

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041100**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.09.13

(21) Номер заявки
202190712

(22) Дата подачи заявки
2021.04.06

(51) Int. Cl. *A61L 2/10* (2006.01)
A61L 9/20 (2006.01)
F21S 13/00 (2006.01)
F21V 29/70 (2006.01)
F21W 131/00 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОТОИНАКТИВАЦИИ ПАТОГЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ АГЕНТОВ**

(31) **2020125752**

(32) **2020.08.03**

(33) **RU**

(43) **2022.02.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
МАЦУК ИГОРЬ ВЛАДИСЛАВОВИЧ
(RU)

(56) US-A1-20160136312
US-A1-20040120844
US-A1-20200188542
US-A1-20180147417
US-A1-20190091358
RU-U1-101635

(72) Изобретатель:
Кузьмин Олег Викторович,
Фасхутдинова Надежда Ильгизаровна
(RU)

(74) Представитель:
Котлов Д.В. (RU)

(57) Изобретение относится к светодиодным устройствам для обеззараживания воздуха и поверхностей в присутствии и при отсутствии людей в помещении. Осветительное устройство с функцией дезинфекции содержит устройство для фотоинактивации патогенных биологических агентов, включающее в себя первую группу источников излучения, которая состоит из источников генерирующих белый свет со значением коррелированной цветовой температуры от 3000 до 6000 К с углом раскрытия $\Theta_{0.9V}$ от 10 до 180° и источников излучения, генерирующих монохроматический и/или полихроматический ультрафиолетовый свет в диапазоне длин волн 300-400 нм с углом раскрытия $\Theta_{0.9V}$ от 10 до 180°, при этом суммарная спектральная энергетическая освещенность, измеренная на высоте двух метров от пола помещения, не превышает допустимую безопасную энергетическую экспозицию; вторую группу источников излучения, генерирующих монохроматический и/или полихроматический ультрафиолетовый свет в диапазоне длин волн 300-400 и/или 200-300 нм, с углом раскрытия $\Theta_{0.9V}$ от 10 до 180°, при этом в присутствии людей установленная энергетическая освещенность источников ультрафиолетового излучения на расстоянии двух метров от пола помещения не превышает допустимую безопасную энергетическую экспозицию, а при отсутствии людей установленная энергетическая освещенность источников ультрафиолетового излучения не нормируется и, как минимум, соответствует энергетической экспозиции требуемой для фотоинактивации биологических агентов I-IV групп патогенности за минимально возможное короткое время. Результат - повышение эффективности дезинфекции помещений.

B1**041100****041100****B1**

Область техники

Изобретение относится к области светотехники и может быть использовано для дезинфекции и искусственного освещения помещений любого назначения, включая помещения учреждений здравоохранения, предприятий фармацевтической и пищевой промышленности, аэропортов, вокзалов, станций метро и других помещений объектов массового посещения людей. Изобретение относится к светодиодным устройствам для обеззараживания воздуха и поверхностей в присутствии и при отсутствии людей в помещении.

Уровень техники

Известно, что бактерицидными свойствами обладает свет диапазона длин волн 200-450 нм/Downties, A., Blunt, T. The Influence of Light upon the Development of Bacteria 1. Nature (1877), 16, 218, <https://doi.org/10.1038/016218a0/>.

Этот диапазон классифицируется по следующим областям спектра: ультрафиолетовое излучение UVC (200-280 нм), UVB (280-315 нм), UVA (315-400 нм) и видимое излучение 400-450 нм.

Ультрафиолетовое излучение диапазона UVC с максимумом при 265 нм является наиболее эффективным средством инактивации биологических патогенных агентов, поскольку хорошо поглощается молекулами РНК и ДНК, содержащимися в вирусах, бактериях и клетках всех живых организмов. Результатом фотохимических деструктивных реакций является образование ковалентных РНК-белковых связей, а также образование ковалентной связи между двумя соседними пиримидиновыми основаниями ДНК.

Излучение UVC категорически запрещается использовать в присутствии людей и животных, поскольку оно является основным фактором, связанным с индукцией и прогрессированием онкологических заболеваний кожи, ожогом сетчатки глаз и ухудшением зрения. Поэтому дезинфекция UVC излучением проводится только периодически, когда в помещении отсутствуют люди. Такая дезинфекция малоэффективна, поскольку с появлением людей в помещении вновь начинается рост бактериального и вирусного загрязнения. Альтернативой UVC излучению может служить более безопасный диапазон длин волн UVB, UVA и коротковолновой области видимого света, позволяющий осуществлять непрерывную дезинфекцию в присутствии людей и животных.

Совмещение в одном устройстве источника искусственного общего освещения и источника бактерицидного излучения, позволяет реализовать осветительное устройство с функцией дезинфекции.

Известен патент U S2291926 A "Источник визуального и ультрафиолетового излучения", дата публикации 04 августа 1942 г., который относится к использованию источников ультрафиолетового света в сочетании с источниками света для общего освещения.

Известен патент US 2339010 A "Комбинированный светильник и стерилизующая лампа", дата публикации 11 января 1944 г., который относится к осветительной арматуре, предназначенной для работы в стерильных или антисептических условиях в пищевой промышленности.

Известен патент US 2434980 A "Комбинированная лампа для освещения и стерилизации", дата публикации 27 января 1948 г., который относится к комбинированным осветительным и стерилизующим элементам.

С точки зрения современного уровня техники основным недостатком перечисленных технических решений является использование экологически опасных ртутных ламп для инактивации микроорганизмов и люминесцентных ламп для общего освещения, а также отсутствие устройств управления процессами освещения и дезинфекции.

Полупроводниковые источники света, такие как светодиоды и лазерные диоды, излучающие в ультрафиолетовой и коротковолновой видимой области видимого спектра, стали коммерчески доступны только в первом десятилетии XXI века. Преимущества полупроводниковых источников света очевидны, поскольку они обладают высоким КПД и экологически безопасны, поскольку не содержат ртути и другие вредные для человека и окружающей среды компоненты. Кроме того, учитывая компактный размер SMD светодиодов, открывается возможность комбинировать их излучение с различными длинами волн для оптимизации инактивации патогенных биологических агентов.

Известен патент на полезную модель RU 101635 U1 "Установка для облучения воздуха и поверхностей в помещении", дата публикации 27 января 2011 г., который относится к устройствам для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещении. Устройство выполнено в виде матрицы со светодиодами белого света, инфракрасного света 850 нм, ультрафиолетового света 390 и 265 нм. Устройство работает следующим образом. При отсутствии людей в помещении на 10-20 мин включаются светодиоды с длиной волны излучения 265 нм, а в присутствии людей включаются светодиоды белого света и светодиоды с длиной волны излучения 390 нм для увеличения иммунитета. При необходимости, включаются светодиоды с длиной волны излучения 850 нм для обогрева. Недостатком известного устройства является невозможность обеспечить эффективное обеззараживание воздуха и поверхностей на протяжении длительного времени.

При достаточной энергетической освещенности излучение на 265 нм способно за 15-20 мин инаktivировать вирусы и бактерии. С появлением людей в помещении вновь начнется неконтролируемое загрязнение биологическими патогенными агентами воздуха и поверхностей. Работающее в присутствии людей излучение на 390 нм обладает бактерицидным действием только в отношении тех бактерий, кото-

рые вырабатывают экзогенные хромофоры, поглощающие это излучение. Что же касается вирусов, то излучение на 390 нм не способно их уничтожить.

Известен патент US 8398264 B2 "Осветительное устройство", дата публикации 19 марта 2013 г., который относится к осветительным устройствам для инактивации значимых с медицинской точки зрения бактерий. В данном устройстве используется монохромное излучение светодиодов диапазона длин волн 380-420 нм для инактивации бактерий и светодиоды, излучающие видимый свет на другой длине волны, при этом суммарный выходной сигнал устройства является белым. Светодиоды диапазона длин волн 380-420 нм и светодиоды, создающие белый свет, могут работать как вместе, так и раздельно. Светодиоды, обеспечивающие белый свет и светодиоды для инактивации бактерий, работают вместе в присутствии человека. При отсутствии человека в помещении работают только светодиоды диапазона длин волн 380-420 нм, при этом их энергетическая освещенность увеличивается.

Устройство согласно данному изобретению способно инактивировать только бактерии и имеет существенный недостаток.

В осветительном устройстве группа светодиодов диапазона длин волн 380-420 нм работает более продолжительное время, чем группа светодиодов, обеспечивающая белый свет. Потому группа светодиодов диапазона длин волн 380-420 нм выработает свой ресурс раньше, чем группа светодиодов белого света, при этом устройство способно продолжать работать дальше только как источник искусственного освещения помещения.

Известен патент US 9333274 B2 "Дезинфицирующий светильник", дата публикации 10 мая 2016 г., который относится к осветительным устройствам, которые обеспечивают высококачественное освещение наряду с дезактивацией окружающей среды светом в диапазоне длин волн от 380 до 420 нм, способным уменьшить или устранить бактериальное, грибковое и/или вирусное загрязнение на поверхностях окружающей среды.

Светильник содержит первый источник света, который излучает на пиковой длине волны в диапазоне от 380 до 420 нм и второй источник света, который излучает на другой длине волны, при этом второй источник света может содержать третий источник и четвертый источник света, а объединенный световой поток воспринимается как белый свет.

Недостатком данного технического решения является низкая эффективность инактивации бактерий и отсутствие заявленной возможности устранять вирусное загрязнение на поверхностях окружающей среды.

Данный светильник работает только в режиме освещения с одновременной функцией дезинфекции белым светом. При освещенности 500 люкс эффективность инактивации бактерий составляет 99,7% через 14 ч.

Как известно, освещение считается нормальным, если человек на протяжении длительного пребывания в помещении сохраняет работоспособность и не замечает беспричинного ухудшения самочувствия. При слишком интенсивном освещении у человека появляется ощущение общего дискомфорта, сухости и запорошенности глаз, проявляется нервное перевозбуждение. Спокойствие и комфорт пациентов в больничных учреждениях достигается при показателе в 150-250 люкс, освещение игровых комнат детских садов не должно превышать 200 люкс, учебных классов - 300 люкс, офисных помещений - 300 люкс, спортивных залов - 200 люкс.

Бактерии относятся к кумулятивным фотобиологическим приемникам, поэтому если при освещенности 500 люкс снижение бактерицидной загрязненности составило 99,7% через 14 ч, то для достижения аналогичного показателя в больничных палатах при рекомендуемой освещенности 250 люкс потребуется не менее 28 ч непрерывной работы светильника.

Излучение диапазона длин волн 380-420 нм используется для инактивации бактерий, содержащих эндогенные хромофоры, поглощающие данное излучение. Вирусы не содержат хромофоры, способные поглощать излучение диапазона длин волн 380-420 нм, поэтому инактивировать их при низкой плотности мощности данного излучения не представляется возможным.

Известен патент US 10363325 B2 "Осветительное устройство, которое дезактивирует опасные патогенные микроорганизмы и обеспечивает визуально привлекательный свет", дата публикации 30 июля 2019 г., который относится к осветительным устройствам для обеспечения света и дезинфекции воздуха в окружающей среде.

Осветительное устройство содержит корпус, средство для крепления корпуса к поверхности, один или несколько первых светодиодов, генерирующих дезинфицирующий свет в первом диапазоне длин волн, а также один или более вторых светодиодов, генерирующих дезинфицирующий свет во втором диапазоне длин волн, отличном от первого диапазона длин волн.

Дезинфицирующий свет, генерируемый первыми светодиодами и вторыми светодиодами, смешивается, образуя комбинированный видимый свет, отличный от белого света с коррелированной цветовой температурой между 1500 и 7000 К.

Осветительное устройство может включать блок HVAC или устройство для нагревания воздуха вблизи осветительного устройства до температуры, превышающей температуру воздуха, создавая тем самым ток конвекции воздуха вблизи осветительного устройства.

Осветительное устройство может дополнительно содержать один или несколько третьих светодиодов, расположенных в корпусе и сконфигурированных так, чтобы каждый из них создавал дезинфицирующий свет, имеющий длину волны в третьем диапазоне длин волн, отличном от первого и второго диапазонов длин волн. Светодиоды генерируют дезинфицирующий свет в первом диапазоне длин волн от 400 до 420 нм, во втором диапазоне длин волн от 530 до 580 нм и третьем диапазоне длин волн от 600 до 650 нм.

Данное техническое решение имеет ряд недостатков. Фотоинаktivация бактерий будет происходить только под воздействием излучения светодиодов в диапазоне длин волн 400-420 нм, поскольку это излучение поглощается порфиринами, выступающими в роли эндогенных фотосенсибилизаторов бактерий.

Вклад второго диапазона длин волн 530-500 нм в фотоинаktivацию бактерий будет незначительным, а третьего диапазона длин волн 600-650 нм - сомнителен.

Смещение фиолетового света 400-420 нм с зелено-желтым 530-550 нм или оранжево-красным 600-650 нм светом создаст свет, отличный от белого, который не будет соответствовать требованиям, предъявляемым к источникам искусственного освещения помещений школ, медицинских учреждений, рабочих мест на предприятиях. Дополнительное включение в состав осветительного устройства блока HVAC или нагревательного элемента, если это не предусмотрено техническими требованиями к помещению нецелесообразно, поскольку в процессе работы любое светодиодное устройство выделяет тепло, так как только 40% потребляемой светодиодами электрической энергии преобразуется в свет, а 60% преобразуется в тепло, благодаря чему около осветительного устройства создается конвективный поток, обеспечивающий отвод тепла от устройства в окружающую среду.

Известен патент US 10363327 B2 "Светильник с белыми и ультрафиолетовыми светодиодами для освещения и дезинфекции", дата публикации 30 июля 2019 г., который относится к различным сферам применения ультрафиолетовых светодиодов для дезинфекции воздуха, воды и поверхностей.

Комбинированный светильник для дезинфекции и освещения включает первый набор светодиодов, второй набор светодиодов и третий набор светодиодов, которые размещены в одном светильнике.

Первый набор светодиодов предназначен для производства белого света, чтобы освещать комнату при подаче напряжения.

Второй набор светодиодов, генерирующих невидимый свет в ультрафиолетовом диапазоне, направлен вниз для дезинфекции поверхностей в комнате при подаче питания.

Третий набор светодиодов, генерирующий невидимый свет в ультрафиолетовом диапазоне, причем ультрафиолетовый свет от третьего набора светодиодов не направлен вниз и предназначен для дезинфекции воздуха в комнате при подаче питания.

Светильник содержит датчик для определения, есть ли рядом со светильником люди, причем датчик соединен с системой автоматического управления вторым набором светодиодов.

Светильник выполнен с возможностью работы по меньшей мере в двух режимах.

Светильник работает в первом режиме, когда датчик обнаруживает, что в непосредственной близости от светильника находится человек и второй набор светодиодов автоматически перестает излучать нисходящий свет, в то время как третий набор светодиодов остается под напряжением для дезинфекции воздуха.

Светильник работает во втором режиме, когда датчик не обнаруживает людей поблизости от светильника, тогда второй набор светодиодов и третий набор светодиодов включены для дезинфекции поверхностей и дезинфекции воздуха в комнате.

Существенным недостатком данного технического решения является невозможность эффективно осуществлять дезинфекцию воздуха и поверхностей.

Согласно описанию изобретения, в момент присутствия людей в помещении, работает только группа светодиодов белого света и группа ультрафиолетовых светодиодов для дезинфекции воздуха, излучение которых не направлено вниз. Человек, как правило, чихая или кашляя, стремится опустить голову или прикрыть рот и нос руками. Поэтому аэрозольные капли не устремятся вверх к источнику ультрафиолетового излучения, а осядут на окружающие поверхности под действием гравитации.

Согласно формуле и описанию изобретения дезинфекция поверхностей осуществляется группой ультрафиолетовых светодиодов, которые включаются в момент отсутствия людей в помещении или вблизи источника излучения.

Фактически это означает, что светильник не может эффективно осуществлять дезинфекцию воздуха и поверхностей в помещениях, где люди находятся постоянно, например в палатах с больными ожоговых, хирургических, инфекционных отделений, в аэропортах, в помещениях железнодорожных и морских вокзалов и т.д. По истечении времени группа светодиодов, дезинфицирующих воздух, выйдет из строя первой, а продолжать работу будет группа светодиодов, осуществляющая общее освещение, и группа светодиодов, осуществляющая дезинфекцию поверхностей при отсутствии людей в помещении.

Раскрытие изобретения

Наличие безопасных для человека средств инаktivации вирусов и бактерий позволит в существенной степени предотвратить глобальный характер распространения инфекционных заболеваний. Целью

данного изобретения является создание технологичного в производстве осветительного устройства, обеспечивающего общее освещение и эффективную фотоинактивацию патогенных биологических агентов в максимально возможном пространстве помещения без неблагоприятных или опасных последствий для находящихся в нем людей.

Согласно ICNIRP (ГОСТ Р МЭК 62471-2013) наименьшую светобиологическую опасность для сетчатки глаз человека представляет свет диапазона длин волн 300-400 нм (фиг. 1).

Первичные фотохимические процессы, приводящие к гибели вирусов и бактерий, происходят в диапазоне длин волн 300-310 нм, поскольку этот диапазон света вызывает повреждение капсидных белков вирусов и белков цитоплазматической мембраны бактерий.

Продуктами метаболизма многих бактерий являются порфирины: копропорфирин III, протопорфирин IX, уропорфирин III. Порфирины обладают крайне высокими молярными коэффициентами светопоглощения и способны вступать в фотохимические окислительные реакции с образованием активных форм кислорода и свободных радикалов, необратимо разрушающих клеточные структуры бактерий.

Спектры поглощения порфиринов определяются химической структурой молекул и состоят из интенсивной В-полосы (Core) в области 350-420 нм и в десятки раз меньшей интенсивности Q-полосы в области 500-600 нм (фиг. 2).

Авторами изобретения было установлено, что наряду с порфиринами, в качестве экзогенных фотосенсибилизаторов могут выступать и природные пигменты бактерий, например пиоцианин, являющийся специфическим метаболитом *Pseudomonas aeruginosa*, в спектре поглощения которого присутствует полоса поглощения с максимумами при 311 и 378 нм (фиг. 3), поэтому использование нескольких источников излучения с разными длинами волн увеличит эффект инактивации патогенных бактерий/Н.И. Фасхутдинова, О.В. Кузьмин. Фотоинаktivация антибиотикорезистентных штаммов *Pseudomonas aeruginosa*. Медицинская физика (2017), 4 (76), с. 37-44. <https://elibrary.ru/item.asp?id=32475252/>.

Вследствие вышеизложенного безопасный для человека ультрафиолетовый свет диапазона длин волн 300-400 нм может быть использован для инактивации вирусов и бактерий. Поскольку этот свет практически не воспринимается глазом, то его использование без источников белого света, например, в ночное время в больничных палатах, не будет оказывать негативное угнетающее воздействие на нервную систему пациентов.

Как уже упоминалось ранее, свет диапазона 200-300 нм обладает высокой эффективностью инактивации патогенных биологических агентов. Поэтому в зависимости от назначения и требований к помещению, в присутствии людей используется свет диапазона длин волн 300-400 нм, а при отсутствии людей может быть использован свет диапазона 200-300 нм.

Под воздействием света диапазона длин волн 200-300 нм происходит разрыв химических связей органических соединений, что приводит к быстрому старению пластмасс, резины и других материалов. Учитывая наличие в помещениях учреждений здравоохранения и предприятий фармацевтической промышленности высокотехнологического оборудования и лекарственных препаратов, использование для дезинфекции излучения диапазона 300-400 нм будет более предпочтительным.

Конструктивные особенности устройства согласно изобретению

Устройство содержит две группы светодиодов, при этом первая группа состоит из источников излучения, выполненных с возможностью генерации белого света со значением коррелированной цветовой температуры от 3000 до 6000 К с углом раскрытия от 10 до 180° и источников излучения, выполненных с возможностью генерации монохроматического и/или полихроматического ультрафиолетового света в диапазоне длин волн 300-400 нм с углом раскрытия от 10 до 180°. Суммарная спектральная энергетическая освещенность, измеренная на высоте двух метров от пола помещения, не превышает допустимую безопасную энергетическую экспозицию. Вторая группа состоит из источников излучения, выполненных с возможностью генерации монохроматического и/или полихроматического ультрафиолетового света в диапазоне длин волн 300-400 нм и/или 200-300 нм, с углом раскрытия от 10 до 180° при этом в присутствии людей установленная энергетическая освещенность источников ультрафиолетового излучения на расстоянии двух метров от пола помещения не превышает допустимую безопасную энергетическую экспозицию, а при отсутствии людей установленная энергетическая освещенность источников ультрафиолетового излучения не нормируется и, как минимум, соответствует энергетической экспозиции требуемой для фотоинактивации биологических агентов I-IV групп патогенности за минимально возможное короткое время. Устройство состоит из корпуса-радиатора, основание которого является основанием печатной платы МСРСВ для подвода цепей питания к первой и второй группе источников света и их монтажа; рамки для крепления корпуса-радиатора устройства к поверхности и элементы для фиксации устройства на устанавливаемой поверхности; при этом обе группы источников излучения выполнены с возможностью попеременной работы.

Первая группа состоит из светодиодов, излучающих белый свет и светодиодов, излучающих ультрафиолетовый свет. Светодиоды первой группы имеют ресурс непрерывной работы 50000 ч. Вторая группа состоит из светодиодов, излучающих ультрафиолетовый свет в диапазоне длин волн 300-400 нм и/или 200-400 нм, которые также имеют ресурс непрерывной работы 50000 ч. Поскольку первая и вторая

группа светодиодов работают поочередно (примерно равное количество часов в сутки), ресурс работы осветительного устройства увеличивается до 100000 ч.

Источниками ультрафиолетового излучения первой группы являются монохроматические и/или полихроматические светодиоды, источниками второй группы являются монохроматические и/или полихроматические светодиоды и/или лампы.

Светодиоды, излучающие ультрафиолетовый свет, могут быть монохроматическими или полихроматическими, состоящими из нескольких полупроводниковых кристаллов (чипов), излучающих в ультрафиолетовой области спектра с разными длинами волн и интегрированными в один корпус (фиг. 4). Установленные на светодиодах линзы с углом раскрытия $\Theta_{0,9V}$ от 10 до 180° позволяют равномерно распределить интенсивность излучения на предметах на разной удаленности от устройства и повысить эффективность дезинфекции.

Технологичность изготовления устройства достигается путем объединения в одном изделии корпуса, радиатора и печатной платы. Корпус-радиатор, печатная плата и рамка для крепления устройства к поверхности выполнены раздельно или как одно изделие. Изготовление печатной платы по технологии МСРСВ, где металлическим основанием платы является основание корпуса-радиатора, позволит ликвидировать тепловое сопротивление на границе плата-радиатор и исключить традиционное использование теплопроводящих паст и клеев. Дополнительный теплоотвод и герметизация печатной платы достигается путем ее заливки до уровня оптических элементов светодиодов (линз) теплопроводящим компаундом, например эластомером Dow Corning SYLGARD 184.

Основание корпуса-радиатора может быть в форме круга или эллипса, или конуса, или усеченного конуса с углом между образующей и плоскостью основания конуса больше 0,5°, квадрата или прямоугольника, или многогранника, или пирамиды, или усеченной пирамиды с двугранным углом при основании более 1°, что позволяет увеличить площадь дезинфицируемых поверхностей и объем воздуха в помещении. Устройство может содержать вентилятор, датчик температуры, датчик присутствия и/или движения, датчик освещенности, акустический датчик, датчик расстояния, реле времени, контроллер, управляемый вручную и/или дистанционно с устройствами и детекторами для измерения характеристик излучения: мощности, энергии, энергетической освещенности, энергетической экспозиции, энергетической яркости.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует спектральную функцию опасности УФ и синего света для сетчатки глаза согласно ICNIRP.

Фиг. 2 иллюстрирует спектры поглощения порфиринов.

Фиг. 3 иллюстрирует спектр поглощения пиоцианина.

Фиг. 4 иллюстрирует вариант исполнения полихроматического светодиода с длинами волн излучения 300, 310, 380, 400 нм.

Фиг. 5 иллюстрирует вариант осуществления устройства, вид снизу.

Фиг. 6 иллюстрирует вариант осуществления устройства, вид сверху.

Фиг. 7 иллюстрирует вариант расположения светодиодов на печатной плате устройства, где 1а - светодиоды белого света первой группы, 1б - ультрафиолетовые светодиоды первой группы, 2 - ультрафиолетовые светодиоды второй группы.

Фиг. 8 иллюстрирует основные компоненты осветительного устройства, где 3 - корпус-радиатор с изготовленной на его основании печатной платой и светодиодами, 4 - рамка для крепления устройства к поверхности, 5 - элементы фиксации устройства на устанавливаемой поверхности.

Фиг. 9 иллюстрирует вариант схемы подключения устройства к электрической сети.

Описание предпочтительного варианта осуществления изобретения

Предпочтительный вариант осветительного устройства с функцией дезинфекции включает в себя первую группу источников света, предназначенную для общего освещения, а также дезинфекции воздуха и поверхностей в присутствии человека, состоящую из SMD светодиодов белого света 1а с коррелированной цветовой температурой 3500 и 4000 К с углом раскрытия светового потока 160° и SMD светодиодов ультрафиолетового света 1б, излучающих одновременно на длинах волн 300, 310, 380 и 400 нм с углом раскрытия светового потока 60 и 120°, при этом суммарная спектральная энергетическая освещенность, измеренная на высоте двух метров от пола помещения не превышает безопасную энергетическую экспозицию 30 Дж/м² за 8 ч периода нахождения людей в помещении, источники света первой группы объединены в одну электрическую цепь и включаются при подаче питания;

вторую группу источников света 2, предназначенную для дезинфекции воздуха и поверхностей при отсутствии людей в помещении, состоящую из полихроматических SMD светодиодов, излучающих одновременно несколько длин волн в диапазоне 200-300 нм с углом раскрытия светового потока $\Theta_{0,9V}$ 60 и 120°, при этом установленная энергетическая освещенность источников ультрафиолетового излучения на поверхности пола помещения не ограничивается и соответствует, как минимум, энергетической экспозиции требуемой для эрадикации биологических агентов I-IV групп патогенности за минимально возможное время, источники света второй группы объединены в одну электрическую цепь и включаются при

подаче питания;

корпус-радиатор 3, выполненный из алюминиевого сплава с высоким коэффициентом теплопроводности, при этом основание корпуса-радиатора имеет форму усеченной пирамиды с двугранным углом при основании 5° , которое является основанием печатной платы, выполненной по технологии МСРСВ, для подвода цепей питания к первой и второй группе источников света и их монтажа;

рамку 4 для крепления устройства к поверхности из алюминиевого сплава;

5 - элементы для фиксации устройства на устанавливаемой поверхности.

На фиг. 8 изображена схема подключения устройства к электрической сети, где первая группа светодиодов 1а и 1б, а также вторая группа светодиодов 2 через переключатель 6 соединены со стабилизатором тока 7, который через выключатель 8 соединен с электрической сетью переменного тока 110/220V. Устройство работает следующим образом: при подаче сетевого электрического напряжения переменного тока 110/220V на стабилизатор тока 7 через выключатель 8, переключателем 6 осуществляется питание первой группы источников света 1а и 1б, или второй группы источников света 2.

Специалисту должно быть очевидно, что приведенный пример подключения устройства к электрической сети и пример его работы с ручным управлением не является единственным. Современные технологии позволяют осуществить управление устройством/группой устройств с помощью автоматизированных систем управления дезинфекцией и освещением, в том числе с применением цифровых систем, например, по протоколу DALI, соответствующего стандарту IEC 60929.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для фотоинактивации патогенных биологических агентов, включающее в себя первую группу и вторую группу источников излучения, при этом

первая группа состоит из источников излучения, выполненных с возможностью генерации белого света со значением коррелированной цветовой температуры от 3000 до 6000 К с углом раскрытия луча от 10° до 180° , и источников излучения, выполненных с возможностью генерации монохроматического и/или полихроматического ультрафиолетового света в диапазоне длин волн 300-400 нм с углом раскрытия луча от 10° до 180° , при этом суммарная спектральная энергетическая освещенность, измеренная на высоте двух метров от пола помещения, не превышает допустимую безопасную энергетическую экспозицию;

вторая группа состоит из источников излучения, выполненных с возможностью генерации монохроматического и/или полихроматического ультрафиолетового света в диапазоне длин волн 300-400 нм и/или 200-300 нм, с углом раскрытия луча от 10° до 180° , при этом в присутствии людей установленная энергетическая освещенность источников ультрафиолетового излучения на расстоянии двух метров от пола помещения не превышает допустимую безопасную энергетическую экспозицию, а при отсутствии людей установленная энергетическая освещенность источников ультрафиолетового излучения не нормируется и, как минимум, соответствует энергетической экспозиции, требуемой для фотоинактивации биологических агентов I-IV групп патогенности за минимально возможное короткое время;

корпус-радиатор, основание которого является основанием печатной платы МСРСВ для подвода цепей питания к первой и второй группе источников света и их монтажа; рамку для крепления корпуса-радиатора устройства к поверхности и элементы для фиксации устройства на устанавливаемой поверхности;

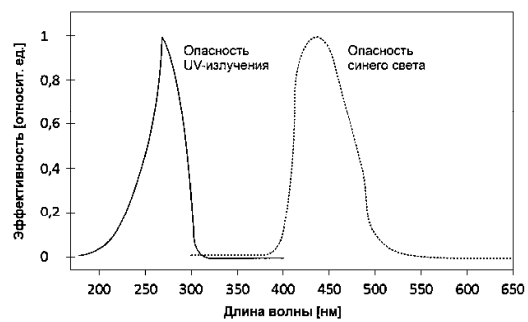
при этом обе группы источников излучения выполнены с возможностью попеременной работы.

2. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что источниками ультрафиолетового излучения первой группы являются монохроматические и/или полихроматические светодиоды, источниками второй группы являются монохроматические и/или полихроматические светодиоды и/или лампы.

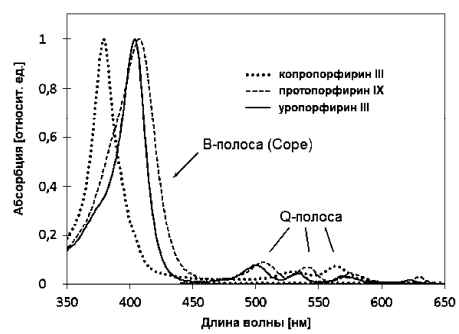
3. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что корпус-радиатор имеет основание в форме круга или эллипса, или конуса, или усеченного конуса с углом между образующей и плоскостью основания конуса больше $0,5^\circ$, квадрата или прямоугольника, или многогранника, или пирамиды, или усеченной пирамиды с двугранным углом при основании более 1° .

4. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что корпус-радиатор, печатная плата и рамка для крепления устройства к поверхности выполнены отдельно или как одно изделие.

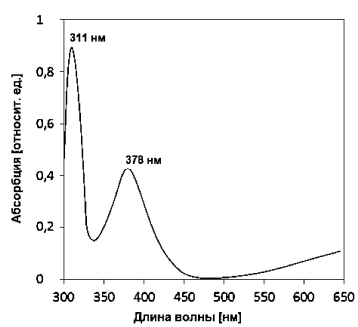
5. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что содержит вентилятор, датчик температуры, датчик присутствия и/или движения, датчик освещенности, акустический датчик, датчик расстояния, реле времени, контроллер, управляемый вручную и/или дистанционно, с устройствами и детекторами для измерения характеристик излучения: мощности, энергии, энергетической освещенности, энергетической экспозиции, энергетической яркости.



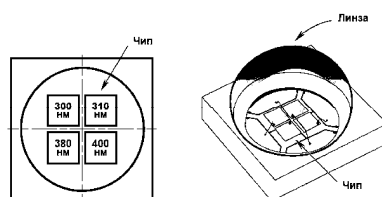
Фиг. 1



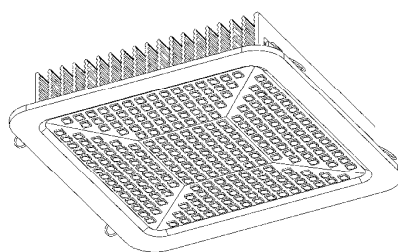
Фиг. 2



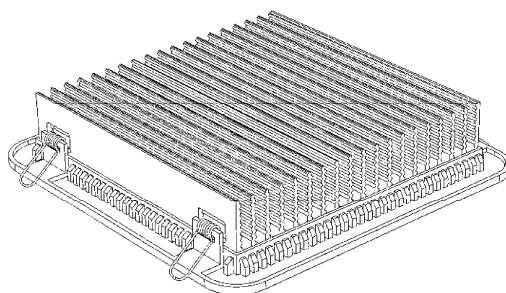
Фиг. 3



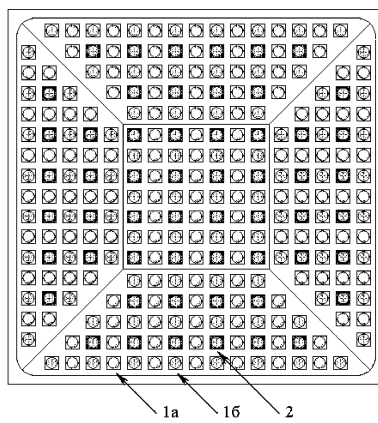
Фиг. 4



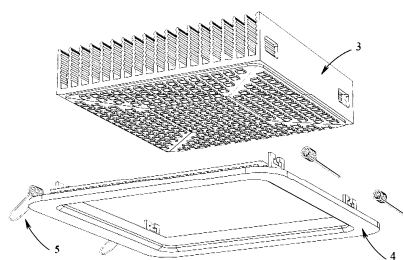
Фиг. 5



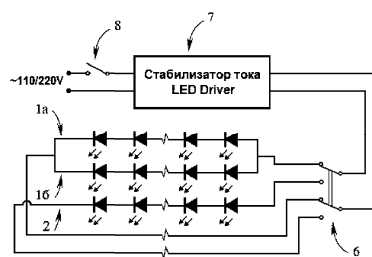
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

