

ЗБІРНИК \* ВИХОДИТЬ 1 РАЗ НА РІК \* ЗАСНОВАНИЙ У БЕРЕЗНІ 2000 р.

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ ЗБІРНИКА

**Головний редактор Ткаченко Аліна Сергіївна**, кандидат технічних наук, доцент, Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

**Відповідальний редактор Губа Людмила Миколаївна**, кандидат технічних наук, доцент, Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

**Відповідальний секретар Горячова Олена Олександрівна**, кандидат технічних наук, доцент, Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ СЕРІЇ «ТЕХНІЧНІ НАУКИ»

**Стойкова Теменуга**, PhD, Associated Professor, професор кафедри товарознавства Економічного університету Варни, Болгарія

**Баркуте-Норкунієнте Вайда**, PhD, Associated Professor, Утенівська колегія «Університет прикладних наук», Литовська Республіка

**Радуловіч Джована**, PhD, Associated Professor, доктор школи механіки та проектування університету Портсмуту, Великобританія

**Хомич Галина Панасівна**, доктор технічних наук, професор, Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

**Скрипник В'ячеслав Олександрович**, доктор технічних наук, доцент, професор Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

**Тюрікова Інна Станіславівна**, доктор технічних наук, доцент, Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

**Молчанова Наталія Юріївна**, кандидат технічних наук, доцент, Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

**Сукманов Валерій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, Полтавський державний аграрний університет

**Лебеденко Тетяна Євгенівна**, доктор технічних наук, доцент, професор Одеської національної академії харчових технологій

**Терешкін Олег Георгійович**, доктор технічних наук, професор, Харківський державний університет харчування та торгівлі

**Ємченко Ірина Володимирівна**, доктор технічних наук, професор, Львівський торговельно-економічний університет

**Пелик Леся Василівна**, доктор технічних наук, професор, Львівський торговельно-економічний університет

У збірнику «Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі» серія «Технічні науки» публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних наук.

Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, фахівців із якості й безпеки харчових продуктів і нехарчової продукції, підприємств харчової промисловості, готельно-ресторанної справи.

Збірник «Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі» серія «Технічні науки» індексується в наукометричних базах  
**Index Copernicus (ICV 2015: 42.93; 2016: 56.48; 2017: 72.30; 2018: 72.79; 2019: 76,71)**

**Номер затверджено на засіданні вченої ради  
Вищого навчального закладу Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і торгівлі»,  
протокол № 1 від 22 січня 2020 р.**

До уваги читачів: електронний варіант збірника  
«Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі»  
серія «Технічні науки» ISSN 2518-7171  
розміщено на сайті Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського  
в розділі «Наукова періодика України»:  
**[http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/VKP/index.html](http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/VKP/index.html)**

Сайт збірника «Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі»  
серія «Технічні науки» **<http://puet.edu.ua/uk/zhurnal-naukovy-visnyk>**

За точність цифр, географічних назв, власних імен, бібліографії, цитат та іншої інформації відповідає автор. Редакція не завжди поділяє погляди авторів. Матеріали друкуються мовою оригіналу. У разі передрукування посилання на «Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі» обов'язкове.	Адреса редакції, видавця та виготовлювача: 36014, м. Полтава, вул. Ковалю, 3, к. 115. Тел. (0532) 563703, 502481 факс: (0532) 500222	© Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», 2021
---	---	---

## ЗМІСТ

Вимоги до наукових статей .....	6
---------------------------------	---

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

<b>Рогова А. Л., Чоні І. В., Положишникова Л. О., Шидакова-Каменюка Г. О.</b> Використання інуліновмісної сировини в технології діабетичних пісочних виробів.....	8
---	---

<b>Шелудько В. М.</b> Використання обліпихи в технології сучасних борошняних виробів.....	16
---	----

<b>Хомич Г. П., Левченко Ю. В., Бородай А. Б., Гайворонська З. М., Бондарчук В. С.</b> Використання фруктових соків у технології маринування морепродуктів.....	22
---	----

<b>Рогова Н. В., Куш Л. І.</b> Раціональні параметри процесу ферментування натуральних соків.....	30
---	----

<b>Ковальчук Х. І., Ткаченко А. С., Губа Л. М.</b> Розробка нових кексів із внесенням нетрадиційної сировини, збагачених мінеральними речовинами та вітамінами.....	38
--	----

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ТОВАРОЗНАВСТВА  
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

<b>Євтушенко В. В., Семенченко О. О., Безпальченко В. М.</b> Дослідження якості пива світлого вітчизняного виробництва.....	47
---	----

<b>Бірта Г. О., Горячова О. О., Флока Л. В., Рачинська З. П.</b> Особливості ідентифікації та оцінки якості авокадо.....	54
--	----

<b>Хмельницька Є. В., Бургу Ю. Г., Котова З. Я., Гнітій Н. В.</b> Стан ринку молока та молочної продукції в Україні.....	62
--	----

ЯКІСТЬ І БЕЗПЕКА  
ПРОМИСЛОВИХ ТОВАРІВ,  
СТАНДАРТИЗАЦІЯ, МЕТРОЛОГІЯ,  
СЕРТИФІКАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

<b>Копилова К. В., Вербицький С. Б., Кос Т. С., Вербова О. В., Козаченко О. Б., Пацера Н. М.</b> Екологічне пакування продукції хлібопекарської та кондитерської промисловості: технологічні особливості та технічне регулювання.....	69
--	----

<b>Кондратюк Н. В., Степанова Т. М., Кожемяка О. В., Супруненко К. Є.</b> Система технічного регулювання та оцінка відповідності України та КНР. Порівняльний аналіз законодавства щодо якості та безпеки продукції.....	82
--	----

<b>Голодюк Г. І., Гургула Н. М.</b> Аналіз квіткового ринку України.....	89
---	----

<b>Семенов А. О., Сахно Т. В.</b> Визначення ефективності дії ультрафіолетових систем залежно від чинників впливу та технічного обслуговування.....	97
--	----

<b>Мороз С. Е., Калашник О. В., Кириченко О. В., Рачинська З. П., Гнітій Н. В.</b> Ідентифікація та дослідження якості піротехнічних побутових виробів.....	105
---	-----

<b>Чурсіна Л. А., Горач О. О.</b> Класифікація технічного текстилю – шлях до якості та безпеки товарів.....	113
---	-----

<b>Басова Ю. О., Кобищан Г. Д.</b> Оцінка якості друкованих видань.....	121
--	-----

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА  
ЕКСПЕРТИЗИ ТА МИТНОЇ СПРАВИ

<b>Ємченко І. В., Ковальова Д. О.</b> Інформаційне забезпечення у судовій товарознавчій експертизі.....	130
---	-----

<b>Сахно Т. В., Кобищан Г. Д., Губа Л. М., Басова Ю. О., Семенов А. О.</b> Перспективні напрями підвищення ефективності митного обладнання для сканування вантажів.....	139
--	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

### Требования к научным статьям.....6

#### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**Роговая А. Л., Чони И. В., Положишникова Л. А.,  
Шидакова-Каменюка Е. Г.**

Использование инулиносодержащего сырья в  
технологии диабетических песочных изделий.....8

**Шелудько В. Н.**

Использование облепихи в технологии  
современных мучных изделий.....16

**Хомич Г. А., Левченко Ю. В., Бородай А. Б.,  
Гайворонская З. Н., Бондарчук В. С.**

Использование фруктовых соков в технологии  
маринования морепродуктов.....22

**Роговая Н. В.**

Рациональные параметры процесса  
ферментации натуральных соков.....30

**Ковальчук Х. И., Ткаченко А. С., Губа Л. Н.**

Разработка новых кексов с внесением  
нетрадиционного сырья, обогащенных  
минеральными веществами и витаминами.....38

#### ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ТОВАРОВЕДЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

**Евтушенко В. В., Семенченко О. А.,  
Безпальченко В. М.**

Исследование качества пива светлого  
отечественного производства.....47

**Бирта Г. А., Горячева Е. А.,  
Флока Л. В., Рачинская З. П.**

Особенности идентификации и  
оценки качества авокадо.....54

**Хмельницкая Е. В., Бургу Ю. Г.,  
Котова З. Я., Гниций Н. В.**

Состояние рынка молока и молочной  
продукции в Украине.....62

#### КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОВАРОВ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

**Копылова Е. В., Вербицкий С. Б., Кос Т. С.,  
Вербова О. В., Козаченко О. Б., Пацера Н. Н.**

Экологическое упаковывание продукции  
хлебопекарной и кондитерской  
промышленности: технологические  
особенности и техническое регулирование.....69

**Кондратюк Н. В., Степанова Т. М.,  
Кожемяка О. В., Супруненко Е. Е.**

Система технического регулирования и оценка  
соответствия Украины и КНР. Сравнительный  
анализ законодательства по качеству и  
безопасности продукции.....82

**Голодюк Г. И., Гургула Н. Н.**

Анализ цветочного рынка Украины.....89

**Семенов А. А., Сахно Т. В.**

Определение эффективности  
действия ультрафиолетовых систем в  
зависимости от факторов влияния  
и технического обслуживания.....97

**Мороз С. Э., Калашник Е. В., Кириченко Е. В.,  
Рачинская З. П., Гниций Н. В.**

Идентификация и исследование качества  
пиротехнических бытовых изделий.....105

**Чурсина Л. А., Горач О. А.**

Классификация технического текстиля –  
путь к качеству и безопасности товаров.....113

**Басова Ю. А., Кобыщан А. Д.**

Оценка качества печатных изданий.....121

#### ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЭКСПЕРТИЗЫ И ТАМОЖЕННОГО ДЕЛА

**Емченко И. В., Ковалева Д. А.**

Информационное обеспечение в  
судебной товароведной экспертизе.....130

**Сахно Т. В., Кобыщан А. Д., Губа Л. Н.,  
Басова Ю. А., Семенов А. А.**

Перспективные направления повышения  
эффективности таможенного оборудования  
для сканирования грузов.....139

## CONTENTS

### Requirements to scientific articles ..... 6

#### INNOVATIVE TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTION

**Rogovaya A., Choni I., Polozhyshnikova L.,  
Shidakova-Kamenyuka E.**  
Use of raw materials containing inulin in the  
technology of diabetic sand products.....8

**Sheludko V.**  
The use of sea buckthorn in the  
technology of modern flour products.....16

**Khomych G., Levchenko Y., Boroday A.,  
Gaivoronska Z., Bondarchuk V.**  
Use of fruit juices in technology  
of marinating seafood.....22

**Rogovaja N.**  
Rational parameters of the fermentation  
process of natural juices.....30

**Kovalchuk H., Tkachenko A., Guba L.**  
Development of new cakes with introduction  
of non-traditional raw material enriched with  
mineral substances and vitamins.....38

#### THEORY AND PRACTICE OF COMMODITY RESEARCH OF FOOD PRODUCTS

**Yevtushenko V., Semchenko O.,  
Bezpalchenko V.**  
Quality study of light beer  
of the domestic production.....47

**Birta G., Goryachova E.,  
Floka L., Rachinska Z.**  
Features of identification and quality  
assessment of avocado.....54

**Hmelnitska Y., Burgu Y., Kotova Z., Gnitiy N.**  
Condition of milk and dairy products  
market in Ukraine.....62

#### QUALITY AND SAFETY OF INDUSTRIAL PRODUCTS, STANDARDIZATION, METROLOGY, CERTIFICATION AND QUALITY CONTROL

**Kopylova K., Verbytskyi S., Kos T.,  
Verbova O., Kozachenko O., Patsera N.**  
Ecological packaging of the products of bakery  
and confectionary industry: technological  
considerations and technical regulation.....69

**Kondratjuk N., Stepanova T.,  
Kozhemiaka O., Suprunenko K.**  
System of technical regulation and  
conformity assessment of ukraine and  
china. Comparative analysis of legislation  
on product quality and safety.....82

**Golodyuk G., Gurgula N.**  
Analysis of the flower market of Ukraine.....89

**Semenov A., Sakhno T.**  
Determination of the efficiency of the  
operation of uv systems depending on the factors  
of influence and technical maintenance.....97

**Moroz S., Kalashnyk O., Kyrychenko O.,  
Rachynska Z., Gnitiy N.**  
Identification and research of quality of  
pyrotechnic household products.....105

**Chursina L., Gorach O.**  
Classification of technical textiles the path  
to quality and safety product.....113

**Basova Y., Kobischan A.**  
Quality assessment of printed publications.....121

#### THEORY AND PRACTICE OF EXAMINATION AND CUSTOMS

**Yemchenko I., Kovalova D.**  
The informative providing is in judicial  
commodity expert examination.....130

**Sakhno T., Kobischan A., Guba L.,  
Basova Y., Semenov A.**  
Promising directions for increasing the  
efficiency of customs scanning devices.....139

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЇ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ СИСТЕМ ЗАЛЕЖНО ВІД ЧИННИКІВ ВПЛИВУ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

**А. О. СЕМЕНОВ**, кандидат фізико-математичних наук, доцент;  
**Т. В. САХНО**, доктор хімічних наук, старший науковий співробітник  
(Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»)

**Анотація.** У роботі представлені результати ефективності ультрафіолетових систем бактерицидної дії на різних етапах функціонування та встановлені чинники, контроль яких необхідно здійснювати під час технічного обслуговування. Мета роботи – дослідження чинників впливу на ефективність роботи ультрафіолетових систем бактерицидної дії та необхідності здійснення періодичного технічного обслуговування. Методика дослідження. Керівництво з обслуговування електричних систем освітлення (CIE 97:2005, IDT). Результати. Встановлені чинники впливу на ефективність функціонування УФ-системи. Розраховані коефіцієнти збереження та коефіцієнт підтримки стабільності УФ-обладнання. Висновки. Кожну УФ-систему потрібно розробляти із загальним коефіцієнтом збереження стабільності для вибраного обладнання, довкілля та графіка (програми) обслуговування. Програма обслуговування повинна визначати інтервали чищення ламп, камер опромінювання, світильників і приміщень, частоту заміни ламп.

**Ключові слова:** ефективність УФ-систем, технічне обслуговування, променевий потік, коефіцієнт збереження.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок із найважливішими науковими чи практичними завданнями.** В УФ-системах фотобіологічної та фотохімічної дії [1, 2] променевий потік, що забезпечується установками на початку функціонування, поступово знижується протягом усього строку служби [3], що потрібно враховувати під час проєктування та використання таких систем.

Деградація УФ-систем, з моменту введення їх в експлуатацію, відбувається за рахунок різних чинників [4], зокрема накопичення пилу та бруду, що призводить до зниження прозорості кварцу й увіолевого скла [5] ультрафіолетових ламп або відбивної ефективності поверхонь світильників, камер опромінювання. Якщо цей процес не припинити, то це призведе до падіння променевого потоку до дуже низьких значень, і система стане неефективною для виконання поставлених завдань ультрафіолетового опромінювання [6, 7] чи інактивації мікроорганізмів [8].

Оскільки зниження променевого потоку відбувається поступово [3], втрати можуть бути помічені не відразу, але протягом певного періоду це поступове зниження призведе до зменшення ефективності дії системи [9]. Щоб цього не сталося, потрібно своєчасно проводити роботи з технічного обслуговування систем ультрафіолетової дії.

Актуальність роботи визначається необхідністю здійснення аналізу чинників впливу на ефективність роботи УФ-систем і дослідження необхідності проведення періодичного технічного обслуговування для визначення їх ефективності в процесі експлуатації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Кожна УФ-система фотобіологічної чи фотохімічної дії [1, 2, 6], виконуючи функції бактерицидного знезараження води [10], повітря [11] чи передпосівного опромінювання насіння сільськогосподарських культур [12, 13], визначається параметрами ультрафіолето-



вого джерела [14], найважливішими з яких є променевий потік і його зниження з часом. Від потужності променевого потоку та часу опромінення залежить доза опромінення [15], що і визначає ефективність дії УФ-систем.

У зв'язку з цим УФ-система повинна постійно знаходитися під контролем для визначення її параметрів ефективного використання [4]. Для цього здійснюється технічне обслуговування через регулярні проміжки часу за розробленими програмами технічного обслуговування, що забезпечує зниження капітальних та експлуатаційних витрат на управління системою.

Незалежно від реалізованої програми технічного обслуговування певна втрата рівня променевого потоку неминуча через погіршення якості обладнання. Ця втрата повинна оцінюватися на етапі проектування пристроїв УФ-дії, а в розрахунках системи слід застосовувати рекомендації з технічного обслуговування [4, 16].

Значення такої програми технічного обслуговування для оптичних систем з освітлювальними установками внутрішнього електричного освітлення наведено в [4], де для врахування спаду світлового потоку використовують коефіцієнт збереження стабільності (або коефіцієнт збереження), який залежить від яскравості/освітленості.

Високий коефіцієнт технічного обслуговування разом із ефективною програмою технічного обслуговування сприяє проектуванню енергоекономічних систем освітлення.

Отже, УФ-система повинна бути розроблена з урахуванням чинників, які визначають спад променевого потоку [17], що були розраховані для опромінювального обладнання, докільця з урахуванням графіка технічного обслуговування.

**Формування цілей статті.** Мета роботи – дослідження чинників впливу на ефективність роботи ультрафіолетових систем бактерицидної дії та необхідності здійснення періодичного технічного обслуговування.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

дослідити чинники впливу на ефективність УФ-системи;

дослідити спад променевого потоку залежно від строку служби ламп;

визначити коефіцієнт збереження та коефіцієнт підтримки стабільності.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Об'єкт дослідження – чинники впливу на

ультрафіолетові системи фотобіологічної та фотохімічної дії.

Предмет дослідження – ефективність дії ультрафіолетових систем залежно від чинників впливу та технічного обслуговування

Параметри, що рекомендовані для конструювання УФ-систем в даний час, засновані на «збережених» значеннях [4], які є середніми значеннями променевого потоку джерела у «визначений період», коли необхідно провести технічне обслуговування.

Ураховуючи особливості функціонування оптичних систем зовнішнього та внутрішнього електричного освітлення [4, 15] та розроблених для них програм технічного обслуговування, розглянемо чинники, що впливають на ефективність УФ-системи на різних етапах функціонування.

*1. Чинники, що зменшують променевий потік, згрупуємо за незворотною та відшкодовуваною амортизацією [4].*

Невідновлювальні чинники, такі як старіння, притаманні обладнанню і не можуть бути покращені під час технічного обслуговування або є неекономічними для подолання.

Відновлювальні чинники збереження стабільності променевого потоку джерела, виживання лампи й обслуговування камер опромінювання, світильників можуть бути корисними під час звичайного технічного обслуговування шляхом ремонту, чищення та заміни окремих компонентів, що погіршують показники функціонування [1]. Після старіння чи забруднення вони не можуть бути повернуті до попереднього стану, і може бути необхідною заміна зовнішньої колби або навіть цілого світильника.

Ефективність усіх ламп знижується у процесі їх використання, причому швидкість зниження залежить від типу ламп і використаної пускової апаратури (баласту) [16]. Зменшити збитки, пов'язані з цим ефектом, можна завдяки частішій заміні джерел випромінювання.

Вплив інших чинників (напруга, живлення, температура та баласт) є постійним, значущим і суттєвим, тому на етапі проектування слід оцінювати величину цих параметрів і в розрахунках зробити коригування, подібне до коефіцієнта збереження стабільності [4].

У табл. 1 наведені експериментально отримані дані коефіцієнта збереження для різних типів ламп на основі розробок і впроваджень для різних систем фотобіологічної та фотохімічної дії [16].

Таблиця 1

**Коефіцієнт збереження променевого потоку різних  
типів УФ-ламп (LLMF)**

Тип лампи	Час роботи (тис. годин)				
	1	2	4	6	8
TUV 15	4,6	4,4	4,1	3,9	3,5
TUV 36	14,8	13,9	13,2	12,6	11,1
ZW20D15W	5,9	5,7	5,3	4,7	4,4
ZW80D19W	24,1	22,6	20,1	18,5	16,7

Значення наведені для температури навколишнього середовища – 25 °С.

Зрозуміло, що амортизація на не підтриманій системі може знизитися на 50–60 % від початкової вартості вже через 2 роки та буде продовжувати знижуватися. Але за допомогою застосування технічного обслуговування зниження можна зменшити на 25–35 %.

**2. Строк служби джерела (виживання ламп).**

Виживання ламп [4] – це ймовірність того,

що лампи продовжують працювати протягом певного часу. Витривалість виживання залежить від типу ламп і потужності [16], частоти вмикання та типу пускової апаратури (баласту). Лампи, що вийшли з ладу, можуть призвести до зниження опроміненості та її рівномірності, але ефект можна мінімізувати через їх заміну [15].

У табл. 2 наведені експериментально отримані дані щодо коефіцієнта виживання різних типів ламп.

Таблиця 2

**Коефіцієнт виживання ламп (LSF)**

Тип лампи	Час роботи (тис. годин)				
	1	2	4	6	8
TUV 15	0,99	0,98	0,96	0,94	0,92
TUV 36	0,99	0,98	0,96	0,94	0,92
ZW20D15W	0,98	0,96	0,92	0,88	0,84
ZW80D19W	0,97	0,95	0,87	0,82	0,76

**3. Заміна ламп.**

Загальна вартість заміни ламп складається з вартості ламп і вартості робочої сили, зокрема вартість замовлення, монтажу, утилізації тощо. Вартість робочої сили залежить від прийнятої схеми заміни ламп і доступності камери опромінювання, світильника.

Зниження променевого потоку ультрафіолетових ламп також може стати причиною неефективного витрачання енергетичних ресурсів, порівняно з періодом її високої ефективності.

Витрати оцінимо під час індивідуальної заміни лампи та під час групової заміни ламп.

Вартість індивідуальної заміни лампи  $C_s$  [4]:

$$C_s = L + S + E + D, \quad (1)$$

де  $L$  – вартість лампи;  $S$  – вартість робочої сили (у т. ч. витрати на первинні спостереження);  $E$  – вартість обладнання для доступу;  $D$  – вартість утилізації.

Вартість групової заміни ламп  $C_g$  становить:

$$C_g = L + B + E + D, \quad (2)$$

де  $L$  – вартість лампи;  $B$  – вартість групової заміни ламп у перерахунку на одну лампу;  $E$  – вартість обладнання для доступу;  $D$  – вартість утилізації.

Економія під час групової заміни залежить від зниження променевого потоку ламп і значною мірою від коефіцієнта виживання. Чим більше ламп витримує інтервал до групової заміни, тим менше витрат на їх індивідуальну заміну. Важливо зазначити, що інтервали заміни лампи значно залежать від тривалості роботи лампи протягом року.

**4. Забруднення ламп і світильників.**

Бруд на лампах, опромінювальних камерах і світильниках здебільшого призводить до найбільшої втрати променевого потоку. Кількість втрат залежить від характеру та щіль-



ності бруду в повітрі, конструкції світильника та типу лампи. У табл. 3 представлені типові дані (коефіцієнт збереження стабіль-

ності світильників), що використовуються в опромінювальних системах фотобіологічної та фотохімічної дії.

Таблиця 3

### Коефіцієнт збереження стабільності світильників (LMF)

Ступінь захисту світильника IP	Категорія забруднення [15]	Тривалість впливу (років)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP2X	високе	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	середнє	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	низьке	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78

#### 5. Коефіцієнт підтримки стабільності (MF).

У будь-якому розрахунку УФ-системи необхідно включити відповідний коефіцієнт збереження стабільності [4, 15]. Значення коефіцієнта збереження може суттєво вплинути на потужність лампи та кількість світильників, необхідних для отримання вказаного променевого потоку.

Коефіцієнт збереження стабільності визначається як відношення променевого потоку, виробленого УФ-системою, після певного періоду експлуатації до променевого потоку, створеного системою, на початку експлуатації.

Коефіцієнт збереження визначається [4]:

$$MF = \frac{E_m}{E_{in}}, \quad (3)$$

де  $E_m$  – підтримуваний променевий потік;  $E_{in}$  – початковий променевий потік.

Розраховуючи коефіцієнт збереження для різних світильників та умов довкілля та з урахуванням запропонованого графіка технічного обслуговування, можна передбачити рівень освітленості створеною установкою й протягом певного періоду часу.

6. Коефіцієнт збереження стабільності як функція множини чинників. Коефіцієнт збереження стабільності УФ-установки визначається [4]:

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF, \quad (4)$$

де  $LLMF$  – коефіцієнт збереження для УФ-лампи;  $LSF$  – коефіцієнт виживання лампи;  $LMF$  – коефіцієнт збереження стабільності світильника.

У табл. 4 наведена інформація щодо коефіцієнтів збереження стабільності в різних УФ-системах фотобіологічної та фотохімічної дії.

Отримані результати (табл. 3) свідчать про спад коефіцієнта збереження стабільності від 26 до 37 %, причому спад для УФ-систем до 4 тис. годин з використанням ламп з увіолового скла зафіксовано на рівні 26–31 %, а для УФ-систем з кварцового скла – на рівні 33–37 %. Спад коефіцієнта збереження стабільності зростає з підвищенням потужності джерела випромінювання та зі зростанням категорії забруднення приміщення. Залежність цих показників потрібно враховувати під час розробки УФ-систем фотобіологічної та фотохімічної дії, а також приділяти увагу періодичному технічному обслуговуванню.

Таблиця 4

### Коефіцієнт збереження стабільності для різних УФ-систем

УФ-система	Тип лампи	Категорія забруднення	Час роботи (у тис. годин)		
			1	2	4
Знезараження повітря на робочому місці лаборанта харчового підприємства	TUV 15	середнє	2,82	2,41	2,09
Знезараження повітря під час пакування білкової маси	TUV 36	високе	7,77	6,13	5,38
Опромінювання насіння сільгоспкультур	ZW20D15W	високе	3,06	2,46	2,05
Знезараження питної води	ZW80D19W	середнє	14,49	12,02	9,27

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі.** Отже, кожному УФ-системі потрібно розробляти із загальним коефіцієнтом збереження стабільності для вибраного обладнання, довкілля та графіка (програми) обслуговування. Програма обслуговування повинна визначати інтервали чищення ламп, світильників, приміщень та частоту заміни ламп.

У подальшому планується провести дослідження чинників, що впливають на чистоту кварцових чохлах і способи їх очистки в УФ-системах знезараження питної води [2] та води в басейнах [18].

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ультрафиолетовые технологии в современном мире : коллективная монография / Ф. В. Кармазинов, С. В. Костюченко, Н. Н. Кудрявцев, С. В. Храменков (ред.). – Долгопрудный: Из-во Дом «Интеллект». – 2012. – 392 с.
2. Семенов А. А. Электротехнические комплексы обеззараживания питьевой воды / А. А. Семенов // Научное окружение современного человека: техника и технологии, информатика, безопасность, транспорт, химия, сельское хозяйство. Книга 3, Часть 1 : серия монографий / [авт. кол. : И. Я. Львович, Я. Е. Львович, А. В. Осадчук, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров и др.]. – Одеса : КУПРИЕНКО С. В., 2020. – С. 46–54.
3. Семенов А. О. Прогнозування корисного строку служби ультрафіолетових ламп у фотобіологічних і фотохімічних процесах / А. О. Семенов, Г. М. Кожушко, Т. В. Сахно, Г. О. Бірта // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Технічні науки. – 2018. – № 1(85). – С. 129–134.
4. Настанова з обслуговування електричних систем освітлення : ДСТУ СІЕ 97:2019 [Чинний від 01.01.2019]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2019. 37 с. – (Національний стандарт України).
5. Вассерман А. Л. Ультрафиолетовое излучение в профилактике инфекционных заболеваний / А. Л. Вассерман, М. Г. Шандала, В. Г. Юзбашев. – Москва : Медицина, 2003. – 208 с.
6. Gray N. F. Ultraviolet Disinfection / N. F. Gray // Microbiology of Waterborne Diseases. Elsevier BV. – 2014. – P. 617–630.
7. Korotkova I. The Ultraviolet Radiation: Disinfection and Stimulation Processes / I. Korotkova, A. Semenov, T. Sakhno. – Lambert : Academic Publishing, 2020. – 56 p.
8. Семенов А. А. Ультрафиолетовое излучение для обеззараживания сыпучих пищевых продуктов / А. А. Семенов // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ». – 2014. – № 17(1060). – С. 25–30.
9. Сарычев Г. С. Облучательные светотехнические установки. – Москва : Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.
10. Semenov A. A. Device for germicidal disinfection of drinking water by using ultraviolet radiation / A. A. Semenov, G. M. Kozhushko, T. V. Sakhno // Вестник Карагандинского университета. Серія: Физика. – 2016. – № 1(81). – С. 77–80.
11. Lee B. Effects of installation location on performance and economics of in-duct ultraviolet germicidal irradiation systems for air disinfection / B. Lee, W. P. Bahnfleth // Building and Environment. – 2013. – Vol. 67. – P. 193–201.
12. Semenov A. Influence of UV radiation in pre-sowing treatment of seeds of crops / A. Semenov, G. Kozhushko, T. Sakhno // Technology audit and production reserves. – 2019. – № 1/3(45). – С. 30–32.
13. Araujo S. de S. Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology / S. de S. Araujo, S. Paparella, D. Dondi, A. Bentivoglio, D. Carbonera, A. Balestrazzi // Frontiers in Plant Science. – 2016. – Vol. 7. – P. 646.

14. Semenov A. Features of lamp construction with one cap for ultraviolet irradiation / A. Semenov // *ScienceRise*. – 2014. – № 5/2(4). – P. 64–68.
15. Wasserman A. L. Bactericidal efficacy of ultraviolet radiation and the evaluation of the results of bacteriological studies / A. L. Wasserman, M. G. Shandala, V. G. Yuzbashev // *Light engineering*. – 1999. – Vol. 5. – P. 9–12.
16. Технічне обслуговування систем зовнішнього освітлення ДСТУ СІЕ 154:2017 [Чинний від 01.01.2019]. – Київ : Держспоживстандарт України. – 2017. – 25 с. – (Національний стандарт України).
17. Семенов А. О. Безозонні бактерицидні лампи для установок фотохімічної і фотобіологічної дії / А. О. Семенов, Г. М. Кожушко, Л. В. Баля // *Технологический аудит и резервы производства*. – 2015. – № 4/1 (24). – С. 4–7.
18. Semenov A. Disinfection of water in swimming pools by combined action of UV-light and ozone / A. Semenov, T. Sakhno, I. Korotkova, N. Barashkov // *Division of Environmental Chemistry: 258st American Chemical Society National Meeting and Exposition, San Diego, CA, August 25–29*. – 2019. – P. 394.
- and technology, informatics, security, transport, chemistry, agriculture, 3, 46–54 [in Ukrainian].
3. Semenov A. O., Kozhushko G. M., Sakhno T. V. & Birta G. O. (2018). Prognozuvannya korisnogo stroku sluzhbi ul'trafiioletovih lamp u fotobiologichnih i fotohimichnih procesah [Predicting the useful life of ultraviolet lamps in photobiological and photochemical processes]. *Naukovij visnik poltavs'kogo universitetu ekonomiki i torgivli. Serija: Tehnichni nauki. – Scientific Bulletin of Poltava University of Economics and Trade. Series: Technical Sciences*, 1(85), 129–134 [in Ukrainian].
4. Nastanova z obslugovuvannya elektrichnih sistem osviltennja [Guidelines for maintenance of electric lighting systems] *DSTU SIE 97:2019 from January, 1, 2019*. – Kyiv : State Standard of Ukraine [in Ukrainian].
5. Vasserman A. L., Shandala M. G. & Juzbashev V. G. (2003). *Ul'trafiioletovoe izluchenie v profilaktike infekcionnyh zabolevanij [Ultraviolet radiation in the prevention of infectious diseases]*. – Moscow : Medicina [in Russian].
6. Gray N. F. (2014). *Ultraviolet Disinfection. Microbiology of Waterborne Diseases*. Elsevier BV, 617–630 [in English].
7. Korotkova I., Semenov A. & Sakhno T. (2020). *The Ultraviolet Radiation: Disinfection and Stimulation Processes*. Lambert: Academic Publishing [in English].
8. Semenov A. A. (2014). Ul'trafiioletovoe izluchenie dlja obezzarazhivaniya sypuchih pishhevyyh produktov [Ultraviolet radiation for disinfection of bulk food products]. *Visnik nacional'nogo tehnicnogo universitetu «HPI» : Zbirnik naukovih prac'. Serija: Novi rishennja v suchasnih tehnologijah – Bulletin of the National Technical University “KhPI”. Series: New solutions in modern technologies*, 17(1060), 25–30 [in Ukrainian].
9. Sarychev G. S. (1992). *Obluchatel'nye svetotekhnicheskie ustanovki [Irradiation lighting installations]*. Moscow : Jenergoatomizdat [in Russian].

## REFERENCES

1. Karmazynov F. V., Kostjuchenko S. V., Kudrjavcev N. N. & Hramenkov S. V. (2012). *Ul'trafiioletovyye tehnologyy v sovremennom myre: [Electrotechnical complexes for disinfection of drinking water]*. Dolgoprudnyy: Yz-vo Dom «Yntellekt» [in Russian].
2. Semenov A. A. (2020). Jelektrotehnicheskie komplekсы obezzarazhivaniya pit'evoy vody [Electrotechnical complexes for disinfection of drinking water]. *Nauchnoe okruzenie sovremennogo cheloveka: tehnika i tehnologi, informatika, bezopasnost', transport, himija, sel'skoe hozjajstvo. – The scientific environment of a modern person: technology*

10. Semenov A. O., Kozhushko G. M. & Sakhno T. V. (2016). Device for germicidal disinfection of drinking water by using ultraviolet radiation. *Vestnyk Karahandynskoho unyversyteta : Seryia «Fyzyka» – Bulletin of Karaganda University. Series: Physics*, 1(81), 77–80 [in English].
11. Lee B. & Bahnfleth W. P. (2013). Effects of installation location on performance and economics of in-duct ultraviolet germicidal irradiation systems for air disinfection. *Building and Environment*, 67, 193–201 [in English].
12. Semenov A., Kozhushko G. & Sakhno T. (2019). Influence of UV radiation in pre-sowing treatment of seeds of crops. *Technology audit and production reserves*, 1/3 (45), 30–32 [in English].
13. Araujo S. de S., Paparella S., Dondi D., Bentivoglio A., Carbonera D. & Balestrazzi, A. (2016). Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology. *Frontiers in Plant Science*, 7, 646 [in English].
14. Semenov, A. (2014). Features of lamp construction with one cap for ultraviolet irradiation. *ScienceRise*, 5(2(5)), 64–68 [in English].
15. Wasserman A. L., Shandala M. G. & Yuzbashev V. G. (1999). Bactericidal efficacy of ultraviolet radiation and the evaluation of the results of bacteriological studies. *Light engineering*, 5, 9–12 [in English].
16. Tehnichne obslugovuvannja sistem zovnis-hn'ogo osvittlennja [Maintenance of outdoor lighting systems]. *DSTU 154:2017 from January 1, 2019*. Kyiv: State Standard of Ukraine [in Ukrainian].
17. Semenov A. O., Kozhushko G. M. & Balja L. V. (2015) *Bezozonni baktericidni lampi dlja ustanovok fotohimichnoi i fotobiologichnoi dii* [Bezozonni germicidal lamps for installations and photo-biological photochemical action]. *Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva – Technological audit and production reserves*, 4/1 (24), 4–7 [in Ukrainian].
18. Semenov A., Sakhno T., Korotkova I. & Barashkov N. (2019). Disinfection of water in swimming pools by combined action of UV-light and ozone. *Division of Environmental Chemistry: 258st American Chemical Society National Meeting and Exposition, San Diego*, 394 [in English].

**А. А. Семенов**, кандидат физико-математических наук, доцент; **Т. В. Сахно**, доктор химических наук, старший научный сотрудник (Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли»). **Определение эффективности действия ультрафиолетовых систем в зависимости от факторов влияния и технического обслуживания.**

**Аннотация.** В работе представлены результаты эффективности ультрафиолетовых систем бактерицидного действия на разных этапах функционирования и установлены факторы, контроль которых необходимо осуществлять при техническом обслуживании. Цель работы – исследование факторов влияния на эффективность работы ультрафиолетовых систем бактерицидного действия и исследования необходимости осуществления периодического технического обслуживания. Методика исследования. Руководство по обслуживанию электрических систем освещения (CIE 97: 2005, IDT). Результаты. Установлены факторы влияния на эффективность функционирования УФ-системы. Рассчитаны коэффициенты сохранения и коэффициент поддержания стабильности для УФ-оборудования. Выводы. Каждую УФ-систему нужно разрабатывать с общим коэффициентом сохранения стабильности выбранного оборудования, окружающей среды и графика (программы) обслуживания. Программа обслуживания должна определять интервалы чисток ламп, камер облучения, светильников и помещений, частоту замены ламп.

**Ключевые слова:** эффективность УФ-систем, техническое обслуживание, лучевой поток, коэффициент сохранения.

**A. Semenov**, PhD, Associate Professor; **T. Sakhno**, Dc.Chem. Sci., SRF (Poltava University of Economics and Trade). **Determination of the efficiency of the operation of uv systems depending on the factors of influence and technical maintenance.**



**Abstract.** The paper presents the results of the effectiveness of ultraviolet systems of bactericidal action at different stages of operation and the establishment of factors that must be controlled during maintenance. The UV system of photobiological or photochemical action, performing the functions of bactericidal disinfection of water, air or pre-sowing irradiation of agricultural seeds, is determined by the parameters of the ultraviolet source – the radiation flux and its reduction over time. The radiation dose depends on the radiant flux power and irradiation time, which determines the efficiency of UV systems. The purpose of the work is to study the factors influencing the efficiency of ultraviolet systems of bactericidal action and to study the need for periodic maintenance. Research methodology. Guide to the maintenance of electric lighting systems (CIE 97: 2005, IDT). Results. Factors influencing the efficiency of the UV system: reduction of radiation flux; service life of the source (survival of lamps); lamp replacement; pollution of lamps and fixtures; stability support coefficient. Calculated taking into account the studied UV systems of air and water disinfection: the coefficient of conservation of the radiant flux of different types of UV lamps (LLMF); lamp survival rate (LSF), stability support factor (MF). The obtained results indicate a decrease in the coefficient of stability from 26 % to 37 %. Moreover, the decrease in the coefficient of preservation of stability increases with increasing power of the radiation source and with the growth of the category of pollution of the premises. The dependence of these indicators should be taken into account in the development of UV systems of photobiological and photochemical action, as well as pay attention to periodic maintenance. Conclusions. Each UV system should be designed with an overall stability factor for the selected equipment, environment and maintenance schedule (program). The maintenance program should determine the intervals of cleaning of lamps, radiation chambers, lamps and premises, the frequency of lamp replacement.

**Keywords:** efficiency of UV systems, maintenance, radiant flux, conservation factor.



# НАУКОВИЙ ВІСНИК

Полтавського університету  
економіки і торгівлі

## Збірник

Відповідальний за випуск видання В. О. Скрипник.  
Випусковий редактор М. П. Гречук.  
Дизайн обкладинки В. С. Павліна.  
Літературне редагування В. Л. Яременко.  
Верстання Т. А. Маслак.

---

Полтавський університет економіки і торгівлі є правонаступником  
Полтавського університету споживчої кооперації України від 29 березня 2010 р.  
згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 253

Свідоцтво про державну реєстрацію серії «Технічні науки»  
КВ № 17164-5934 ПР видане 12.10.2010 р. Міністерством юстиції України.

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. – 17,3 Наклад: 300 пр. Зам. № 21.

Видавець і виготовлювач  
Вищий навчальний заклад Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і торгівлі»

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 3827 від 08.07.2010 р.

---