

## УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ БАКТЕРИЦИДНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СПИРОТЕСТЕРА

Ефимович В.Ф.<sup>1</sup>, Царик В.А.<sup>1</sup>, Болтрушко И.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Брестский государственный технический университет,

<sup>2</sup>Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина

г. Брест, Республика Беларусь

Научные руководители: Буслук В.В. – заведующий лабораторией, доцент кафедры ЭВМ и системы БрГТУ, Журавский В.И. – доцент кафедры ЭВМ и системы БрГТУ

**Аннотация.** В ходе исследований были разработаны основные требования и проведены расчёты дозы УФ-излучения для дезинфекции известных патогенов. Определены основные структурные блоки ультрафиолетового бактерицидного модуля, определена элементная база и изготовлен макетный образец. Проведенный анализ и испытания макетного образца подтвердили возможность применения UVC-дезинфекции в составе спиротестера.

**Ключевые слова:** спирометрия, спиротестер, ультрафиолетовое излучение, УФ-диоды, UVC-светодиоды

**Введение.** Ультрафиолетовое излучение (УФИ), которое имеет длину волны электромагнитного излучения в диапазоне от 100 до 400 нм успешно применяется для обеззараживания в медицине, в производстве и быту. Излучение с длиной волны 254 нм близко к пику чувствительности ДНК и РНК микроорганизмов, равному 265 нм и поэтому обладает наиболее эффективным действием, при котором они теряют способность к размножению, т.е происходит их инактивация [1]. На рисунке 1 представлена шкала электромагнитного излучения.

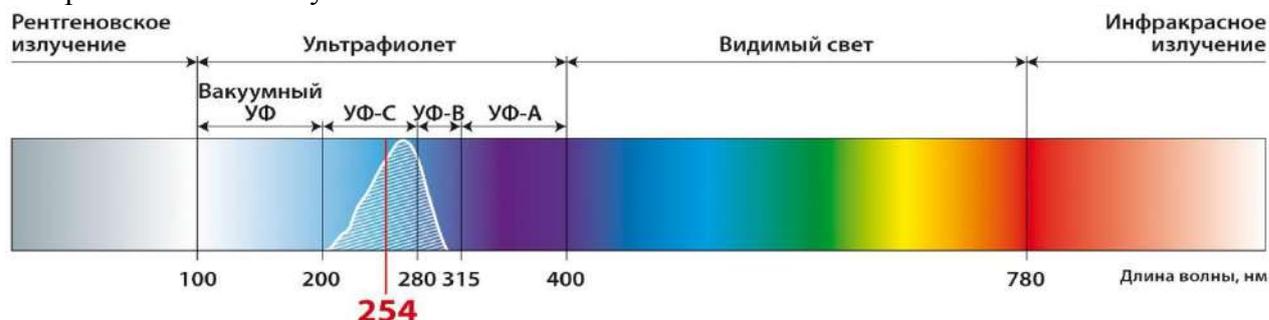


Рисунок 1 – Шкала электромагнитного излучения [1]

Известно, что для инактивации конкретного вида патогена требуется определенная ультрафиолетовая доза излучения (УФ-доза). УФ-доза это количество УФИ, которая равна произведению УФ-интенсивности на время воздействия. В свою очередь УФ-интенсивность зависит от мощности УФ-ламп и коэффициента пропускания среды. Таким образом, зная мощность ламп, показатели среды, а также УФ-дозы для обеззараживания, можно рассчитать время воздействия УФ-излучения. При этом имеется возможность комбинировать мощность ламп за счет их количества. Конкретное значение УФ-дозы для наиболее часто встречающихся микроорганизмов (вирус Гепатита А, лямблии и др.) известны [1].

При разработке медицинских приборов, а также приборов потенциально имеющих контакт с незащищенными органами испытуемых, необходимо предусмотреть меры безопасности и обеззараживания элементов конструкции. Такие задачи возникают и при эксплуатации разработанной ранее микроконтроллерной системы измерения респирации. При многократном использовании спиротестера, входящего в систему, возникает аналогичная проблема. Несмотря на то, что спиротестер имеет сменные клапаны-мундштуками, оснащен специальным устройством, предотвращающим попадание слюны и фильтром, вдыхаемый

пациентом внутрь прибора воздух может содержать определенное количество микроорганизмов, бактерий или других патогенов.

Традиционно для обеззараживания используются бактерицидные лампы, которые являются основным элементом множества имеющихся на рынке рециркуляторов. Однако в силу ограниченности объема камеры вдоха/выдоха малогабаритного спиротестера такие источники УФ-излучения не могут быть использованы. Выпускаемые промышленностью в последнее время полупроводниковые УФ-диоды (UVC-светодиоды) имеют ряд преимуществ: малые габариты, герметичность корпуса, а также широкую линейку типов по излучаемой мощности.

Поэтому актуальным является исследование обеззараживающей способности полупроводниковых УФ-диодов применительно к спиротестеру и разработка на их основе УФ-бактерицидного модуля.

**Основная часть.** Спиротестер измеряет давления вдоха и выдоха испытуемого и конструкционно состоит из микроконтроллера, блока питания, блока измерения давления, блока индикации и модуля УФ-обработки. Прибор разработан на базе микроконтроллера Atmega 328. Применение микроконтроллеров этой серии для медицинской техники оправдано простотой при программировании, достаточной оперативной памятью и помехозащищенностью. При этом возможности этого микроконтроллера (оперативная память) позволяют производить несложную постобработку полученных данных: расчет максимальных значений, скоростей нарастания и спада и т.д. Микроконтроллер имеет 14 цифровых входов / выходов и 6 аналоговых выходов и имеет подсистему формирования до 6 каналов ШИМ с частотой 490 Гц, поэтому целесообразность его использования для управления УФ-модулем очевидна. На рисунке 2 представлена структурная схема спиротестера.

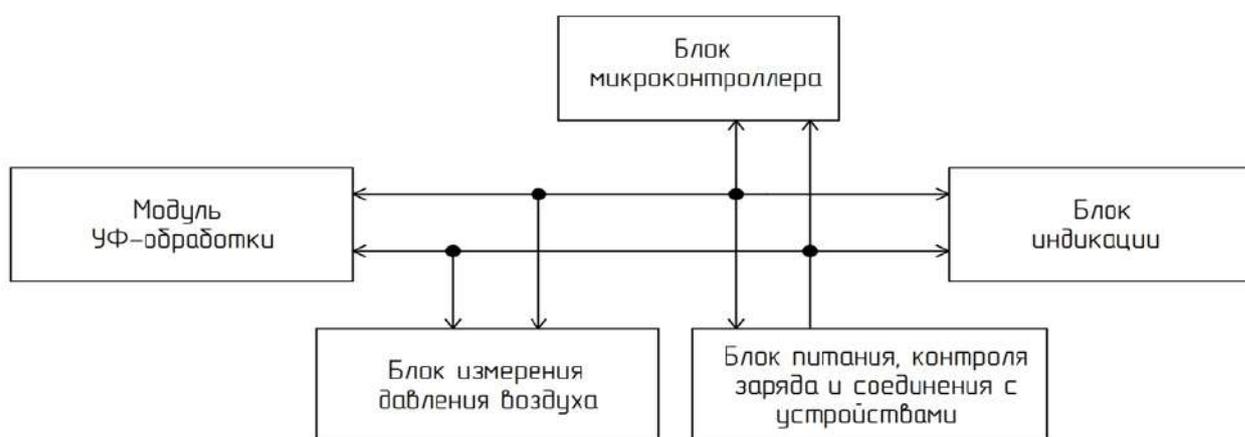


Рисунок 2 – Схема структурная спиротестера

Основная функция УФ-модуля – обеззараживание объема проходящего воздуха и внутренних поверхностей осуществляется путем включения и отключения UVC-светодиодов на определенное время во время и после проведения очередного сеанса спирометрии по команде микроконтроллера. При этом блок индикации отображает оставшееся время обеззараживания.

В качестве источника обеззараживания рассматривались UVC-светодиоды ряда фирм, представленные на доступных рынках. В таблице 1 представлены параметры основных УФ-светодиодов, реализуемых на отечественном рынке и используемых для дезинфекции [2].

Таблица 1. – Параметры УФ-светодиодов для дезинфекции

Модель светодиода, производитель	Длина волны, нм	Ток ном., мА	Ток макс., мА	Мощность излуч., мВт	Напряжение типовое, В	Угол излуч., град	Мощность потреб., Вт	Размер корпуса, мм
PB2D-1CLA-TC, ProLight Opto	275	20	30	3,5	6,5	120	0,2	3,5 × 3,5
PB2D-UJLA-TC, ProLight Opto	275	100	150	10,5	6,8	120	1	3,5 × 3,5
LT3535UVCCKCM, ParaLight	275	100	100	20	7	60	0,5	3,8 × 3,8
LT5050UVCXPC1, ParaLight	275	600	600	80	7	120	4	5 × 5

Определение наиболее подходящих для применения в УФ - модуле спиротестера излучающих диодов производилось с учетом конструкции газотранспортной системы. Производился расчет облучаемого объема и внутренней поверхности камеры вдоха/выдоха. Затем подбирался соответствующий УФ-диод и рассчитывалось время его работы.

**Заключение.** В ходе исследований были разработаны основные требования и проведены расчёты дозы УФ-излучения для дезинфекции известных патогенов. Проведенный анализ и испытания макетного образца подтвердили возможность применения UVC-дезинфекции в составе спиротестера.

### Список литературы

1. Области применения УФ-оборудования – Компания «ЛИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lituv.ru/tehnologii-uf-obezzaragivaniya/chto-takoe-uf-obezzahazhivanie/?ysclid=12324xv9t3> – Дата доступа: 17.04. 2022.
2. Каталог УФ светодиодов – Компания «Симметрон» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.symmetron.ru/catalog/aktivnye-komponenty/optoelektronika/svetodiody/uf-svetodiody/> – Дата доступа: 17.04. 2022.

UDC 621.384.4:614.485

## ULTRAVIOLET BACTERICIDAL SPIROTESTER MODULE

*Efimovich V.F.<sup>1</sup>, Tsarik V.A.<sup>1</sup>, Boltrushka I.V.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Brest State A. S. Pushkin University, Brest, Republic of Belarus*

*Scientific supervisors: Busliuk V.V. – head of the laboratory, associate professor of the department of Computers and Systems,*

*Zhuravsky V.I. – associate professor of the department of computers and systems*

**Annotation.** During the research, the basic requirements were developed and calculations of the dose of UV radiation for disinfection of known pathogens were carried out. The main structural blocks of the ultraviolet bactericidal module were determined, the element base was determined and a prototype was made. The analysis and testing of the prototype confirmed the possibility of using UVC disinfection as a part of a spirotester.

**Keywords:** spirometry, spirotester, ultraviolet radiation, UV diodes, UVC LEDs.