

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2572459

ДОЗИМЕТР УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014138867

Приоритет изобретения **25 сентября 2014 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **09 декабря 2015 г.**

Срок действия патента истекает **25 сентября 2034 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

 **Г.П. Ивлиев**





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014138867/28, 25.09.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.09.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.09.2014

(45) Опубликовано: 10.01.2016 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2168716 C2, 10.06.2001. RU 2107266 C1, 20.03.1998. RU 2194253 C2, 10.12.2002. US 6087666 A, 11.07.2000. JP 3238325 A, 24.10.1991. JP 2000258247 A, 22.09.2000. АГАФОНОВА Д.С. и др. Влияние температуры на люминесценцию молекулярных кластеров серебра в фото-термо-рефрактивных стеклах. Оптический журнал, т.80, N8, с. 51-56.

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,
Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Агафонова Дарина Сергеевна (RU),
Колобкова Елена Вячеславовна (RU),
Никоноров Николай Валентинович (RU),
Сидоров Александр Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

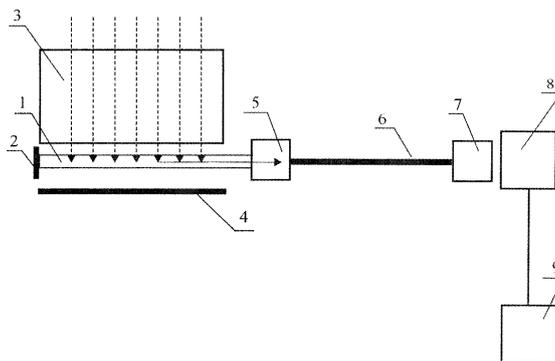
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики (Университет ИТМО)
(RU)

(54) ДОЗИМЕТР УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиационным измерениям, в частности к измерениям дозы ультрафиолетового (УФ) излучения, и может быть использовано в медицине, сельском хозяйстве, биотехнологии, обеззараживании объектов, материаловедении, экологии, дефектоскопии, криминалистике, искусствоведении. Дозиметр УФ излучения содержит чувствительный элемент,

выполненный в виде волокна, изготовленного из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра, и оптически сопряжен с фотоприемным устройством посредством передающего оптического волокна. Изобретение позволяет снизить стоимость дозиметра УФ излучения с одновременным повышением его устойчивости к внешним воздействиям. 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014138867/28, 25.09.2014

(24) Effective date for property rights:
25.09.2014

Priority:

(22) Date of filing: 25.09.2014

(45) Date of publication: 10.01.2016 Bull. № 1

Mail address:

197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
Universitet ITMO, OIS i NTI

(72) Inventor(s):

Agafonova Darina Sergeevna (RU),
Kolobkova Elena Vjacheslavovna (RU),
Nikonorov Nikolaj Valentinovich (RU),
Sidorov Aleksandr Ivanovich (RU)

(73) Proprietor(s):

federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij natsional'nyj
issledovatel'skij universitet informatsionnykh
tekhnologij, mekhaniki i optiki (Universitet
ITMO) (RU)

(54) **UV RADIATION DOSE METER**

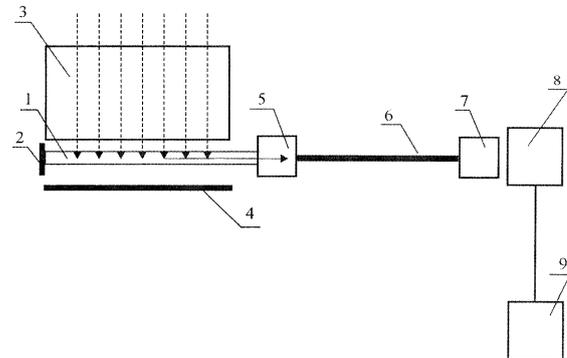
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to measurement of UV radiation dose and can be used in medicine, agriculture, biotechnology, decontamination, science of materials, ecology, etc. Claimed UV dose meter comprises sensitive element composed of the fibre made from the glass with neutral silver molecular clusters and is connected with photoreceiver via transmitting optic fibre.

EFFECT: lower costs, higher resistance to ambient effects.

4 dwg



Фиг. 1

RU 2 572 459 C1

RU 2 572 459 C1

Изобретение относится к радиационным измерениям, в частности к измерениям дозы ультрафиолетового (УФ) излучения.

Известен дозиметр УФ излучения индивидуального пользования (Патент РФ №2107266, МПК G01J 1/50, дата приоритета 01.07.1996, опубликован 27.01.2000 г.), включающий в себя три слоя. Два наружных слоя, выполненные из материала с обратимым фотохромизмом. Фотохромный материал претерпевает изменение оптической плотности в выбранном участке его спектра пропускания в зависимости от экспозиционной дозы УФ излучения с длиной волны менее 320 нм. Внутренний слой измерительно-индикаторного устройства представляет собой набор абсорбционных светофильтров, выполняющих функцию считывания оптической информации с фотохромных слоев. Недостатком данного технического решения является определение дозы облучения на полуколичественном уровне путем визуального определения изменения оптического пропускания участков дозиметра. Недостатком также является то, что для восстановления исходного оптического состояния фотохромного материала, необходимого для проведения следующего цикла измерений, требуется выдержка чувствительного элемента дозиметра в темноте в течение продолжительного времени (до нескольких часов).

В качестве дозиметра УФ излучения может быть использован волоконный датчик искры и электрической дуги (Патент РФ №2459222, МПК G02B 6/02, дата приоритета 23.12.2010, опубликован 20.08.2012 г.). В указанном устройстве УФ излучение падает на чувствительный элемент - волокно, покрытое слоем полимера с добавкой люминесцентного органического красителя. УФ излучение в люминесцентном слое преобразуется в излучение видимой области спектра и по волокну передается на кремниевый фотоприемник, чувствительный в данной области спектра. Недостатком такого дозиметра является небольшой срок службы чувствительного элемента из-за деградации полимера и красителя под действием УФ излучения.

Наиболее близким техническим решением является дозиметр для УФ излучения (Патент РФ №2168716, МПК G01N 21/64, дата приоритета 16.10.1997, опубликован 10.06.2001 г.) и принят в качестве прототипа. Дозиметр содержит средства фильтрации, пропускающие только падающее УФ излучение, чувствительный элемент - пластину люминесцентного материала, содержащего ионы редкоземельных металлов (Tb^{3+} и Sm^{3+}), преобразующую ультрафиолетовое излучение в видимое излучение, фильтр, пропускающий только видимую люминесценцию, и фотоприемное устройство, чувствительное в видимой области спектра. Недостатками данного технического решения является то, что чувствительный элемент содержит ионы редкоземельных металлов, стоимость которых весьма высока - стоимость 1 кг Tb_2O_3 составляет 56000 руб. (каталог продукции ООО «НеваРеактив»). Недостатком дозиметра является также то, что чувствительный элемент дозиметра конструктивно совмещен с фотоприемным устройством, что исключает использование дозиметра в условиях высокого уровня электромагнитных помех, а также приводит к снижению чувствительности и искажению результатов измерений из-за нагрева фотоприемного устройства излучением.

Изобретение решает задачу снижения стоимости дозиметра УФ излучения за счет снижения стоимости чувствительного элемента с одновременным повышением его устойчивости к внешним воздействиям.

Сущность заявляемого технического решения заключается в том, что дозиметр УФ излучения содержит чувствительный элемент в виде волокна, изготовленного из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра, и передающее оптическое волокно.

Известно (напр., V.D. Dubrovin, A.I. Ignatiev, N.V. Nikonov, A.I. Sidorov, T.A. Shakhverdov, D.S. Agafonova. Luminescence of silver molecular clusters in photo-thermo-refractive glasses // Optical Materials 36 (2014) 753-759), что нейтральные молекулярные кластеры серебра Ag_n ($n=2-5$) обладают интенсивной люминесценцией в видимой области спектра при

5 возбуждении люминесценции УФ излучением. При УФ облучении волокна, изготовленного из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра в нем возникает люминесценция в видимой области спектра. Часть излучения люминесценции захватывается этим волокном и преобразуется в волноводные моды. Сформированный оптический сигнал вводится в оптическое передающее волокно и передается на
10 приемную площадку фотоприемного устройства, где преобразуется в электрический сигнал, пропорциональный освещенности чувствительного элемента. Для преобразования освещенности в дозу облучения электрический сигнал фотоприемного устройства умножают на время облучения и на коэффициент пропорциональности. Преимуществом предложенного технического решения является то, что в качестве люминесцентных центров используют молекулярные кластеры серебра, что позволяет
15 уменьшить стоимость чувствительного элемента дозиметра (стоимость 1 кг $AgNO_3$ составляет 15000 руб. (каталог продукции ООО «НеваРеактив»)). Преимуществом является также то, что волоконная схема дозиметра позволяет разнести в пространстве оптическую и электронную части дозиметра, и разместить электронную часть дозиметра
20 на удалении от источников электромагнитных помех и источников нагрева.

Совокупность признаков, изложенных в формуле, характеризует дозиметр УФ излучения, в котором волокно чувствительного элемента изготовлено из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра, а оптический сигнал из
25 чувствительного элемента передается на фотоприемное устройство по оптическому волокну. Это позволяет решить задачу снижения стоимости дозиметра УФ излучения за счет снижения стоимости чувствительного элемента, а также повышения его устойчивости к внешним воздействиям.

Изобретение иллюстрируется следующими чертежами.

30 На фиг. 1 показана: блок-схема дозиметра УФ излучения. 1 - волокно с нейтральными молекулярными кластерами серебра; 2 - отражатель; 3 - цилиндрическая линза; 4 - отражатель; 5, 7 - оптические разъемы; 6 - передающее оптическое волокно; 8 - фотодиод; 9 - блок обработки электрического сигнала.

35 На фиг. 2 показаны: 10 - нормированный спектр возбуждения люминесценции волокна с нейтральными молекулярными кластерами серебра для длины волны люминесценции 560 нм; 11 - нормированный спектр люминесценции волокна с нейтральными молекулярными кластерами серебра для длины волны возбуждения 320 нм; 12 - нормированная спектральная зависимость чувствительности кремниевого фотодиода BPW21R.

40 На фиг. 3 показана: конструкция оптического приемного устройства дозиметра УФ излучения в поперечном сечении. 1 - волокно с нейтральными молекулярными кластерами серебра; 3 - цилиндрическая линза; 4 - отражатель;

45 На фиг. 4 показана: интегральная для спектрального интервала 250-400 нм градуировочная кривая дозиметра УФ излучения для кремниевого фотодиода BPW21R, включенного в фотогальваническом режиме.

Далее сущность изобретения раскрывается на примере, который не должен рассматриваться экспертом как ограничивающий притязания изобретения.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Пример

На фиг. 1 показана блок-схема дозиметра УФ излучения. На фиг. 3 показана конструкция оптического приемного устройства дозиметра УФ излучения в поперечном сечении. Дозиметр состоит из чувствительного элемента в виде волокна из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра 1, отражателей 2 и 4, цилиндрической линзы из кварцевого стекла 3, оптических разъемов 5 и 7, передающего оптического волокна 6, кремниевого фотодиода BPW21R 8 и блока обработки электрического сигнала 9.

Волокно чувствительного элемента дозиметра УФ излучения изготовлено из стекла следующего состава: SiO₂ (40 мол. %) - AlF₃ (5 мол. %) - PbF₂ (18 мол. %) - CdF₂ (29 мол. %) - ZnF₂ (5 мол. %) с добавкой AgNO₃ (4 мол. %). При синтезе стекла данного состава в восстановительных условиях в нем формируются нейтральные молекулярные кластеры серебра вида Ag_n (n=2-5), которые обладают люминесценцией в видимой области спектра при возбуждении люминесценции УФ излучением. На фиг. 2 показаны нормированные спектр возбуждения люминесценции 10 и спектр люминесценции 11 волокна с нейтральными молекулярными кластерами серебра, а также спектральная зависимость чувствительности 12 для кремниевого фотодиода BPW21R. Из фиг. 2 видно, что спектр возбуждения люминесценции по полувысоте занимает в УФ диапазоне спектральный интервал 260-380 нм. Спектр люминесценции по полувысоте занимает в видимом диапазоне спектральный интервал 500-640 нм, а максимум люминесценции расположен вблизи максимума спектральной чувствительности кремниевого фотодиода. Таким образом, стекло с нейтральными молекулярными кластерами серебра позволяет осуществлять спектральное преобразование излучения из широкой спектральной области УФ диапазона в спектральную область чувствительности кремниевого фотодиода.

Дозиметр работает следующим образом. Уф излучение с помощью цилиндрической линзы 3 фокусируется на волокно чувствительного элемента 1. Использование цилиндрической линзы позволяет увеличить площадь, с которой УФ излучение собирается на чувствительный элемент и за счет этого увеличить чувствительность дозиметра. Уф излучение в чувствительном элементе возбуждает люминесценцию нейтральных молекулярных кластеров серебра в видимой области спектра. Часть излучения люминесценции захватывается волокном чувствительного элемента и преобразуется в волноводные моды. Отражатель 2 возвращает волноводные моды, выходящие из заднего торца волокна чувствительного элемента, снова в волокно. Отражатель 4 возвращает в волокно чувствительного элемента УФ излучение, которое не было поглощено волокном, а также излучение люминесценции, которое не было преобразовано в волноводные моды. Оптический сигнал люминесценции в виде волноводных мод поступает с волокна чувствительного элемента на передающее волокно 6, передается на приемную площадку кремниевого фотодиода 8 и преобразуется в электрический сигнал. Электрический сигнал с фотодиода поступает на блок обработки электрического сигнала 9, который выполняет следующие функции: преобразование аналогового сигнала фотодиода в цифровой сигнал; сравнение цифрового сигнала с градуировочной зависимостью; отсчет времени облучения; вычисление дозы облучения; вывод информации в виде, удобном потребителю, например в виде цифровой индикации на дисплее либо в виде звукового или светового сигнала, указывающего на достижение требуемой дозы или предельно допустимой дозы облучения. Доза облучения Q (Дж/м²) определяется по следующей формуле:

$$Q=V \cdot t \cdot K,$$

где V - сигнал фотодиода (мВ), t - время облучения (с), K - коэффициент пропорциональности, который определяется по градуировочной кривой ($\text{Вт/мВ}\cdot\text{м}^2$). На фиг. 4 показана интегральная для спектрального интервала 250-400 нм градуировочная кривая дозиметра УФ излучения для кремниевого фотодиода BPW21R, включенного в фотогальваническом режиме. Облучение поводилось ртутной лампой, излучающей в спектральном: интервале 250-400 нм. Из фиг. 4 видно, что градуировочная зависимость линейна в интервале освещенности от 0.2 до 7 Вт/м^2 . Это позволяет для данного интервала освещенности определить коэффициент пропорциональности $K=$

10 0.6 $\text{Вт/мВ}\cdot\text{м}^2$.

Дозиметр УФ излучения по настоящему изобретению предназначен для использования в тех областях человеческой деятельности, в которых используется УФ излучение:

- 15 - медицина - физиотерапия, аутоотрансфузия крови, облучение людей солнечным светом;
- сельское хозяйство - парниковая и тепличная агротехнология;
- биотехнология - синтез витаминов D_2 и D_3 ;
- обеззараживание воды, воздуха, одежды, инструментов и продуктов питания при длительном хранении и во время эпидемий;
- 20 - материаловедение - определение состава веществ и электронной структуры элементов;
- экология - проблема озоновой дыры, обнаружение загрязнений окружающей среды;
- дефектоскопия, криминалистика, искусствоведение - люминесцентный анализ благодаря способности ряда веществ люминесцировать под действием УФ излучения.

25 Использование в чувствительном элементе дозиметра люминесцентных центров в виде молекулярных кластеров серебра позволяет уменьшить его стоимость, а использование в дозиметре волоконной техники позволяет разместить электронную часть дозиметра вне области негативных воздействий - повышенной температуры, электромагнитных помех и др.

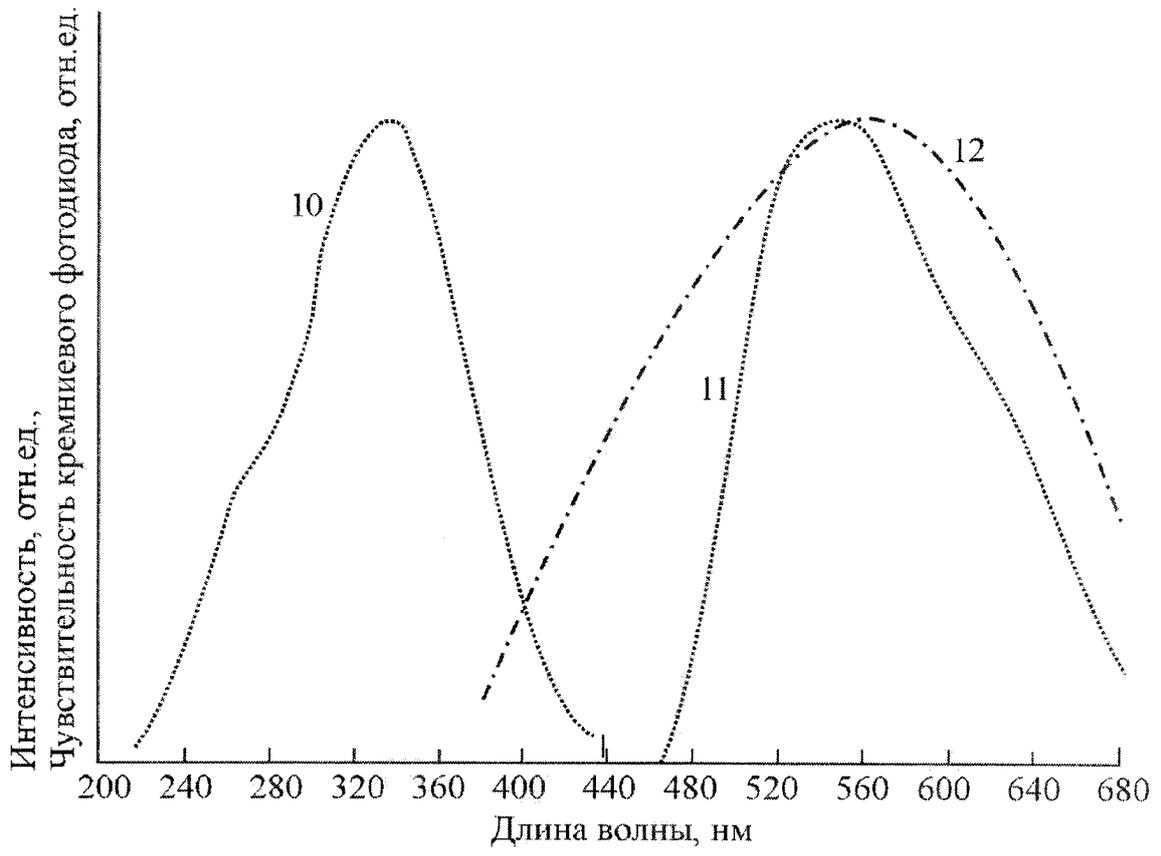
30

Формула изобретения

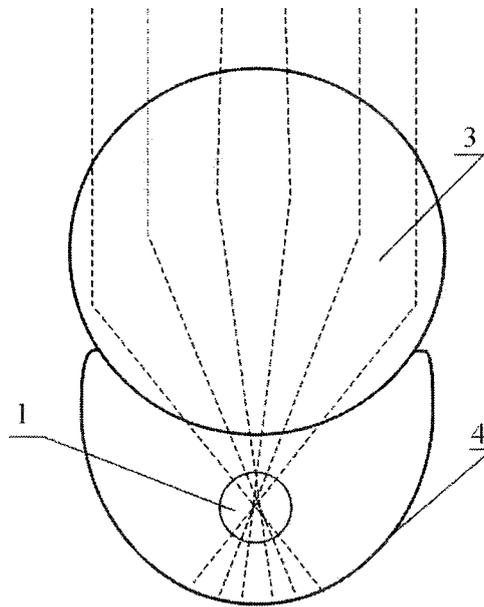
Дозиметр ультрафиолетового излучения, содержащий чувствительный элемент из люминесцентного стекла и фотоприемное устройство, отличающийся тем, что чувствительный элемент выполнен в виде волокна, изготовленного из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра, и оптически сопряжен с фотоприемным устройством посредством передающего оптического волокна.

40

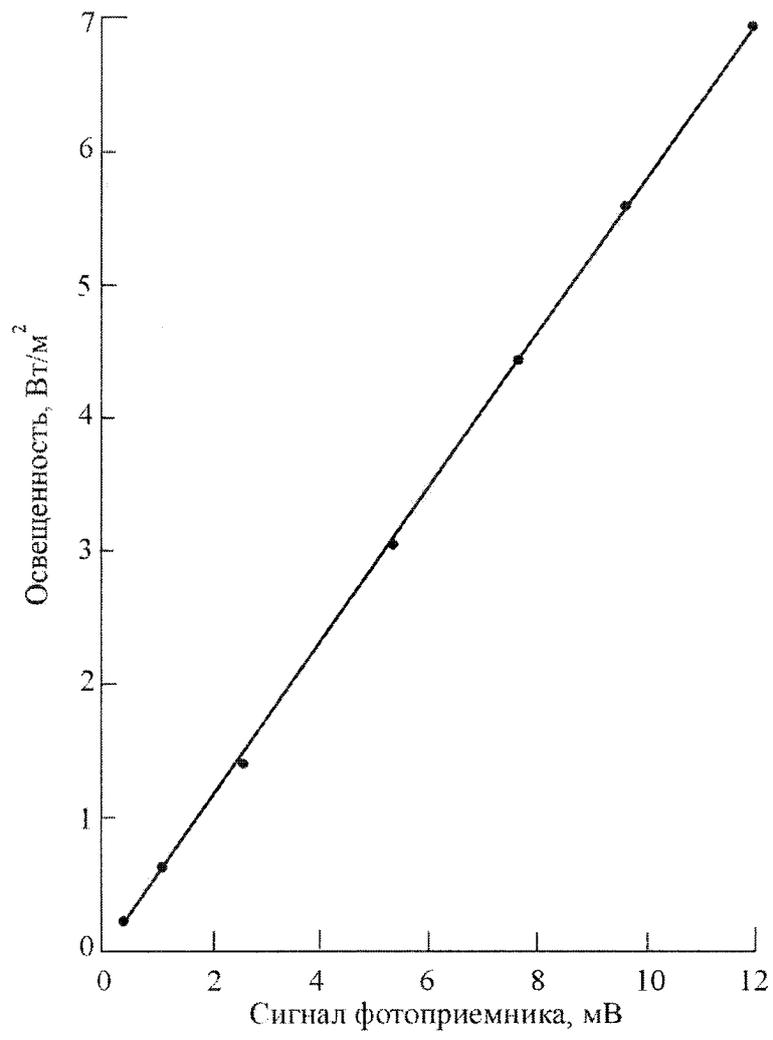
45



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014138867/28, 25.09.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.09.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.09.2014

(45) Опубликовано: 10.01.2016 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2168716 C2, 10.06.2001. RU 2107266 C1, 20.03.1998. RU 2194253 C2, 10.12.2002. US 6087666 A, 11.07.2000. JP 3238325 A, 24.10.1991. JP 2000258247 A, 22.09.2000. АГАФОНОВА Д.С. и др. Влияние температуры на люминесценцию молекулярных кластеров серебра в фото-термо-рефрактивных стеклах. Оптический журнал, т.80, N8, с. 51-56.

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,
Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Агафонова Дарина Сергеевна (RU),
Колобкова Елена Вячеславовна (RU),
Никоноров Николай Валентинович (RU),
Сидоров Александр Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

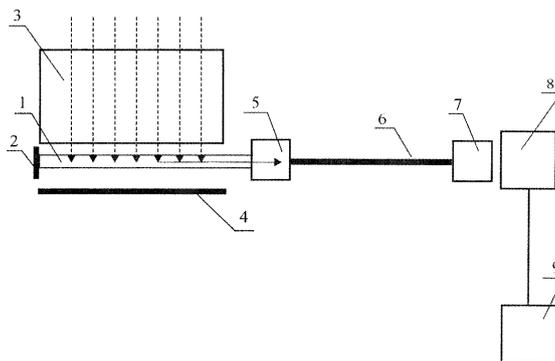
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики (Университет ИТМО)
(RU)

(54) ДОЗИМЕТР УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиационным измерениям, в частности к измерениям дозы ультрафиолетового (УФ) излучения, и может быть использовано в медицине, сельском хозяйстве, биотехнологии, обеззараживании объектов, материаловедении, экологии, дефектоскопии, криминалистике, искусствоведении. Дозиметр УФ излучения содержит чувствительный элемент,

выполненный в виде волокна, изготовленного из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра, и оптически сопряжен с фотоприемным устройством посредством передающего оптического волокна. Изобретение позволяет снизить стоимость дозиметра УФ излучения с одновременным повышением его устойчивости к внешним воздействиям. 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014138867/28, 25.09.2014

(24) Effective date for property rights:
25.09.2014

Priority:

(22) Date of filing: 25.09.2014

(45) Date of publication: 10.01.2016 Bull. № 1

Mail address:

197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
Universitet ITMO, OIS i NTI

(72) Inventor(s):

Agafonova Darina Sergeevna (RU),
Kolobkova Elena Vjacheslavovna (RU),
Nikonorov Nikolaj Valentinovich (RU),
Sidorov Aleksandr Ivanovich (RU)

(73) Proprietor(s):

federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij natsional'nyj
issledovatel'skij universitet informatsionnykh
tekhnologij, mekhaniki i optiki (Universitet
ITMO) (RU)

(54) **UV RADIATION DOSE METER**

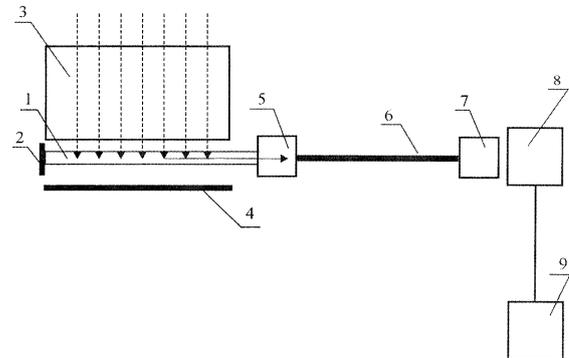
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to measurement of UV radiation dose and can be used in medicine, agriculture, biotechnology, decontamination, science of materials, ecology, etc. Claimed UV dose meter comprises sensitive element composed of the fibre made from the glass with neutral silver molecular clusters and is connected with photoreceiver via transmitting optic fibre.

EFFECT: lower costs, higher resistance to ambient effects.

4 dwg



Фиг. 1

RU 2 572 459 C1

RU 2 572 459 C1

Изобретение относится к радиационным измерениям, в частности к измерениям дозы ультрафиолетового (УФ) излучения.

Известен дозиметр УФ излучения индивидуального пользования (Патент РФ №2107266, МПК G01J 1/50, дата приоритета 01.07.1996, опубликован 27.01.2000 г.), включающий в себя три слоя. Два наружных слоя, выполненные из материала с обратимым фотохромизмом. Фотохромный материал претерпевает изменение оптической плотности в выбранном участке его спектра пропускания в зависимости от экспозиционной дозы УФ излучения с длиной волны менее 320 нм. Внутренний слой измерительно-индикаторного устройства представляет собой набор абсорбционных светофильтров, выполняющих функцию считывания оптической информации с фотохромных слоев. Недостатком данного технического решения является определение дозы облучения на полуколичественном уровне путем визуального определения изменения оптического пропускания участков дозиметра. Недостатком также является то, что для восстановления исходного оптического состояния фотохромного материала, необходимого для проведения следующего цикла измерений, требуется выдержка чувствительного элемента дозиметра в темноте в течение продолжительного времени (до нескольких часов).

В качестве дозиметра УФ излучения может быть использован волоконный датчик искры и электрической дуги (Патент РФ №2459222, МПК G02B 6/02, дата приоритета 23.12.2010, опубликован 20.08.2012 г.). В указанном устройстве УФ излучение падает на чувствительный элемент - волокно, покрытое слоем полимера с добавкой люминесцентного органического красителя. УФ излучение в люминесцентном слое преобразуется в излучение видимой области спектра и по волокну передается на кремниевый фотоприемник, чувствительный в данной области спектра. Недостатком такого дозиметра является небольшой срок службы чувствительного элемента из-за деградации полимера и красителя под действием УФ излучения.

Наиболее близким техническим решением является дозиметр для УФ излучения (Патент РФ №2168716, МПК G01N 21/64, дата приоритета 16.10.1997, опубликован 10.06.2001 г.) и принят в качестве прототипа. Дозиметр содержит средства фильтрации, пропускающие только падающее УФ излучение, чувствительный элемент - пластину люминесцентного материала, содержащего ионы редкоземельных металлов (Tb^{3+} и Sm^{3+}), преобразующую ультрафиолетовое излучение в видимое излучение, фильтр, пропускающий только видимую люминесценцию, и фотоприемное устройство, чувствительное в видимой области спектра. Недостатками данного технического решения является то, что чувствительный элемент содержит ионы редкоземельных металлов, стоимость которых весьма высока - стоимость 1 кг Tb_2O_3 составляет 56000 руб. (каталог продукции ООО «НеваРеактив»). Недостатком дозиметра является также то, что чувствительный элемент дозиметра конструктивно совмещен с фотоприемным устройством, что исключает использование дозиметра в условиях высокого уровня электромагнитных помех, а также приводит к снижению чувствительности и искажению результатов измерений из-за нагрева фотоприемного устройства излучением.

Изобретение решает задачу снижения стоимости дозиметра УФ излучения за счет снижения стоимости чувствительного элемента с одновременным повышением его устойчивости к внешним воздействиям.

Сущность заявляемого технического решения заключается в том, что дозиметр УФ излучения содержит чувствительный элемент в виде волокна, изготовленного из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра, и передающее оптическое волокно.

Известно (напр., V.D. Dubrovin, A.I. Ignatiev, N.V. Nikonov, A.I. Sidorov, T.A. Shakhverdov, D.S. Agafonova. Luminescence of silver molecular clusters in photo-thermo-refractive glasses // Optical Materials 36 (2014) 753-759), что нейтральные молекулярные кластеры серебра Ag_n ($n=2-5$) обладают интенсивной люминесценцией в видимой области спектра при

5 возбуждении люминесценции УФ излучением. При УФ облучении волокна, изготовленного из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра в нем возникает люминесценция в видимой области спектра. Часть излучения люминесценции захватывается этим волокном и преобразуется в волноводные моды. Сформированный оптический сигнал вводится в оптическое передающее волокно и передается на
10 приемную площадку фотоприемного устройства, где преобразуется в электрический сигнал, пропорциональный освещенности чувствительного элемента. Для преобразования освещенности в дозу облучения электрический сигнал фотоприемного устройства умножают на время облучения и на коэффициент пропорциональности. Преимуществом предложенного технического решения является то, что в качестве люминесцентных центров используют молекулярные кластеры серебра, что позволяет
15 уменьшить стоимость чувствительного элемента дозиметра (стоимость 1 кг $AgNO_3$ составляет 15000 руб. (каталог продукции ООО «НеваРеактив»)). Преимуществом является также то, что волоконная схема дозиметра позволяет разнести в пространстве оптическую и электронную части дозиметра, и разместить электронную часть дозиметра
20 на удалении от источников электромагнитных помех и источников нагрева.

Совокупность признаков, изложенных в формуле, характеризует дозиметр УФ излучения, в котором волокно чувствительного элемента изготовлено из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра, а оптический сигнал из
25 чувствительного элемента передается на фотоприемное устройство по оптическому волокну. Это позволяет решить задачу снижения стоимости дозиметра УФ излучения за счет снижения стоимости чувствительного элемента, а также повышения его устойчивости к внешним воздействиям.

Изобретение иллюстрируется следующими чертежами.

30 На фиг. 1 показана: блок-схема дозиметра УФ излучения. 1 - волокно с нейтральными молекулярными кластерами серебра; 2 - отражатель; 3 - цилиндрическая линза; 4 - отражатель; 5, 7 - оптические разъемы; 6 - передающее оптическое волокно; 8 - фотодиод; 9 - блок обработки электрического сигнала.

35 На фиг. 2 показаны: 10 - нормированный спектр возбуждения люминесценции волокна с нейтральными молекулярными кластерами серебра для длины волны люминесценции 560 нм; 11 - нормированный спектр люминесценции волокна с нейтральными молекулярными кластерами серебра для длины волны возбуждения 320 нм; 12 - нормированная спектральная зависимость чувствительности кремниевого фотодиода BPW21R.

40 На фиг. 3 показана: конструкция оптического приемного устройства дозиметра УФ излучения в поперечном сечении. 1 - волокно с нейтральными молекулярными кластерами серебра; 3 - цилиндрическая линза; 4 - отражатель;

45 На фиг. 4 показана: интегральная для спектрального интервала 250-400 нм градуировочная кривая дозиметра УФ излучения для кремниевого фотодиода BPW21R, включенного в фотогальваническом режиме.

Далее сущность изобретения раскрывается на примере, который не должен рассматриваться экспертом как ограничивающий притязания изобретения.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Пример

На фиг. 1 показана блок-схема дозиметра УФ излучения. На фиг. 3 показана конструкция оптического приемного устройства дозиметра УФ излучения в поперечном сечении. Дозиметр состоит из чувствительного элемента в виде волокна из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра 1, отражателей 2 и 4, цилиндрической линзы из кварцевого стекла 3, оптических разъемов 5 и 7, передающего оптического волокна 6, кремниевого фотодиода BPW21R 8 и блока обработки электрического сигнала 9.

Волокно чувствительного элемента дозиметра УФ излучения изготовлено из стекла следующего состава: SiO₂ (40 мол. %) - AlF₃ (5 мол. %) - PbF₂ (18 мол. %) - CdF₂ (29 мол. %) - ZnF₂ (5 мол. %) с добавкой AgNO₃ (4 мол. %). При синтезе стекла данного состава в восстановительных условиях в нем формируются нейтральные молекулярные кластеры серебра вида Ag_n (n=2-5), которые обладают люминесценцией в видимой области спектра при возбуждении люминесценции УФ излучением. На фиг. 2 показаны нормированные спектр возбуждения люминесценции 10 и спектр люминесценции 11 волокна с нейтральными молекулярными кластерами серебра, а также спектральная зависимость чувствительности 12 для кремниевого фотодиода BPW21R. Из фиг. 2 видно, что спектр возбуждения люминесценции по полувысоте занимает в УФ диапазоне спектральный интервал 260-380 нм. Спектр люминесценции по полувысоте занимает в видимом диапазоне спектральный интервал 500-640 нм, а максимум люминесценции расположен вблизи максимума спектральной чувствительности кремниевого фотодиода. Таким образом, стекло с нейтральными молекулярными кластерами серебра позволяет осуществлять спектральное преобразование излучения из широкой спектральной области УФ диапазона в спектральную область чувствительности кремниевого фотодиода.

Дозиметр работает следующим образом. Уф излучение с помощью цилиндрической линзы 3 фокусируется на волокно чувствительного элемента 1. Использование цилиндрической линзы позволяет увеличить площадь, с которой УФ излучение собирается на чувствительный элемент и за счет этого увеличить чувствительность дозиметра. Уф излучение в чувствительном элементе возбуждает люминесценцию нейтральных молекулярных кластеров серебра в видимой области спектра. Часть излучения люминесценции захватывается волокном чувствительного элемента и преобразуется в волноводные моды. Отражатель 2 возвращает волноводные моды, выходящие из заднего торца волокна чувствительного элемента, снова в волокно. Отражатель 4 возвращает в волокно чувствительного элемента УФ излучение, которое не было поглощено волокном, а также излучение люминесценции, которое не было преобразовано в волноводные моды. Оптический сигнал люминесценции в виде волноводных мод поступает с волокна чувствительного элемента на передающее волокно 6, передается на приемную площадку кремниевого фотодиода 8 и преобразуется в электрический сигнал. Электрический сигнал с фотодиода поступает на блок обработки электрического сигнала 9, который выполняет следующие функции: преобразование аналогового сигнала фотодиода в цифровой сигнал; сравнение цифрового сигнала с градуировочной зависимостью; отсчет времени облучения; вычисление дозы облучения; вывод информации в виде, удобном потребителю, например в виде цифровой индикации на дисплее либо в виде звукового или светового сигнала, указывающего на достижение требуемой дозы или предельно допустимой дозы облучения. Доза облучения Q (Дж/м²) определяется по следующей формуле:

$$Q=V \cdot t \cdot K,$$

где V - сигнал фотодиода (мВ), t - время облучения (с), K - коэффициент пропорциональности, который определяется по градуировочной кривой ($\text{Вт/мВ}\cdot\text{м}^2$). На фиг. 4 показана интегральная для спектрального интервала 250-400 нм градуировочная кривая дозиметра УФ излучения для кремниевого фотодиода BPW21R, включенного в фотогальваническом режиме. Облучение поводилось ртутной лампой, излучающей в спектральном: интервале 250-400 нм. Из фиг. 4 видно, что градуировочная зависимость линейна в интервале освещенности от 0.2 до 7 Вт/м^2 . Это позволяет для данного интервала освещенности определить коэффициент пропорциональности $K=$

10 0.6 $\text{Вт/мВ}\cdot\text{м}^2$.

Дозиметр УФ излучения по настоящему изобретению предназначен для использования в тех областях человеческой деятельности, в которых используется УФ излучение:

- 15 - медицина - физиотерапия, аутоотрансфузия крови, облучение людей солнечным светом;
- сельское хозяйство - парниковая и тепличная агротехнология;
- биотехнология - синтез витаминов D_2 и D_3 ;
- обеззараживание воды, воздуха, одежды, инструментов и продуктов питания при длительном хранении и во время эпидемий;
- 20 - материаловедение - определение состава веществ и электронной структуры элементов;
- экология - проблема озоновой дыры, обнаружение загрязнений окружающей среды;
- дефектоскопия, криминалистика, искусствоведение - люминесцентный анализ благодаря способности ряда веществ люминесцировать под действием УФ излучения.
- 25 Использование в чувствительном элементе дозиметра люминесцентных центров в виде молекулярных кластеров серебра позволяет уменьшить его стоимость, а использование в дозиметре волоконной техники позволяет разместить электронную часть дозиметра вне области негативных воздействий - повышенной температуры, электромагнитных помех и др.

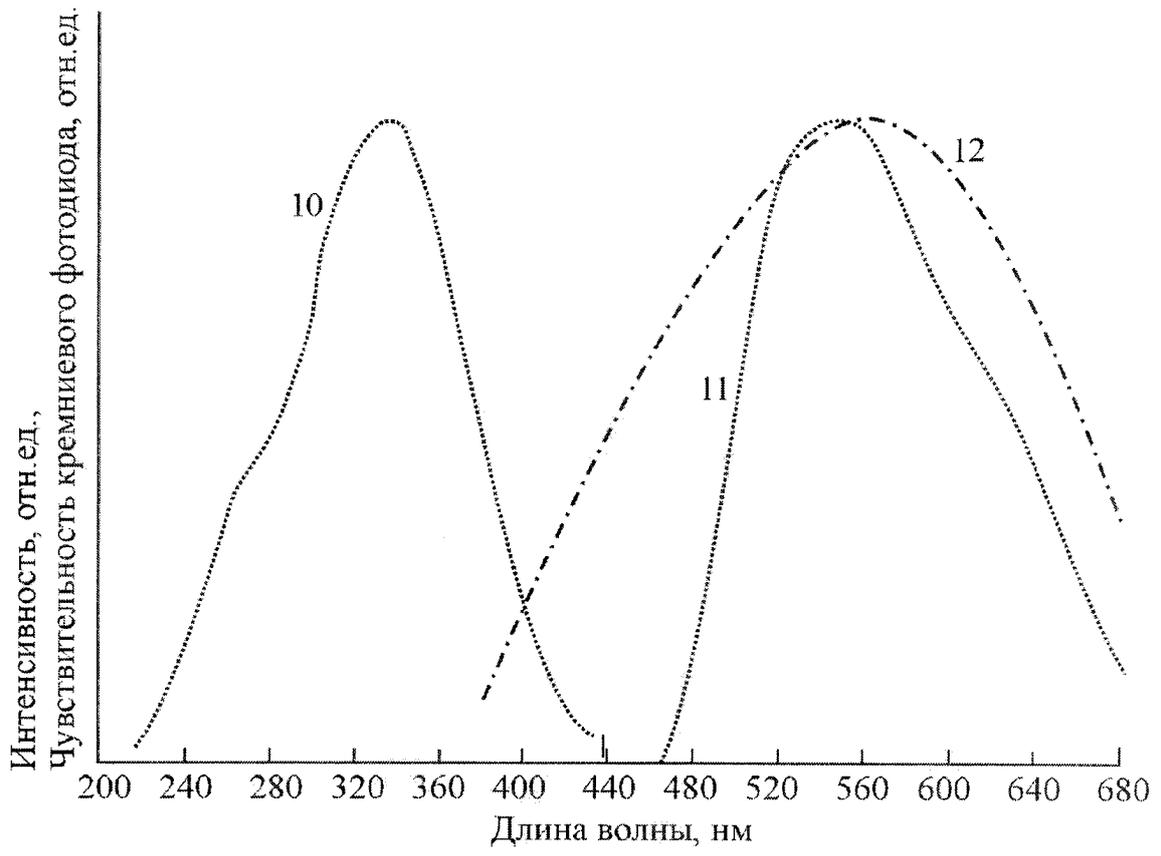
30

Формула изобретения

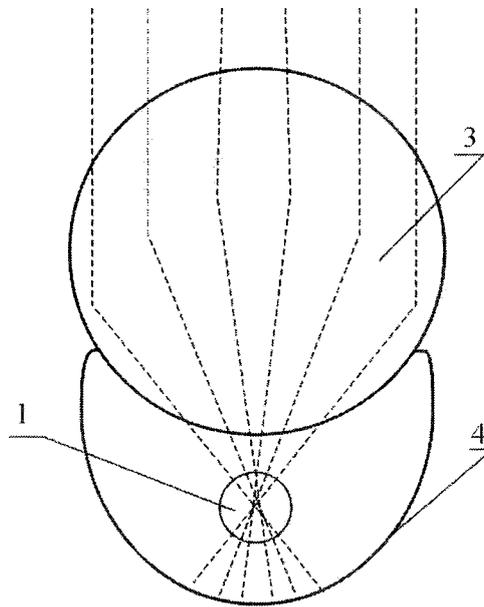
Дозиметр ультрафиолетового излучения, содержащий чувствительный элемент из люминесцентного стекла и фотоприемное устройство, отличающийся тем, что чувствительный элемент выполнен в виде волокна, изготовленного из стекла с нейтральными молекулярными кластерами серебра, и оптически сопряжен с фотоприемным устройством посредством передающего оптического волокна.

40

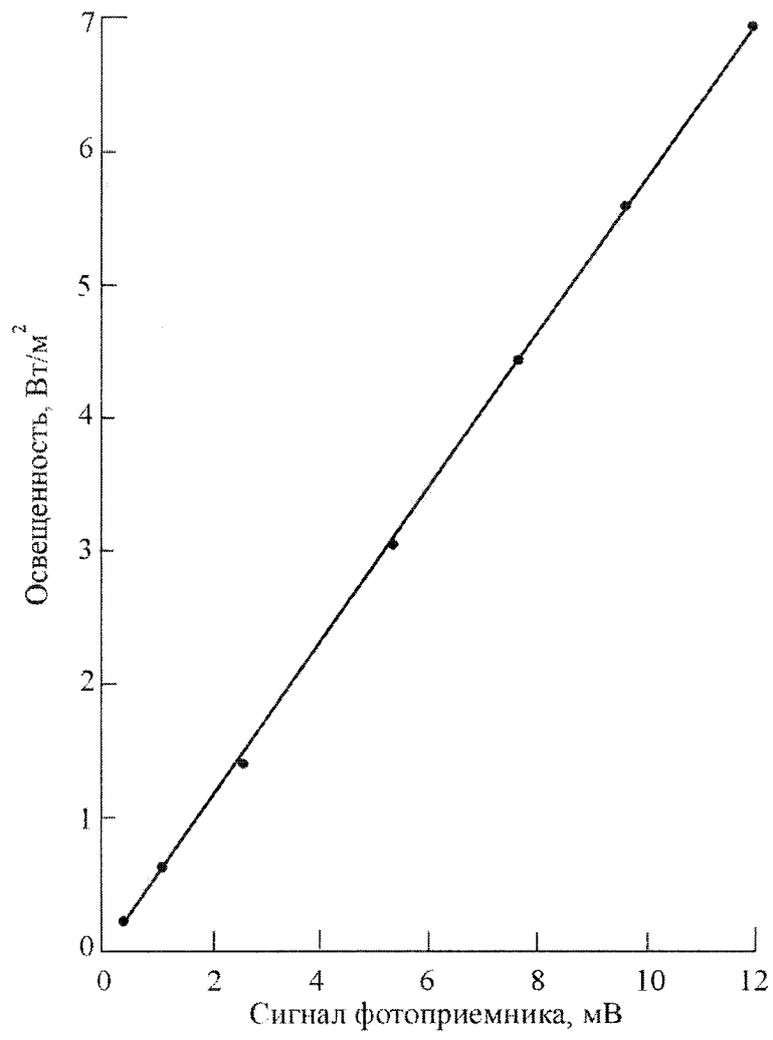
45



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4