methodology included the measurement of energy irradiance in the UV-A, UV-B, UV-C ranges and the determination of spectral characteristics (half-width, peak, center and centroid). A clear stratification of the sources under study into three functional groups was distinguished: specialized bactericidal sources (Uniel ESL-PLL, DKBU-7, DRT-125) with a peak at 253.8 nm; highly efficient sources of ultraviolet radiation in the UV-A range (LedUV); sources with a minimum output in the ultraviolet range (PDQ, WENNI). The Uniel ESL-PLL low-pressure mercury lamp demonstrated a maximum energy irradiance in the UV-C spectrum of 1.921 mW/cm², which makes it the best option for use in disinfection systems. Spectral anomalies have been identified at the DRT-125 source, manifested in a significant shift of the centroid (298.9 nm) relative to the radiation peak, which indicates a complex nature of the spectrum. The results of the conducted research allow us to form reasonable recommendations for the specific practical application of ultraviolet radiation sources.

Keywords: ultraviolet radiation, disinfection, energy irradiance, wavelength, radiation spectrum

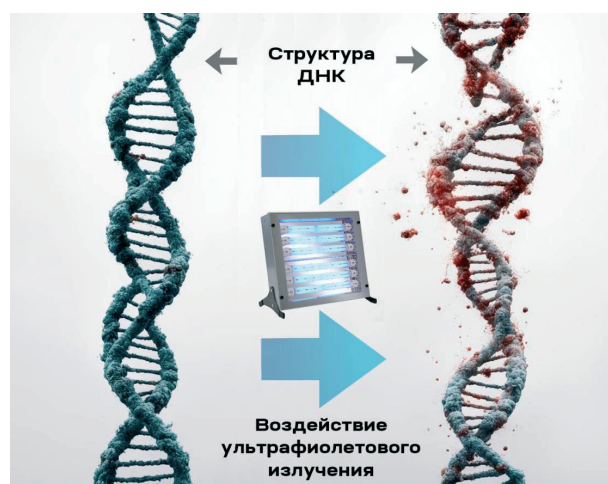
Введение. В современном сельском хозяйстве широко применяют электрофизические методы обработки в технологиях сушки продукции и материалов, нагрева, обеззараживания продуктов, воды и воздуха, предпосевной обработки семенного материала. Широкое распространение получили такие методы, как инфракрасное облучение, СВЧ и магнитные поля, лазерное и ультрафиолетовое облучение [1].

Обострение вирусных инфекций, представляющих опасность для человека и животных, возобновило интерес к электротехнологиям обеззараживания воздуха, а именно к бактерицидным источникам ультрафиолетового облучения. Ультрафиолетовое облучение давно применяется в сельском хозяйстве, однако некоторое время научный интерес к этому воздействию был низким. Считалось, что для народного хозяйства все полезные области применения ультрафиолетовых технологий открыты. В настоящее время этот подход пересматривается. Практическое применение ультрафиолетового излучения реализуется в растениеводстве, животноводстве и перерабатывающей промышленности [2–4].

Невидимое для глаз человека ультрафиолетовое излучение в солнечном свете влияет на развитие растений. Специалистам в светокультуре известно, что растения воспринимают различные длины волн своими фоторецепторами. Скорость развития растений зависит от микроклимата, в котором ключевая роль отводится условиям освещения. В отдельных тепличных хозяйствах применяют контролируемое облучение в оптимальном для растений диапазоне – длинноволновом спектре УФ-А (320–400 нм). Такая технология усиливает созревание фруктов, улучшает вкусовые и питательные характеристики. При естественном возделывании фрукты подвержены ультрафиолетовому облучению. Теплицы из стекла и поликарбоната блокируют естественное ультрафиолетовое излучение. Тепличные овощи в классической технологии выращивания лишены ультрафиолетового спектра, поэтому значительно уступают по вкусу выращенным в открытом грунте. Вкус и аромат связан с присутствием биологически активных соединений. Недостаток ультрафиолетового спектра в теплице приводит к низкой выработке группы фенольных соединений: оксibenзойные и оксикоричные кислоты, кумарины, флавоноиды. Эти соединения отвечают за аромат и вкус [5].

Применение источников облучения в длинноволновом диапазоне УФ-А будет полезно для ферм по производству микрозелени. Опыты по облучению свёклы и базилика показали прирост поверхности листа. Облучение длинноволновым спектром способствует синтезу биологически активных веществ – флавоноидов и фенольных соединений. Для человека эти вещества полезны благодаря своим антиоксидантным свойствам. Облучаемые растения выигрывают по содержанию дубильных веществ и витамина Е [6; 7].

Умеренное воздействие ультрафиолетового излучения диапазона УФ-В (280–320 нм) играет регуляторную роль в жизни растений, помогает стимулировать рост и развитие, отпугивает насекомых и некоторые микроорганизмы. В животноводстве эритемные лампы



Источник: составлено В. Ю. Страховым по материалам из открытых источников.

Рисунок 1 – Воздействие ультрафиолетового излучения на структуру ДНК

применяют для компенсации «светового голодания» в осенне-зимний период. Облучение животных запускает фотохимический синтез витамина D [8].

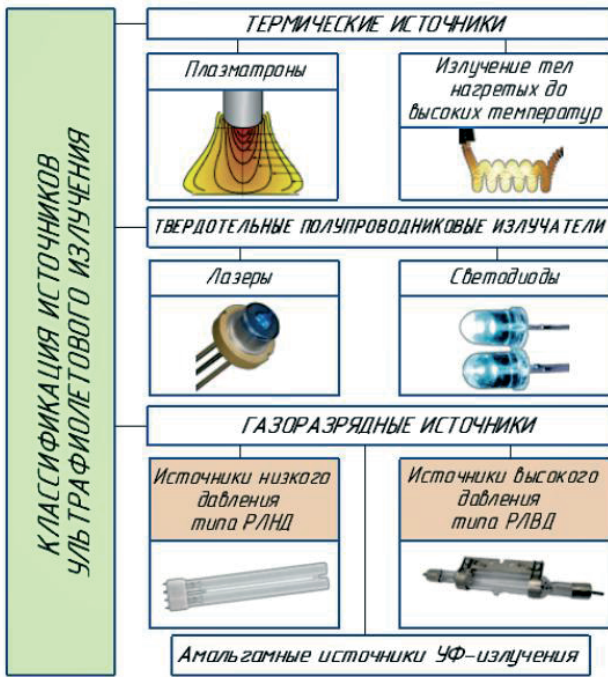
Коротковолновое ультрафиолетовое излучение диапазона УФ-С (200–280 нм) применяют для обеззараживания воды, воздуха, сыпучих материалов и семян. При воздействии ультрафиолетовых лучей на микроорганизмы различные компоненты клетки поглощают энергию излучения. В клетках все нуклиды ДНК и РНК под действием ультрафиолетового излучения образуют димеры [9]. При превышении критического числа димеров у ДНК нарушается структура. Происходит процесс инактивации вирусов (рис. 1).

У вирусов и бактерий реакция на ультрафиолетовое излучение зависит от экспозиции облучения.

Материалы и методы исследований. При выборе источников ультрафиолетового излучения в качестве основной характеристики выступает бактерицидная эффективность. Наибольшим бактерицидным эффектом будут обладать источники, спектр которых находится в диапазоне 205–315 нм. Кроме спектра излучения, ключевыми факторами выступают: мощность источника; рабочий и полный ресурс источника; КПД; снижение потока излучения в процессе эксплуатации; геометрические размеры источника; стоимость источника; стоимость и ресурс электронного блока питания; безопасность использования [10].

В зависимости от технологических процессов выдвигают и дополнительные требования к источникам ультрафиолетового облучения. В некоторых технологиях необходимо обеспечить стабильность работы источника при перепадах температуры. В отдельных случаях необходимо обеспечить быстрый розжиг лампы.

В настоящее время наибольшее распространение получили газоразрядные источники ультрафиолетового излучения. Кроме этого, существуют термические, твердотельные и полупроводниковые источники. Классификация приведена на рисунке 2.



Источник: составлено В. Ю. Страховым по материалам из открытых источников.

Рисунок 2 – Классификация источников ультрафиолетового излучения

Во всех областях использования ультрафиолетовых технологий наибольшим спросом пользуются газоразрядные источники низкого и высокого давления. Основные преимущества: высокий КПД, большой ресурс, проста в эксплуатации, невысокая стоимость.

В области искусственного освещения светодиодные технологии являются лучшим решением по соотношению рабочих характеристик и стоимости. Однако в сегменте светильников коротковолнового ультрафиолетового излучения они ещё не могут конкурировать с ртутными лампами. Недостатком светодиодов, работающих в области УФ-С, является низкий срок службы (от нескольких сотен до тысячи часов), КПД зависит от длины волны. При длинах волн 250–255 нм значение КПД находится на уровне 0,01–0,015% [9]. Стоимость очень высокая, мощность низкая. По этой причине ртутные источники ещё долгое время будут оставаться востребованными.

Цель настоящей работы: исследовать характеристики наиболее распространённых источников ультрафиолетового излучения.

В проведённых исследованиях рассматривались такие источники ультрафиолетового излучения, как ртутная лампа низкого давления (РЛНД), ртутная лампа высокого давления (РЛВД) и светодиодная лампа (Led). В качестве исследуемых источников излучения были использованы лампы типа: Uniel ESL-PLL, PDQ, ДКБУ-7, ДРТ-125, WENNI, LedUV.

Технические характеристики исследуемых источников ультрафиолетового излучения представлены в таблице 1.

Для исследований были выбраны различные типы источников ультрафиолетового излучения. Особый интерес представляют две светодиодные ультрафиолетовые лампы – WENNI и LedUV, заявленные производителем как источники ультрафиолетового излучения для обеззараживания воздуха. Для эффективного применения этих ламп в целях обеззараживания воздуха их излучение должно находиться в спектре УФ-С. До проведения замеров можно с уверенностью утверждать, что светодиодные ультрафиолетовые источники будут иметь самое низкое потребление электрической энергии из всех экспериментальных вариантов.

В исследованиях использовался спектрометр света HPCS-330UV. Прибор предназначен для измерения в диапазоне от 230 до 450 нм. Точность измерения длины волны составляет ±1 нм. Замеры со всеми источниками ультрафиолетового излучения проводились в трёхкратной повторности на расстоянии 150 мм. Исследуемое расстояние было выбрано как наиболее удобное для технологии обеззараживания семян перед посевом.

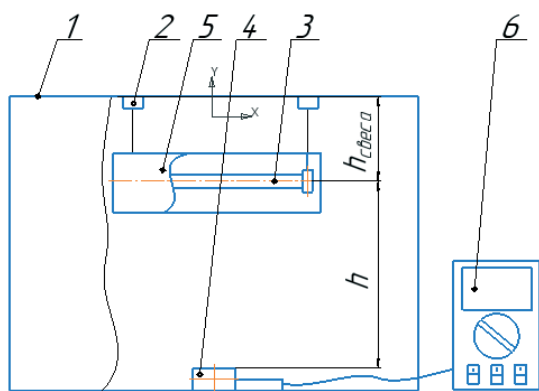
В исследованиях необходимо исключить влияние естественного света. Замеры проводились в закрытом модуле, представленном на рисунке 3.

В исследованиях лампа помещалась внутри испытательного модуля. При помощи крепежа регулировалась высота подвеса. Фотометрическая головка прибора помещалась в корпус под источник излучения. При измерениях закрывалась крышка модуля. Значение температуры при замерах 20°, относительная влажность 55%.

Источники излучения Uniel ESL-PLL, PDQ, WENNI замерялись без отражателя, что говорит о возможности для увеличения потока излучения при наличии отражателя. Источники ДКБУ-7, ДРТ-125 и LedUV использовались в заводской комплектации с отражателем.

Таблица 1 – Технические характеристики исследуемых источников излучения

Наименование параметра	Значение параметра					
Заводское наименование	Uniel ESL-PLL	PDQ	ДКБУ-7	ДРТ-125	WENNI	LedUV
Тип УФ-лампы	РЛНД	РЛНД	РЛНД	РЛВД	Led	Led
Мощность, Вт	36	13	7	125	5	7
Напряжение на лампе, В	106	220	38–52	95	3,2–3,8	3,2–3,8
Длина, мм	411	70	123	135	56	11,3
Срок службы, ч	11000	6000	6000	1000	50000	50000
Тип цоколя	2G11	E27	2G7	–	E27	–



1 – корпус; 2 – крепёж; 3 – источник ультрафиолетового излучения; 4 – фотометрическая головка измерительного прибора; 5 – отражатель; 6 – измерительный прибор.

Рисунок 3 – Испытательный модуль

По результатам замеров для каждого исследуемого источника облучения была получена спектрограмма. Результаты замеров спектрального состава лампы Uniel ESL-PLL представлены на рисунке 4.

Результаты замеров спектрального состава лампы PDQ представлены на рисунке 5.

Результаты замеров спектрального состава лампы ДКБУ-7 представлены на рисунке 6.

Результаты замеров спектрального состава лампы ДРТ-125 представлены на рисунке 7.

Результаты замеров спектрального состава лампы WENNI представлены на рисунке 8.

Результаты замеров спектрального состава лампы LedUV представлены на рисунке 9.

Результаты замеров исследуемых источников облучения в абсолютных единицах приведены в таблице 2.

Для наглядной демонстрации характеристик каждого источника по диапазонам ультрафиолетового излучения на рисунке 10 представлена столбчатая диаграмма. Таким образом, наглядно продемонстрирован вклад каждого диапазона.

На основании проведённого анализа спектрально-энергетических характеристик шести исследуемых источников ультрафиолетового излучения можно дать рекомендации по их практическому применению. В соответствии с излучательными характеристиками выделим три группы. Первую группу составляют специализированные бактерицидные источники (Uniel ESL-PLL, ДКБУ-7, ДРТ-125) с выраженным пиком излучения в области 253,8 нм и минимальной полушириной спектра 3,2 нм. Данные источники продемонстрировали высокую энергетическую облучённость в УФ-С диапазоне. Такие источники рекомендуются для обеззараживания воздуха, воды и различных сыпучих материалов.

Вторую группу образуют высокоэффективные источники ультрафиолетового излучения диапазона УФ-А (LedUV) с доминирующей облучённостью 1,882 мВт/см² и широким спектром. Полуширина составила 13,6 нм.

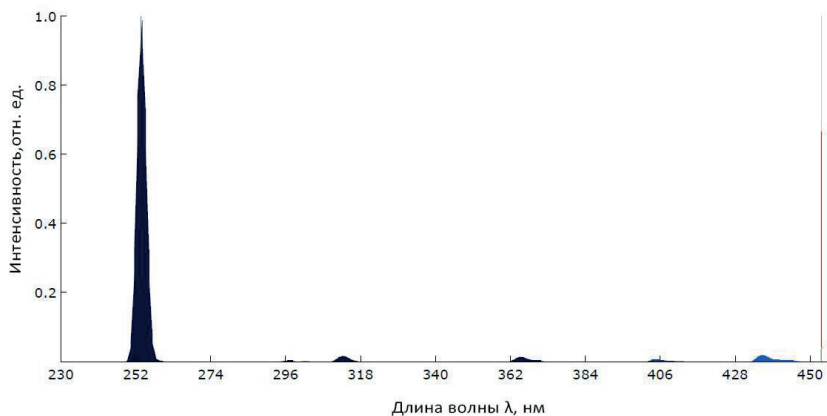


Рисунок 4 – Спектрограмма источника облучения типа Uniel ESL-PLL

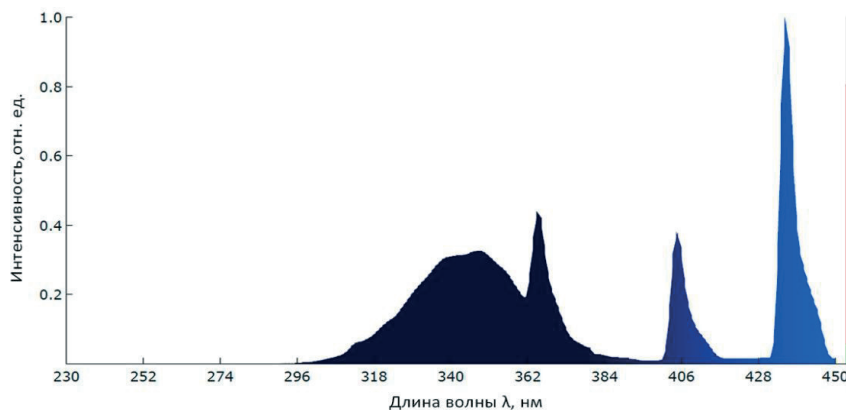


Рисунок 5 – Спектрограмма источника облучения типа PDQ

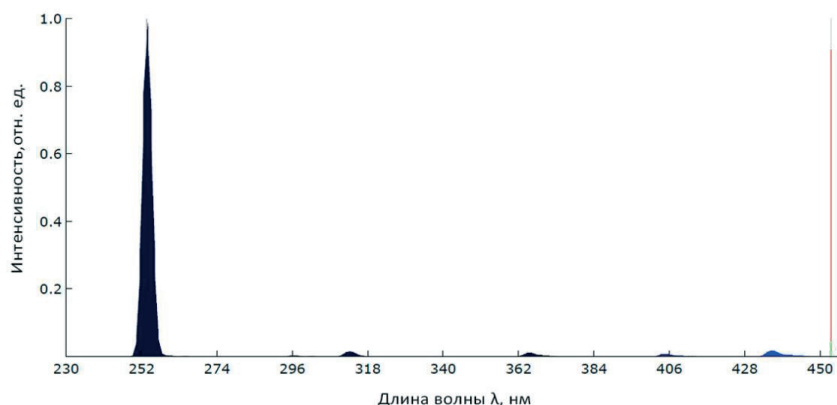


Рисунок 6 – Спектрограмма источника облучения типа ДКБУ-7

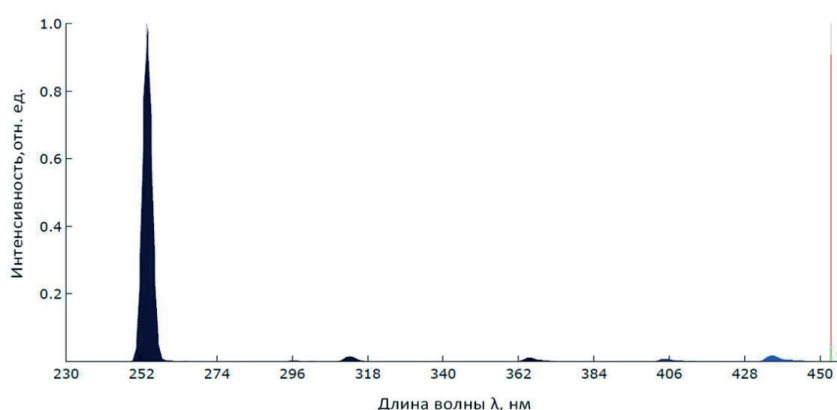


Рисунок 7 – Спектрограмма источника облучения типа ДРТ-125

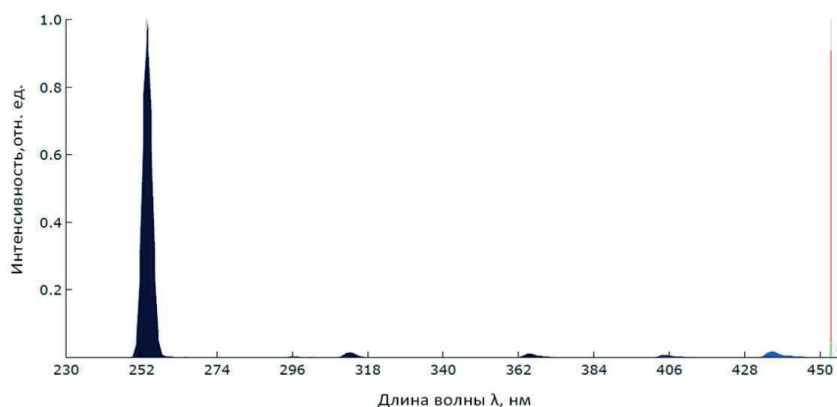


Рисунок 8 – Спектрограмма источника облучения типа WENNI

В третью группу вошли источники (PDQ, WENNI) с излучением в видимой области фиолетового спектра и минимальным выходом в ультрафиолетовом диапазоне.

Превосходство в УФ-С диапазоне с показателем 1,921 мВт/см² продемонстрировал источник Uniel ESL-PLL, превышая ближайшего конкурента ДКБУ-7 в 2,2 раза, источник LedUV продемонстрировал в УФ-А диапазоне близкие показатели энергетической облученности.

В исследованиях были обнаружены спектральные аномалии, проявляющиеся в значительном смещении центра (298,9 нм) относительно пика излучения у

источника ДРТ-125. Данное явление можно обосновать наличием вторичных спектральных компонентов в области УФ-В из-за особенностей газового наполнения. Источник ДРТ-125 имеет наихудшие показатели энергетической облученности в спектре УФ-С среди всех источников бактерицидной группы и самую высокую мощность.

В исследуемых светодиодных источниках WENNI и LedUV отсутствует излучение в бактерицидной области УФ-С. Это говорит о низкой эффективности их использования в качестве бактерицидных ламп.

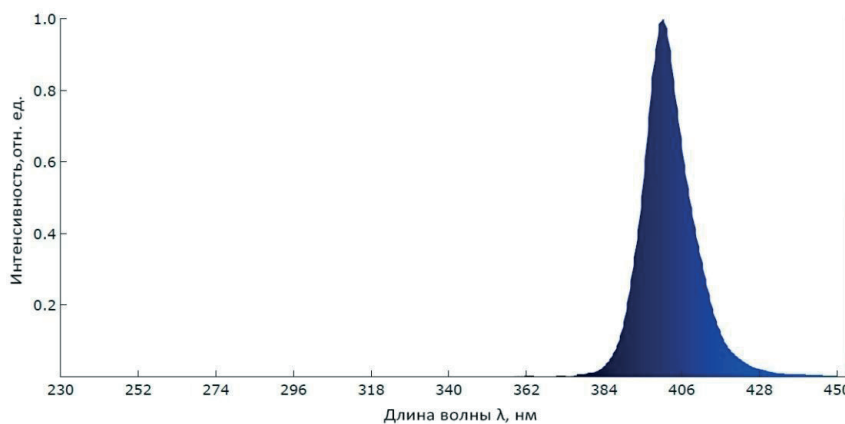


Рисунок 9 – Спектрограмма источника облучения типа LedUV

Таблица 2 – Результаты замеров в абсолютных единицах

Наименование параметра	Значение параметра					
	Uniel ESL-PLL	PDQ	ДКБУ-7	ДРТ-125	WENNI	LedUV
Наименование источника излучения						
Энергетическая облучённость в диапазоне УФ-С $E_{uv,c}$, мВт/см ²	1,921	0,000	0,879	0,131	0,000	0,000
Энергетическая облучённость в диапазоне УФ-В $E_{uv,b}$, мВт/см ²	0,044	0,005	0,018	0,018	0,000	0,003
Энергетическая облучённость в диапазоне УФ-А $E_{uv,a}$, мВт/см ²	0,049	0,167	0,018	0,019	0,001	1,882
Общая энергетическая облучённость в ультрафиолетовом диапазоне E_{uv} , мВт/см ²	2,014	0,172	0,915	0,168	0,001	1,885
Полуширина, нм	3,2	4,1	3,2	3,2	6,7	13,6
Пик, нм	253,8	436,2	253,8	253,8	450,0	400,5
Центр, нм	254,0	436,5	254,0	254,0	446,6	401,7
Центроид, нм	264,6	376,9	263,7	298,9	443,4	402,8

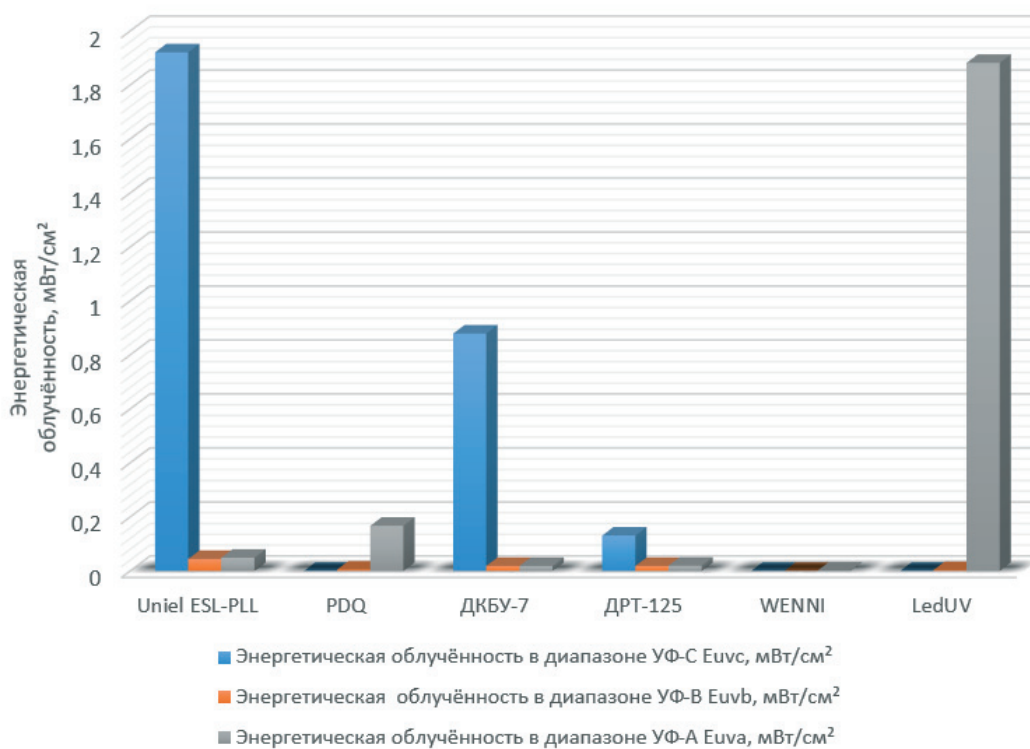


Рисунок 10 – Графическая интерпретация результатов замеров

У источника PDQ имеется расхождение между пиком (436,2 нм) и центроидом (376,9 нм), что говорит о присутствии комбинированного излучения.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволяют сформировать обоснованные рекомендации по конкретному практическому применению источников ультрафиолетового излучения на основе их спектрально-энергетических характеристик. Все исследуемые источники были разделены на три группы: специализированные бактерицидные источники (Uniel ESL-PLL, ДКБУ-7, ДРТ-125); высокоэффективные источники ультрафиолетового излучения диапазона УФ-А (LedUV);

источники с минимальным выходом в ультрафиолетовом диапазоне (PDQ, WENNI). Ртутная лампа низкого давления Uniel ESL-PLL, показавшая энергетическую облученность в спектре УФ-С 1,921 мВт/см², будет оптимальным вариантом для высокоэффективных систем обеззараживания воздуха или воды. Светодиодный источник LedUV имеет самое высокое излучение 1,882 мВт/см² в области УФ-А и может рекомендоваться для технологических процессов отверждения и УФ-печати. Выявленные спектральные особенности ртутной лампы высокого давления ДРТ-125 позволяют её рассматривать как источник комбинированного излучения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Овсянникова Е. А., Сторчевой В. Ф., Кабдин Н. Е., Занфирова Л. В. Определение основных параметров и режимов работы комбинированного облучателя-озонатора воздуха в животноводческих помещениях // Агротехника и энергообеспечение. 2021. № 4 (33). С. 22–29. EDN MXXKOCJ.
2. Курьлева А. Г., Кондратьева Н. П. Эффективность ультрафиолетового облучения семян зерновых культур // Пермский аграрный вестник. 2019. № 4 (28). С. 47–52. EDN IGOKTN.
3. Ракутько С. А., Мишанов А. П., Маркова А. Е. [и др.] Влияние дозы УФ-С облучения на развитие ювенильных растений перца (*Capsicum Annuum* L.) // АгроЭкоИнженерия. 2022. № 1 (110). С. 3–19. DOI 10.24412/2713-2641-2022-1110-3-19. EDN XAPRSO.
4. Страхов В. Ю., Вендин С. В., Саенко Ю. В. Экспериментальные исследования по применению ультрафиолетового излучения при предпосевной обработке семян сои для проращивания на витаминный корм // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2 (30). С. 108–115. EDN YHOYUK.
5. Дубров А. П. Генетические и физиологические эффекты действия ультрафиолетовой радиации на высшие растения. Применение оптического излучения в растениеводстве. М. : Колос, 1976. 115 с.
6. Кондратьева Н. П., Большин Р. Г., Краснолуцкая М. Г. [и др.] УФ светодиодный облучатель для предпосевной обработки семян туй западной // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 53–62. EDN VKGWBE.
7. Ракутько С. А., Ракутько Е. Н., Аюпов М. Р. Применение комбинированного облучения в светокультуре // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14, № 2. С. 46–52. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-46-52. EDN ZEVYAE.
8. Овчукова С. А. Применение оптического излучения в сельскохозяйственном производстве: дисс. ... д-ра техн. наук : специальность 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве», 05.09.07 «Светотехника». М., 2001. 351 с. EDN NLXULB.
9. Кармазинов Ф. В. [и др.] Ультрафиолетовые технологии в современной мире / под ред. : Кармазинова Ф. В. и др. Долгопрудный : Интеллект, 2012. 391 с. ISBN 978-5-91559-121-8. EDN QNPZCN.
10. Вендин С. В., Саенко Ю. В., Страхов В. Ю. Перспективы использования УФ обработки семян при проращивании зерна на корм животным // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы междунаро. науч.-практ. конф., Воронеж, 26–27 ноября 2018 года. Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. Т. I. С. 498–502. EDN YSMTNB.

References

1. Ovsyannikova E. A., Storchevoj V. F., Kabdin N. E., Zanfirova L. V. Opredelenie osnovnyh parametrov i rezhimov raboty kombinirovannogo obluchatelya-ozonatora vozduha v zhivotnovodcheskih pomeshcheniyah // Agrotekhnika i energoobespechenie. 2021. № 4 (33). S. 22–29. EDN MXXKOCJ.
2. Kuryleva A. G., Kondrat'eva N. P. Effektivnost' ul'traioletovogo oblucheniya semyan zernovykh kul'tur // Permskij agrarnyj vestnik. 2019. № 4 (28). S. 47–52. EDN IGOKTN.
3. Rakut'ko S. A., Mishanov A. P., Markova A. E. [i dr.] Vliyanie dozy UF-S oblucheniya na razvitie yuvenil'nyh rastenij perca (*Capsicum Annuum* L.) // AgroEkoInzheneriya. 2022. № 1 (110). S. 3–19. DOI 10.24412/2713-2641-2022-1110-3-19. EDN XAPRSO.
4. Strakhov V. Yu., Vendin S. V., Saenko Yu. V. Eksperimental'nye issledovaniya po primeneniyu ul'traioletovogo izlucheniya pri predposevnoj obrabotke semyan soi dlya proraschivaniya na vitaminnyj korm // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2021. № 2 (30). S. 108–115. EDN YHOYUK.
5. Dubrov A. P. Geneticheskie i fiziologicheskie efekty dejstviya ul'traioletovoj radiacii na vysshie rasteniya. Primenenie opticheskogo izlucheniya v rastenievodstve. M. : Kolos, 1976. 115 s.
6. Kondrat'eva N. P., Bol'shin R. G., Krasnolutsкая M. G. [i dr.] UF svetodiodnyj obluchatel' dlya predposevnoj obrabotki semyan tui zapadnoj // Innovacii v sel'skom hozyajstve. 2018. № 3 (28). S. 53–62. EDN VKGWBE.
7. Rakut'ko S. A., Rakut'ko E. N., Ayupov M. R. Primenenie kombinirovannogo oblucheniya v svetokul'ture // Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii. 2020. T. 14, № 2. S. 46–52. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-46-52. EDN ZEVYAE.
8. Ovchukova S. A. Primenenie opticheskogo izlucheniya v sel'skohozyajstvennom proizvodstve: diss. ... d-ra tekhn. nauk : special'nost' 05.20.02 «Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v sel'skom hozyajstve», 05.09.07 «Svetotekhnika». M., 2001. 351 s. EDN NLXULB.
9. Karmazinov F. V. [i dr.] Ul'traioletovye tekhnologii v sovremennoj mire / pod red. : Karmazinova F. V. i dr. Dolgoprudnyj : Intellekt, 2012. 391 s. ISBN 978-5-91559-121-8. EDN QNPZCN.
10. Vendin S. V., Saenko Yu. V., Strakhov V. Yu. Perspektivy ispol'zovaniya UF obrabotki semyan pri proraschivanii zerna na korm zhivotnym // Nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya : materialy mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., Voronezh, 26–27 noyabrya 2018 goda. Voronezh : Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2018. T. I. S. 498–502. EDN YSMTNB.

Сведения об авторах

Владимир Юрьевич Страхов – кандидат технических наук, старший преподаватель инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», spin-код: 4362-2616.

Владимир Федорович Сторчевой – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теоретической электротехники, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», spin-код: 3546-7363.

Юрий Николаевич Ульяновцев – кандидат технических наук, доцент, доцент инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», spin-код: 3911-1535.

Александр Николаевич Малахов – старший преподаватель инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», spin-код: 8114-1175.

Information about the authors

Vladimir Yu. Strakhov – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin", spin-code: 4362-2616.

Vladimir F. Storchevoy – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Theoretical Electrical Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Moscow Aviation Institute (National Research University), spin-code: 3546-7363.

Yuriy N. Ulyantsev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin", spin-code: 3911-1535.

Aleksandr N. Malakhov – Senior Lecturer at the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin", spin-code: 8114-1175.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.