



Universitatea Tehnică a Moldovei

DISPOZITIV DE ÎNREGISTRARE A RADIAȚIEI UV

Masterand:

Bulgar Andrei

Conducător:

prof. univ. dr.hab. Aramă Efim

Chișinău - 2020

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării
Universitatea Tehnică a Moldovei
Programul de master „Microelectronica și Nanotehnologii”

Admis la susținere
Șef de departament MIB
dr. prof.univ. Șontea Victor
”_” _____ 2020

DISPOZITIV DE ÎNREGISTRARE A RADIAȚIEI UV

Teză de master

Masterand  Bulgar Andrei

Conducător  Aramă Efim

Chișinău-2020

РЕЗЮМЕ

Диссертация содержит: 71 страница, 28 рисунков, 8 таблиц, 21 библиографический источник

Ключевые слова: обеспечение адекватного уровня безопасности и производительности, ультрафиолет, инструментальный усилитель, фильтр нижних частот, модулятор, пиковый детектор, ультрафиолетовое излучение, биологическая активная зона.

Цель работы: изучить методы распространения и регистрации УФ-излучения в трех биологически активных зонах.

Актуальность темы: речь идет о рассмотрении вопроса о разработке новых методов и средств измерения, которые перевешивают существующие.

Магистерская работа посвящена проблемам, связанным с ультрафиолетовой (УФ) областью спектра, особенно с областью 200 ... 400 нм, которая является одной из недостаточно изученных областей оптического диапазона длин волн. Это связано с тем, что в этой области спектральная яркость обычных источников излучения низкая и резко уменьшается с уменьшением длины волны, а выбор приемников для регистрации излучения ограничен.

При формировании характерного для данной темы исследования изучалась текущая ситуация на национальном уровне, и были предприняты меры для решения и разработки устройства.

Возможные бенефициары: экономические агенты, медико-санитарные учреждения (независимо от формы собственности и организационно-правовой формы населения).

REZUMAT

Teza conține: 71 de pagini, 28 de figuri, 8 tabele, 21 de surse bibliografice

Cuvinte cheie: asigurarea unui nivel adecvat de siguranță și performanță, ultraviolet, amplificator instrumental, filtru de trecere mică, modulator, detector de vârf, radiații ultraviolete, zonă activă biologică.

Obiectiv: studierea metodelor de propagare și înregistrare a radiațiilor UV în trei zone biologice active.

Relevanța subiectului: este vorba despre dezvoltarea de noi metode și mijloace de măsurare care să le depășească din toate considerentele pe cele existente.

Teza de master este dedicată problemelor asociate domeniului ultraviolet (UV) a spectrului, în special regiunii de 200 ... 400 nm, care este una dintre regiunile insuficient studiate ale intervalului de lungime de undă optică. Acest lucru se datorează faptului că în această regiune luminozitatea spectrală a surselor obișnuite de radiații este scăzută și scade brusc odată cu reducerea lungimii de undă, iar alegerea receptorilor pentru detectarea radiațiilor este limitată. În formarea cercetării caracteristice acestui subiect, a fost studiată situația actuală la nivel național și au fost luate măsuri pentru rezolvarea și dezvoltarea dispozitivului.

Beneficiari posibili: agenți economici, instituții medicale de sănătate (indiferent de proprietatea și forma juridică a populației).

SUMMARY

Thesis contain: 71 pages; 28 figures, 8 tables, 21 bibliographical sources

Key words: ensuring adequate security level and performance, ultraviolet, instrumental amplifier, low pass filter, modulator, peak detector, UV radiation, biological active area.

The purpose of thesis: Study of the methods of propagation and recording of UV radiation in three biologically active areas.

The actuality of the subject: comes from the development a new methods and measure device, which, outstrip those existing in present.

The master's thesis addresses the problems related to the ultraviolet (UV) region of the spectrum, especially the 200..400 nm region, which is one of the under-studied regions of the optical wavelength range. This is because in this region the spectral brightness of ordinary radiation sources is low and decreases sharply with the wavelength decrease, and the choice of receivers for radiation recording is limited.

At the formation of the study characteristic of the theme, the current situation was studied at national level and measures were taken to solve and elaborate a device.

Possible beneficiaries: economic agents, medical-sanitary institutions (regardless of the form of ownership and the legal form of organization, the population).

CUPRINS

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИИ ВВЕДЕНИЕ

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ УФ- ИЗЛУЧЕНИЯ

- 1.1. Понятие биологического действия излучения в различных диапазонах ультрафиолетового спектра8
- 1.2. Анализ методов измерения и регистрации эффективных величин, характеризующих УФ-излучение.....9
- 1.3. Современные измерители УФ-облученности различного назначения.....14
- 1.4. Выводы.....20

2. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ И СПОСОБА ОПЕРАТИВНОЙ РЕГИСТРАЦИИ УФ-ОБЛУЧЕННОСТИ В БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ

- 1.5. Принципы построения автоматизированного измерителя и дифференциальный метод выделения и оперативной регистрации УФ- облученности в трех биологически активных областях.....21
- 1.6. Приближение относительной спектральной чувствительности УФ измерителя к относительным эффективным бактерицидного, эритемного и загарного действия излучения.....22
- 1.7. Разработка способа коррекции относительной спектральной чувствительности измерителя УФ-облученности к известным относительным эффективным биологического действия излучения и методики расчета и оценка для основных типов УФ-излучателей интегральных поправочных множителей.....27
- 2.4. Выводы.....33

3. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ УФ- ОБЛУЧЕННОСТИ В БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ

- 3.1. Структурная схема измерителя и ее особенности.....34
- 3.2. Оптический блок измерителя УФ-облученности37
- 3.3. Блок обработки измерителя.....52
- 3.4. Алгоритм программы управления электронной схемой, обработки и передачи данных.....54
- 3.5 Энергетический расчет оптико-электронного блока измерителя, оценка погрешности электронного блока.....54
- 3.6 Сравнительный анализ разработанного УФ измерителя с аналогами.....54
- 3.7. Выводы.....33

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....55

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....56

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

УФ – ультрафиолет;

УФ-область — ультрафиолетовая область 200 — 400 нм УФ-А - ультрафиолетовая область 315 - 400 нм УФ-В - ультрафиолетовая область 280 - 315 нм УФ-С - ультрафиолетовая область 200 - 280 нм ВО — видимая область ИК - инфракрасная область;

DP(A.) - спектральная кривая относительной эффективности загарного действия ультрафиолета ("Direct pigmentation") ;

erithem(A.) — спектральная кривая относительной эффективности эритемного действия ультрафиолета ("Erythema") ;

bacter(A.) - спектральная кривая относительной эффективности бактерицидного действия ультрафиолета ("Killing of bacteria") К - корпус М – модулятор;

КО 1 и КО2 — первое и второе кварцевые окна ОИ1 и ОИ2 — первый и второй опорные излучатели СД1 и СД2 - первый и второй синхродатчики СФ1 и СФ2 — первый и второй светофильтры ФД1 и ФД2 - первый и второй фотодиоды;

ФПИ1 и ФПИ2 - первый и второй формирователи прямоугольных импульсов;

ИУ — инструментальный усилитель;

ФНЧ — фильтр нижних частот;

ПД - пиковый детектор;

УС – усилитель;

МК – микроконтроллер;

ЖКИ - жидкокристаллический индикатор;

БСРДМ - блок синхронизации работы двигателя модулятора;

ДМ - двигатель модулятора.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований:

Ультрафиолетовая область (УФ) спектра, в частности область 200..400 нм, одна из недостаточно изученных областей оптического диапазона длин волн. Это связано с тем, что в этой области спектральная яркость обычных источников излучения невелика и резко снижается с уменьшением длины волны, а выбор приемников для регистрации излучения ограничен. Между тем, в УФ области находятся максимумы полос оптического поглощения большинства органических веществ и компонентов живых организмов. В связи с этим, под воздействием УФ-излучения во многих биологических и растительных средах происходят обратимые и необратимые, в том числе, губительные, изменения. В настоящее время по биологическому воздействию принято выделять в пределах длин волн 200...400 нм три области: область «А» (400 — 315 нм) - область загарного (Direct pigmentation) воздействия, область «В» (315 - 280 нм) - область эритемного (Erythema) воздействия и область «С» (280 - 200 нм) - область бактерицидного (Killing of bacteria) воздействия. Даже в пределах одной области эффективность воздействия излучения разных длин волн на живые организмы различна. Поэтому, основываясь на многочисленных наблюдениях, в пределах каждой области была определена форма спектральных контуров относительной эффективности. Допустимые и предельные нормы УФ-облученности, с учетом кривых относительной спектральной эффективности, установлены всемирной организацией здравоохранения для отдельных групп биообъектов. При этом особо обращается внимание на лечебный, поражающий или тонизирующий эффект УФ воздействия, на который оказывает влияние как раздельное облучение в отдельных УФ областях, так и их комбинированное воздействие. Вследствие этого возникает необходимость разработки с одной стороны метода одновременного и оперативного измерения УФ-излучения в различных областях спектра, а с другой, измерителя, имеющего спектральную чувствительность, которая по форме совпадала бы со спектральной зависимостью известных относительных эффективностей загарного, эритемного и бактерицидного действия УФ-излучения.

Для регистрации УФ-излучения в настоящее время используются различные типы приемников. Для выделения УФ области, либо отдельного спектрального участка, приемники снабжаются набором фильтров. Измерения в областях «А», «В» и «С»

производят либо применением нескольких приборов, либо последовательной перестройкой фильтров, что требует больших временных затрат и, поскольку форма кривых пропускания фильтров лишь отдаленно напоминает кривые относительной биологической эффективности, полученные данные требуют уточнений и дополнительных проверок.

В последние годы наблюдается резкое возрастание интереса к оперативной и достоверной регистрации УФ-излучения, что связано как с антропогенным воздействием человека на окружающую среду (например, изменения в озоновом слое Земли), так и с все более широким использованием известных и вновь создаваемых УФ источников в медицине, биологии, промышленности и сельском хозяйстве.

Цель работы:

Разработка автоматизированных трехдиапазонных измерительных приборов, использующих современную элементную базу с программной обработкой большого объема информации.

Исследование методов выделения и регистрации УФ- облученности в трех биологически активных областях.

Задачи исследовательской работы:

1. Определение принципа построения автоматизированного измерителя и способа регистрации УФ-облученности в трех биологически активных областях;
2. Разработка автоматизированного измерителя УФ-облученности, позволяющего обеспечить достоверную и оперативную регистрацию излучения в трех биологически активных областях;
3. Решение проблемы оперативной регистрации УФ-излучения, причем с учетом относительной спектральной эффективности загарного, эритемного и бактерицидного действия УФ-излучения.
4. Изучение ожидаемого воздействия УФ- излучения на биологические объекты.
5. Изучение механизмов взаимодействия УФ-излучения с различными материалами и средами.

В нижеследующих частях будет представлена реализация поставленных задач и достижения цели предложенного исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мейер А., Зейтц Э. Ультрафиолетовое излучение. Получение, измерение и применение в медицине, биологии и технике. М.: Издательство иностранной литературы, 1952.
2. Рябова Р.В., Барщевский Б.У., Мятаж О.В. О светочувствительном материале для регистрации эмиссионных спектров при спектральном анализе в ультрафиолете // Доклады РАН - 1996. - 349, №4. - С. 493 - 495.
3. Косяченко Л.А., Склярчук В.М. Измеритель уровня биологического воздействия У.Ф.-излучения // ПТЭ. - 1998, №6. - С. 108-110.
4. Зотов В.Д. Портативные измерители-накопители ультрафиолетового излучения // Приборы и системы управления. - 1997, №8. - С. 46.
5. Дмитриев С.М., Ермалицкий Ф.А., Кирсанов А.А., Суханин С.В. Охлаждаемый фотоприемник на базе умножителя 128ЭЛУ-Ф15 для диапазона 0.2-1.4 мкм // ПТЭ. - 1996, №3. - С. 165-166.
6. Федоров М.И., Немировский А.Е., Сергиевская И.Ю., Бабкин А.Н. Измеритель интенсивности ультрафиолетового излучения // ПТЭ. - 1999, № 4. - С. 158-160.
7. Махний В.П., Мельник В.В. Детектор ультрафиолетового излучения // ПТЭ. - 1993, №1.-С. 245.
8. Косяченко Л.А., Склярчук В.М. Измеритель уровня биологического воздействия у.ф.-излучения // ПТЭ. - 1998, №6. - С. 108 - 110.
9. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов: Учеб. пособие для приборостроительных вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1983.
10. Созин Д.С., Мельников Б.М. Электротехническая промышленность, серия «Светотехнические изделия». 1972. 13, С. 5.
11. Биологическое действие ультрафиолетового излучения. - М.: Наука, 1975.
12. "Лампа дуговая ртутная бактерицидная ДРБ 8-0.4.2". Технические условия ТУ 16-535.659.-72.
13. Андреев М.Г., Хорохорин Ю.Н., Садиллина Л.Г. Электротехническая промышленность, серия «Светотехнические изделия». 1972. 12, вып 4, 7.

14. Рохлин Г.Н. Разрядные источники света. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат., 1991.
15. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. - М.: Энергоатомизд., 1995.
16. Голиков А.В., Гульков В.Н. Измеритель потоков ультрафиолетового излучения // Оптический журнал. - 2001. - Т. 68, №12. - С. 60-63.
17. Голиков А. В., Гульков В. Н. Свидетельство на полезную модель № 22546. Измеритель потоков ультрафиолетового излучения. № 2001131162/20; заявл. 19.11.2001, опубл. 10.04.2002. Бюл. № 10.
18. Каталог цветного стекла. М.: Машиностроение, 1967.
19. Москвитин О.В. Температурная коррекция спектральной чувствительности фотодиода // ПТЭ. -2001, №1. - С. 146-148.
20. Голиков А.В., Гульков В.Н. Методика измерения ультрафиолетовой облученности в биологически активных областях спектра // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2002. №1. С. 46-50.
21. Патент DE 4327300, МПК G 01 J 1/42. Способ и устройство для измерения излучения в заданном спектральном интервале. Verfahren und Gerät zum Messen der Strahlung eines Spektralbereichs / Bernklau, Reiner / Опубл. 16.02.1995.
22. Патент DE 35392363, МПК G 01 J 1/42. Устройство для измерения УФ излучения. Gerät zum Messung von UV-Strahlung / Dübgen Oswald / Опубл. 07.05.1987.
23. Патент US 4704535, МПК G 01 J 1/42. Дозиметр УФ излучения. Ultraviolet Dosimetry / Leber Leland C., Tenhulzen Neal L. / Опубл. 03.11.1987.
24. Устройство для измерения спектра излучения приборов для искусственного загара. Vorsichtung zur Vermessung von Bräunungs geräten/ JK - Josef Kratz / Опубл. 04.12.1997.
25. Устройство для измерения УФ излучения. / Miller Max D. / Опубл. 05.11.1999.
26. Электро-оптическое устройство для измерения и анализа экспозиционной дозы коротко — и длинноволнового УФ излучения. / Black Michael / Опубл. 26.04.1994.
26. Портативный прибор для измерения дозы УФ-облучения. / Steiner Wilhelm, Hauser Hans, Lode Heinz / Опубл. 29.11.1991.

27. Синичкин Ю.П., Утц С.Р., Долотов Л.Е., Пилипенко Е.А., Тучин В.В. Методика и прибор для оценки степени эритемы и меланиновой пигментации кожи человека // Радиотехника (Москва). - 1997, №4. - С. 77-81.
28. Прибор для измерения интенсивности ультрафиолетовой составляющей солнечного излучения. Messgerät für die Intensität des in der Sonnenstrahlung enthaltenen UV-Anteils / Theimer, Gerhard / Оpubл. 27.06.1991.
29. Дозиметр УФ излучения / The Red House, Station Road / Оpubл. 04.04.1991.
30. Махний В.П., Мельник В.В. Детектор ультрафиолетового излучения // ПТЭ. - 1993, №1.-С. 245.
31. Гуцин Г.Л., Соколенка С.А. Метод и прибор для измерения ультрафиолетовой радиации // Труды Главной геофизической обсерватории. — 1995, №545.-С. 61-72.
32. Жевлаков А.П., Соколов С.А., Тульский С.А., Федорова Т.Н., Яковлев В.В. Новые газоразрядные источники и дозиметры бактерицидного излучения // Оптический журнал. - 1994, №12. - С. 62 - 66.
33. Медведев А.В., Королев А.В., Маркозов С.С. Дозиметр ультрафиолетового облучения // Оптический журнал. - 1994, №12. - С. 61.
34. Косяченко Л.А., Склярчук В.М. Измеритель уровня биологического воздействия у.ф.-излучения // ПТЭ. - 1998, №6. - С. 108 - 110.
35. Патент RU 95115382, МПК G 01 T 1/20. Дозиметр / Кийко В.С., Калинин Н.С., Растяпин В.В., Лишенко В.Г. / Оpubл. 27.08.1997.
36. Патент RU 97113711, МПК G 01 J 1/42. Способ измерения **ультрафиолетового** излучения, устройство для его реализации, фотопреобразователь / Томский К. А./ Оpubл. 27.06.1999.
37. Патент RU 2155418, МПК H 01 L 31/09. Полупроводниковый датчик **ультрафиолетового** излучения / Лучинин В.В., Корляков А.В., Костромин С.В., Четвергов М.В., Сазанов А.П. / Оpubл. 27.08.2000.
38. Патент RU 2154811, МПК G 01 J 1/44. Электрическая схема блока обработки сигнала датчика интенсивности **ультрафиолетового** излучения / Костюченко С.В., Горкушенко К.М., Жуков В.И., Красночуб А.В. / Оpubл. **20.08.2000.**

40. Патент RU 2150973, МПК А 61 N 5/06. Устройство для определения рекомендуемого времени нахождения человека под воздействием **ультрафиолетового** облучения и его варианты / Хотимский С.Д., Левшук Б.Т., Белоусов С.П. / Оpubл. 20.06.2000.

41. Патент RU 98109512, МПК А 61 N 5/06. Устройство для определения рекомендуемого времени нахождения человека под воздействием **ультрафиолетового** облучения и его варианты / Хотимский С.Д., Левшук Б.Т., Белоусов С.П. / Оpubл. 20.06.2000.