

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039957**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.01

(51) Int. Cl. **A61N 5/06** (2006.01)

(21) Номер заявки
202190180

(22) Дата подачи заявки
2019.07.03

(54) **СВЕТОДИОДНЫЙ ИСТОЧНИК ОСВЕЩЕНИЯ С ХАРАКТЕРОМ СОЛНЕЧНОГО
СВЕТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

(31) **2018-330**(56) **US-A1-2017086274**(32) **2018.07.03****EP-A1-3248456**(33) **CZ****US-A1-2017045201**(43) **2021.04.30**(86) **PCT/IB2019/055694**(87) **WO 2020/008397 2020.01.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**МЕДРЖИЦКИЙ ГИНЕК;
ЕСЕНСКИЙ ДАНИЭЛЬ; ШТЕПАН
ДАНИЭЛЬ (CZ)**

(72) Изобретатель:
Медржицкий Гинек (CZ)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Светодиодный источник освещения с характером солнечного света для улучшения познавательной деятельности. Предметом изобретения является светодиодный источник освещения, который улучшает познавательную деятельность человека во время рабочего режима или при любой деятельности, а также он имитирует солнечный свет в биологически благоприятном диапазоне от 460 до 660 нм более чем на 90%. Вся система светодиодного источника освещения настроена так, что к излучаемому свету из белых светодиодных чипов добавлено от 4,5 до 6% синего и бирюзового светового излучения с преимуществом одинаковой интенсивности излучения или к излучаемому свету из белых светодиодных чипов добавлено. Это обеспечивает выравнивание интенсивности излучения на 90% до уровня солнечного света. Созданное комбинированное светодиодное излучение познавательного светодиодного источника освещения обладает CRI 98 и цветовой температурой от 4000 до 4700 К, солнечный свет обладает цветовой температурой 4982 К и CRI99,5.

039957 B1

039957 B1

Область техники

Светодиодный источник, который стимулирует познавательную деятельность человека и имитирует солнечный свет.

Нынешнее состояние техники

Освещение считается одним из важнейших факторов, влияющих на циркадную систему человека. С развитием промышленности и технологий человечество искусственно продляет день, особенно в зимние месяцы. Мы ложимся спать поздно вечером или работаем в вечерние смены, при которых необходимо быть абсолютно бодрыми. Однако большинство из нас дома или в офисе использует неподходящее освещение, которое не стимулирует нас, когда это нужно.

На биологические часы или центральный осциллятор, который управляет циркадными ритмами и находится в супрахиазматических ядрах (СХЯ), влияет свет не напрямую через сетчатку глаза. Таким образом, глаз, помимо зрения передает информацию о свете. Шишковидная железа синтезирует нейроморфоген мелатонин, который у человека используется в качестве индикатора времени для синхронизации и стабилизации циркадных ритмов и циклического чередования сна и бодрствования. СХЯ с помощью рецепторов мелатонина получают обратную связь о количестве мелатонина, который циркулирует в организме. Было доказано, что не все составляющие света на нас воздействуют одинаково. Синий свет с длиной волн 460-480 нм обладает стимулирующим эффектом, в то время как красный свет с длиной волн 610-700 нм успокаивает и расслабляет, его появление желательно только ночью, когда пора ложиться спать и не требуется производительность. У синего света безусловно важное значение, тем не менее, он может нарушать циркадные ритмы, влиять на нейроэндокринные системы и стать одной из причин развития болезней цивилизации. Как правило, чем выше цветовая температура (ССТ), тем больше синей составляющей содержится в свете. Действительно то, что в случае использования синего света для достижения желаемого эффекта необходимо стимулирование со значительно меньшей интенсивностью света, чем в случае белого света. Двадцатиминутное стимулирование ярким белым светом приводит к активации тех же областей мозга, как такое же стимулирование синим светом с интенсивностью в 100 раз ниже.

Синий свет служит модулятором многих функций, включая внимание, возбуждение, скорость реакции, производительность труда и настроение. Прокорнитивный (познавательный) эффект света передается через таламокортикальные проекции, ствол головного мозга и восходящие нейроны ретикулярной системы активации. Было доказано, что улучшение внимания после вечернего воздействия синего света сохраняется даже на следующий день. Помимо внимания, синий свет также влияет на более комплексную познавательную деятельность. Было доказано значительное влияние синих светодиодов на способность визуального пространства вращать объекты в трехмерном измерении.

Воздействие синего света на познавательные функции сравнивались с воздействием кофеина. Синий свет и кофеин также тестировались и сравнивались в реальной ситуации управления автомобилем ночью на автомагистрали. Добровольцы на трассе, протяженностью 400 км, получили 200 мг кофеина или у них на приборной панели все время горел синий свет с длиной волн 468 нм. В качестве контроля использовалась альтернатива кофе без кофеина. Обе тестируемые группы были эффективнее, чем группа с кофе без кофеина. (ШМОТЕК, Михал и кол. "Влияние синего света на циркадную систему, сон и эффективность познавательной деятельности". Национальный институт психического здоровья).

Патентный документ CN 106994209 описывает светодиодное освещение для лечения депрессии, которое включает светодиодные чипы, излучающие синий свет и светодиодные чипы, излучающие белый свет, причем доля светодиодных синих чипов по отношению к количеству белых светодиодных чипов составляет 0,03:0,25.

Существует большое количество производителей светодиодного освещения. Компания Seoul Semiconductor представила миру лампу SunLike, которая излучает световой спектр подобный дневному свету. Произошло устранение синих длин волн добавлением фиолетовых светодиодных чипов. Объекты, освещенные этим светом, кажутся, словно освещенными солнцем в дневное время. У классического светодиода с люминофором с добавлением синего, желтого и красного чипа большой спад в бирюзовом и красном диапазоне. Следовательно, этот свет не подходит для познавательной деятельности, а также у него очень плохое значение индекса цветопередачи. У лампы с обозначением HUE от Philips высокая цветовая температура (до 6000 К), но спектр света у нее подобный, как у вышеупомянутой лампы, т.е. у нее большой спад в бирюзовом диапазоне, и поэтому она не подходит для стимулирования познавательной деятельности. Также часто комбинируются светодиоды, состоящие из красного, зеленого и синего чипов, т.н., светодиоды RGB. Белый свет появляется наложением всех частей видимого спектра, а именно, красного, синего и зеленого. С помощью этих комбинированных диодов можно получить широкий диапазон цветового спектра. Однако у светового спектра, созданного смешиванием цветов, спад от бирюзового до зеленого диапазона, а также в оранжевом диапазоне, поэтому также не происходит стимулирования познавательной деятельности.

Суть технического решения

Был создан уникальный источник светодиодного освещения, который повышает познавательную активность и по своему характеру в биологически благоприятном диапазоне излучения на 90% иденти-

чен солнечному свету. Познавательная активность человека очень желательна во время рабочего режима или при любой деятельности, когда необходимо чувствовать бодрость или даже необходимо максимально сосредоточиться и выполнять умственную работу, как, например, во время учебы, решения сложных задач, более длительной сосредоточенности и т.д.

Источник светодиодного освещения с характером солнечного света для повышения познавательной активности состоит как минимум из трех типов светодиодных чипов: белых чипов, которыми являются синие чипы, с наложением люминофоров, монохромные синие светодиодные чипы и монохромные бирюзовые светодиодные чипы. У составленного таким образом спектра очень специфический спектральный состав и он представляет собой наилучшую часть солнечного света в биологически благоприятном диапазоне от 460 до 660 нм. Более короткие длины волн ультрафиолетового излучения уже не влияют на функцию визуализации и лучшую видимость, скорее наоборот, они ослепляют человека, и их свет неприятен. Поэтому на улице летом часто пользуются солнцезащитными очками. Кроме этого, электромагнитное излучение в диапазоне от 380 до 450 нм считается опасным синим светом, и у человеческого глаза для него даже нет рецепторов. С другой стороны светового спектра, длины волн от 740 нм и выше в инфракрасном диапазоне также не способствует лучшей точности отображения, поскольку они только согревают интерьер, что ненужно и часто даже нежелательно.

Этот светодиодный источник освещения характеризуется распределением интенсивности световой энергии в диапазоне от 460 до 660 нм с максимальной разницей 25% в максимуме и минимуме данного светового спектра в этом диапазоне. Следовательно, с минимизированными спадами интенсивности света в отдельных длинах спектра.

Таким образом, данный спектр является непрерывным по крайней мере до 75% значения его максимума, когда именно цвета спектра источника с минимальной энергией, которые являются данными минимумами спектра, достигают 75% интенсивности излучения и выше.

Спектр светодиодного источника освещения приближается к спектру солнечного света в балансе максимума и минимума распределения световой энергии в зависимости от длины волн в биологически благоприятном диапазоне от 460 до 660 нм до 91%.

Преимуществом является то, что для дополнения интенсивности желто-зеленого диапазона излучаемого спектра для максимального приближения спектру солнечного света также добавлен светодиодный чип с излучением в желто-зеленом диапазоне не менее 500-580 нм. Световой спектр светодиодного источника освещения с добавлением интенсивности в желто-зеленом диапазоне характеризуется распределением световой энергии в диапазоне от 460 до 660 нм с максимальной разницей максимума и минимума данного светового спектра в данном диапазоне 15%. Т.е. с минимизированными спадами световой интенсивности в отдельных длинах спектра, когда распределенная световая энергия между длинами волн излучения отличается не более чем на 15%.

Таким образом, данный спектр является непрерывным по крайней мере до 85% значения его максимума, когда именно спектральные цвета источника с наименьшей энергией, которые даны минимумами спектра, достигают 85% интенсивности излучения и выше.

Спектр светодиодного источника освещения приближается спектру, излучаемому солнцем, по балансу максимума и минимума распределения энергии света в зависимости от длины волн в биологически благоприятном диапазоне от 460 до 660 нм до 98%.

Преимуществом новых светодиодных источников освещения с характером солнечного света является то, что они состоят из четырех источников света с определенным взаимным распределением световой энергии, которая дана мощностью и световой мощностью отдельных чипов. Светодиодный источник освещения работает как единое целое. При замене даже одного типа чипа на другой произойдет разбалансировка светодиодного источника освещения, и он больше не будет выдавать требуемые целостные параметры. Всегда необходимо соблюдать базовое соотношение световой мощности отдельных светодиодных источников света по отношению к белому светодиодному чипу с цветовой температурой от 3800 до 4200 К и CRI от 90 до 98.

Светодиодный источник освещения настроен на белый светодиодный источник света с цветовой температурой от 3800 до 4200 К, с преимуществом 4000 К. Если используется источник белого света с более низкой цветовой температурой, например, 2700 К, который используется в качестве источника теплого белого света, имитирующего свет при закате солнца, то в системе не будет хватать световой энергии в синем диапазоне, с точки зрения цвета светодиодный источник освещения потеряет правильную нейтральность и сместится в сторону зеленого оттенка излучаемого света. Наоборот, при использовании источника белого света с более высокой цветовой температурой, например, 5500 К, который используется во вспышках во время фотосъемки, то в системе не будет хватать световой энергии в красном диапазоне, с точки зрения цвета светодиодный источник освещения снова потеряет правильную нейтральность и сместится в сторону синего оттенка излучаемого света.

Каждый светодиодный чип состоит из полупроводников, которые образуют сплавы. Типичным полупроводником, используемым для синих светодиодов, с преимуществом является полупроводник типа multiple quantum well Nitrid Indium-Galium (InGaN), Zinc Selenide (ZnSe) или Silicon carbide (SiC), а полупроводником для бирюзовых светодиодов снова с преимуществом полупроводник типа multiple quantum

well InGaN только с более высоким содержанием In, когда световой спектр смещается в сторону бирюзового диапазона. Использованный белый светодиодный чип состоял из синего светодиодного чипа с наложением люминофоров, излучающего ленточный спектр в диапазоне длины волн от 420 до 780 нм.

Светодиодный источник освещения, который помимо синих и бирюзовых светодиодных чипов обогащен желто-зеленой составляющей спектра с использованием светодиодных чипов PC lime, не только поддерживает познавательную деятельность человека, но также моделирует световой спектр, излучаемый солнцем с еще более высоким балансом отдельных цветовых составляющих спектра в требуемом диапазоне, т.е. от 460 до 660 нм, что является эффективным моделированием солнечного света, которое имеет смысл для качественной видимости.

Модели светодиодных источников освещения с характером солнечного света включает:

белый чип - цветовая температура 3800-4200 К, CRI 90-98, излучаемый спектр с длиной волн от 420 до 780 нм, с долей от 78 до 85% общей излучаемой энергии или от 82 до 87% общего светового потока,

бирюзовый монохромный светодиодный чип с максимальной интенсивностью излучения 475 ± 5 нм с долей от 3 до 7% общей излучаемой энергии или от 4 до 7% общего светового потока источника,

синий монохромный светодиодный чип с максимальной интенсивностью излучения 495 ± 5 нм с долей от 3 до 7% общей излучаемой энергии, и от 1 до 4% общего светового потока источника, поскольку это граница видимого диапазона, и не все электромагнитное излучение является видимым светом.

Преимуществом является включение желто-зеленого светодиодного чипа PC lime с долей от 6 до 9% от общей излучаемой энергии или от 10 до 15% от общего светового потока источника.

Идеальное соотношение световой мощности в lm отдельных источников света светодиодных чипов белый светодиод: желто-зеленый светодиод PC lime : бирюзовый светодиод : синий светодиод составляет 100:9:6:3.

Преимуществом такого освещения является сочетание белого светодиодного чипа, от 3800 до 4200 К, CRI от 90 до 98, который обладает непрерывным спектром с типичным спадом в диапазоне от 460 до 530 нм, который вызван стимулированием синего светодиодного чипа около 450 нм и смещением синего света прохождением через люминофор в желто-зелено-красный диапазон с длиной волн от 520 до 740 нм, монохромным синим светодиодным чипом с максимальным излучением 475 ± 5 нм, монохромным бирюзовым светодиодным чипом с максимальным излучением 495 ± 5 нм, а также в качестве преимущества с желто-зеленым светодиодным чипом PC lime, который обладает непрерывным спектром, вызванным стимулированием синего светодиодного чипа около 420 нм и смещением синего света прохождением через люминофор в желто-зеленый диапазон с длиной волн от 500 до 650 нм.

При этом абсолютно принципиальное значение имеет взаимное соотношение световой мощности или световой эффективности отдельных светодиодных чипов и их взаимная представленность в одной лампе для получения сбалансированного светового спектра в диапазоне от 460 до 660 нм. Под этим подразумевается максимальный баланс всех максимумов спектра отдельных светодиодных чипов источника в одинаковой интенсивности.

Для демонстрации были выбраны светодиодные чипы следующих параметров:

1. Лучший на сегодняшний день белый светодиодный чип с цветовой температурой 4000 К и точностью цветопередачи 98, со световой мощностью 70 lm/W и мощностью 1,395 W, с представленностью в общей излучаемой мощности 51,2%.

2. Синий монохромный светодиодный чип, с максимальной длиной волн излучения 475 нм, со световой мощностью 29,45 lm/W и мощностью 1,46 W, с представленностью в общей излучаемой мощности 20%.

3. Бирюзовый монохромный светодиодный чип, с максимальной длиной волн излучения 495 нм, со световой мощностью 64,10 lm/W и мощностью 1,56 W, с представленностью в общей излучаемой мощности 20%.

4. Желто-зеленый светодиодный чип PC-lime с непрерывным спектром излучения в диапазоне от 500 до 600 нм, со световой мощностью 96 lm/W и мощностью 1,395 W, с представленностью в общей излучаемой мощности 8,8%.

Познавательный (когнитивный) светодиодный источник освещения включает по крайней мере один белый светодиодный чип, по крайней мере один синий светодиодный чип и по крайней мере один бирюзовый светодиодный чип. Преимуществом является использование разных чипов в зависимости от размера и требуемой мощности светодиодного источника освещения. Также преимуществом является установка чипов на печатную плату, которая образует секцию, технологическая длина секции печатной платы с преимуществом составляет от 5 до 8 см. Секции печатных плат после наложения краев соединяются пайкой. Соединенные печатные платы составляют произвольную по длине световую ленту. Каждая секция включает несколько светодиодных чипов, подключенных в серии, отдельные секции подключены в ленте параллельно.

Познавательный источник включает светодиодные чипы с точно сбалансированным соотношением мощности белых светодиодных чипов с синими и бирюзовыми светодиодными чипами, когда соотношение между белыми светодиодными чипами : синими светодиодными чипами : бирюзовыми светодиодами

ными чипами составляет с преимуществом 1 : от 0,03 до 0,05 : от 0,03 до 0,05. У познавательное светодиодное источника освещения произвольные соотношения мощности отдельных светодиодных чипов, когда светодиодные чипы с меньшей мощностью устанавливаются в большем количестве для компенсации их более низкой интенсивности излучения для обеспечения необходимой мощности данного светодиодными чипами.

Это уникальное найденное соотношение для Светодиодного источника освещения для познавательной деятельности на удивление обеспечивает заполнение всего излучаемого спектра познавательного светодиодного источника освещения до уровня обоих световых максимумов самого белого светодиодного чипа в диапазоне сине-зеленого оттенка, т.е. с длиной волн света синего и бирюзового диапазона. В результате световой излучаемый спектр света становится непрерывным по крайней мере до 75% интенсивности света. Это специфическое добавление синих и бирюзовых монохромных светодиодных чипов вызывает/обеспечивает большое подобие излучаемого света солнечному свету, когда происходит основное выравнивание интенсивности светового излучения в диапазоне сине-зеленого оттенка и в спектральном диапазоне света от 460 до 660 нм для выравнивания на 80% интенсивности светового излучения солнца, как показано на фиг. 1.

Вся система познавательного светодиодного источника освещения отрегулирована так, что излучаемому световому излучению белых светодиодных чипов добавлено от 4,5 до 6% синего и бирюзового светового излучения с преимуществом соответствующей интенсивности излучения. Это обеспечит выравнивание интенсивности излучения в диапазоне сине-зеленого оттенка по отношению к красному диапазону почти на уровень солнечного света. Созданное комбинированное световое излучение познавательного светодиодного источника освещения обладает CRI 98 и цветовой температурой от 4000 до 4700 К, солнечный свет обладает цветовой температурой 4982 Л и CRI 99,5.

Преимуществом источника света для познавательной деятельности является использование по крайней мере двух световых лент. Белая лента, которая оснащена только белыми светодиодными чипами. Синяя лента, которая включает монохромные синие светодиодные чипы с монохромными бирюзовыми светодиодными чипами с одинаковой мощностью и мощность одного белого светодиодного чипа с преимуществом составляет 0,17 W. Во второй светодиодной ленте с преимуществом чередуются монохромные синие светодиодные чипы с монохромными бирюзовыми светодиодными чипами с одинаковой мощностью, причем, синие с бирюзовыми светодиодными чипами с преимуществом в соотношении 1:1. Световая мощность одного синего или бирюзового чипа с преимуществом составляет 0,09 W.

Длина светодиодной ленты и количество светодиодных чипов может быть произвольной, однако необходимо соблюдать соотношение световой мощности белых светодиодных чипов: (синие + бирюзовые) 1 : от 0,03 до 0,05. Световая мощность синих и бирюзовых светодиодных чипов с преимуществом составляет от 4,5 до 6% световой мощности белых светодиодных чипов или потребляемая мощность синих и бирюзовых светодиодных чипов составляет от 13 до 15% от потребляемой мощности белых светодиодных чипов. Было обеспечено, чтобы у самих белых светодиодных чипов была потребляемая мощность от 85 до 87% от общей потребляемой мощности, а после включения сине-бирюзовой ленты потребляемая мощность увеличилась на 13-15%.

Познавательный светодиодный источник освещения с преимуществом включает не менее двух световых лент, состоящих из печатной платы, включающей белые, синие и бирюзовые чипы, подключенные к балласту, который подключен к источнику питания. За балластом с преимуществом подключен светорегулятор для регулирования подаваемого тока, служащего для уменьшения интенсивности излучения отдельных светодиодных лент.

Светодиодный источник освещения, который с преимуществом включает также желто-зеленые светодиодные чипы PC lime включает светодиодные чипы, подключенные в двух каналах, причем, 1-ый канал включает от 20 до 80 белых светодиодных чипов, а 2-ой канал включает от одной до восьми групп сине-бирюзово-желто-зеленых светодиодных чипов, причем, одна группа светодиодных чипов включает один синий светодиодный чип, один бирюзовый светодиодный чип и один желто-зеленый светодиодный чип PC lime. Группа сине-бирюзово-желто-зеленых светодиодных чипов также с преимуществом включает от одного до четырех белых светодиодных чипов.

С преимуществом 1-ый канал включает в себя от 40 до 60 белых светодиодных чипов, а 2-ой канал включает в себя четыре группы сине-бирюзово-желто-зеленых светодиодных чипов.

С преимуществом 1-ый канал включает в себя 48 белых светодиодных чипов, а 2-ой канал включает в себя четыре группы сине-бирюзово-желто-зеленых светодиодных чипов и четыре белых светодиодных чипа.

Светодиодный источник освещения, который также выгодно включает желто-зеленые светодиодные чипы PC lime, также с преимуществом содержит три ряда чипов, когда первый и третий ряды включают только белые светодиодные чипы из 1 -го канала, а второй ряд включает чипы из 2-го канала, т.е., группы сине-бирюзово-желто-зеленых светодиодных чипов, чередующихся с белым светодиодным чипом.

Обзор рисунков на чертежах

Фиг. 1 - световой спектр дневного солнечного света.

Фиг. 2 - световой спектр классического светодиода с цветовой температурой 4000 К с CRI 80.

Фиг. 3 - световой спектр белого светодиодного чипа с цветовой температурой 3957 К и CRI 98.

Фиг. 4 - световой спектр ленты с белыми светодиодными чипами и цветовой температурой 3806 К и CRI 97,8.

Фиг. 5 - схема электрического подключения источника света для улучшения познавательной деятельности.

Фиг. 6 - рисунок печатной платы со светодиодными чипами в соответствии с примером 1.

Фиг. 7 - световой спектр светодиодной ленты с монохромными синими и бирюзовыми светодиодными чипами.

Фиг. 8 - спектрофотометрический спектр, излучаемый познавательным светодиодным источником освещения в соответствии с примером 4.

Фиг. 9 - спектрофотометрический спектр, излучаемый познавательным светодиодным источником освещения в соответствии с примером 2.

Фиг. 10 - деталь спектра фиг. 9.

Фиг. 11 - спектрофотометрический спектр, излучаемый познавательным светодиодным источником освещения в соответствии с примером 1.

Фиг. 12 - деталь спектра рис. 11.

Фиг. 13 - светодиодная лента, оснащенная светодиодными чипами в двух каналах, в соответствии с примером 5.

Фиг. 14 - 14А: световой спектр, излучаемый лентой, в соответствии с примером 5, при включении только 2-го канала, когда проходящий ток составлял 350 мА,

14 В: световой спектр, излучаемый лентой, в соответствии с примером 5, при включении только 2-го канала, когда проходящий ток составлял 500 мА,

14 С: световой спектр, излучаемый лентой, в соответствии с примером 5, при включении только 2-го канала, когда проходящий ток составлял 600 мА,

14 D: световой спектр, излучаемый лентой, в соответствии с примером 5, при включении только 2-го канала, когда проходящий ток составлял 700 мА.

Фиг. 15 - спектр, излучаемый светодиодным источником освещения в соответствии с примером 5.

Фиг. 16 - сравнение спектров источников света,

16А: спектр белого светодиодного чипа с цветовой температурой 4000 К и CRI 90,

16В: спектр, излучаемый светодиодным источником освещения в соответствии с примером 1, познавательный источник света,

16С: спектр, излучаемый светодиодным источником освещения в соответствии с примером 5, с характером солнечного света.

Фиг. 17 - график отдельных спектров всех источников света использованных светодиодных чипов, А - белый светодиодный чип 4000 К, В - синий светодиодный чип, С - бирюзовый светодиодный чип, D - светодиодный чип PC lime, E - светодиодный источник освещения с характером солнечного света в соответствии с примером 5.

Фиг. 18 - характеристики напряжения светодиодных чипов в зависимости от проходящего тока.

Фиг. 19 - результаты тестов познавательной деятельности - среднее значение группы+среднее отклонение. Звездочка означает статистически значимую разницу в соответствии с примером 7.

Фиг. 20 - среднее значение субъективной оценки тестируемой (GNP, n=51) и контрольной (GULZ, n=53) группы в соответствии с примером 7.

Фиг. 21 - чертеж печатной платы светодиодного источника освещения, изготовленного в соответствии с примером 5, оснащенного светодиодными чипами.

Фиг. 22 - схема печатной платы светодиодного источника освещения, изготовленного в соответствии с примером 5, оснащенного светодиодными чипами.

Фиг. 23 - схема подключения светодиодного источника освещения, изготовленного в соответствии с примером 5.

Фиг. 24 - график отдельных спектров всех источников света использованных светодиодных чипов, А - белый светодиодный чип 2700, В - синий светодиодный чип, С - бирюзовый светодиодный чип, D - светодиодный чип PC lime, E - светодиодный источник освещения в соответствии с примером 6.

Примеры исполнения

Пример 1 - две светодиодные ленты, синие и бирюзовые светодиодные чипы с одинаковой световой мощностью.

Белый светодиодный чип состоял из синего светодиодного чипа с составом полупроводника InGaN, с наложением люминофора. Преимуществом было использование люминофоров с коммерческим названием ZYP630G3, излучающих свет с максимальной длиной волн 628 нм и ZYP555G3, излучающих свет с максимальной длиной волн 555 нм, которые были рассеяны в силиконовом корпусе, который был надет поверх синего светодиода. У корпуса светодиода может быть разная геометрия, преимуществом был наклон угла стенки корпуса светодиода на 20° к плоскости.

Было создано познавательное светодиодное освещение с двумя метровыми светодиодными лентами

5 и 6, которые состояли из печатных плат, оснащенных светодиодными чипами, причем, ленты были подключены к балласту 9, которые были подключены к источнику тока 10. Белая световая полоса 5 была оснащена 240 белыми светодиодными чипами 1, расположенными в двух рядах, причем, одна печатная плата 4 с длиной 5 см была оснащена 12 белыми светодиодными чипами 1. Белый светодиодный чип 1 состоял из синего светодиодного чипа с составом полупроводника InGaN, с наложением люминофора с обозначением ZYP555G3 и ZYP63063 в соотношении 1:2. Излучаемый свет из белого светодиодного чипа 1 составлял непрерывный спектр ленты с длиной волн от 380 до 700 нм с цветовой температурой 3957 К и CRI 98. У белой светодиодной ленты 5 с белыми светодиодными чипами 1 была мощность света 41 W/m. Светодиодная лента для синих и бирюзовых чипов 6 длиной 1 м была оснащена 55 монохромными синими светодиодными чипами 2 с составом полупроводника InGaN с максимальным излучением 475 нм и 55 монохромными бирюзовыми светодиодными чипами 3 с составом полупроводника InGaN с максимальным излучением 495 нм. Одна печатная плата 4 длиной 7,2 см была оснащена четырьмя синими светодиодными чипами 2 и четырьмя бирюзовыми светодиодными чипами 3, которые взаимно чередовались один за другим. У светодиодной ленты для синих и бирюзовых чипов 6 была мощность 3 W/m. Соотношение яркости светодиодных чипов белых : синих : бирюзовых было 1 : 0,3 : 0,3. Соотношение чипов было 4:1:1.

У этого источника ручным спектрометром UPRtek были измерены характеристические параметры, у излучаемого света было CRI 89 с цветовой температурой 4603 и спектр излучаемого света находился в диапазоне от 420 до 760 нм, расчетная площадь излучения из диапазона от 460 до 650 нм составляла 80% интенсивности солнечного света, как показано на фиг. 10.

Также было измерено потребление познавательного светодиодного освещения, которое составляло 80,2 W.

Пример 2 - две светодиодные ленты, синие и бирюзовые светодиодные чипы с разной световой мощностью.

Было создано познавательное светодиодное освещение с двумя метровыми светодиодными лентами, светодиодная лента белых чипов 5 и светодиодная лента синих и бирюзовых чипов 6, которые состояли из печатных плат, оснащенных светодиодными чипами, причем, ленты были подключены к балласту 9, которые были подключены к источнику тока К). Светодиодная лента белых чипов 5 была оснащена 240 белыми светодиодными чипами 1 в двух рядах, причем, одна печатная плата 4 длиной 5 см была оснащена 12 белыми светодиодными чипами 1. Белый светодиодный чип 1 состоял из синего светодиодного чипа с составом полупроводника ZnS, с наложением люминофора с обозначением ZYP555G3 и ZYP63063 в соотношении 1:2. Итоговый излучаемый свет из белого светодиодного чипа 1 составлял непрерывный спектр ленты с длинами волн от 380 до 700 нм с цветовой температурой 4000 К и один белый светодиодный чип 1 с мощностью 0,17 W, т.е., мощность всей метровой белой ленты составляла 41 W/m.

Светодиодная лента синих и бирюзовых чипов 6 длиной 1 м была оснащена 110 монохромными синими светодиодными чипами 2 с составом полупроводника InGaN с максимальным излучением 475 нм с мощностью света 4 mW и 55 монохромными бирюзовыми светодиодными чипами 3 с составом полупроводника с максимальным излучением 495 нм с мощностью света 7 mW, т.е., у всей метровой светодиодной ленты синих и бирюзовых чипов 6 была мощность 825 mW/m. Одна печатная плата 4 длиной 7,2 см была оснащена шестью синими светодиодными чипами 2 и двумя бирюзовыми светодиодными чипами 3. Цветные светодиодные чипы всегда чередовались: 2 синих и 1 бирюзовый. У данного источника были измерены с помощью ручного спектрометра UPRtek характеристические параметры, у излучаемого света было CRI 91,3 с цветовой температурой 4397 и спектр излучаемого света находился в диапазоне от 420 до 760 нм, расчетная площадь излучения из диапазона от 460 до 650 нм составляла 78% интенсивности солнечного света, как показано на фиг. 10.

Также было измерено потребление познавательного светодиодного освещения, которое составляло 77,2 W.

Пример 3 - три светодиодные ленты, синие и бирюзовые светодиодные чипы с разной световой мощностью.

Были созданы три метровые светодиодные ленты, светодиодная лента белых чипов 5, светодиодная лента для синих чипов и светодиодная лента для бирюзовых чипов, на которых были расположены светодиодные чипы. Светодиодная лента белых чипов 5 была оснащена 240 белыми светодиодными чипами 1, причем, одна печатная плата 4 с длиной 5 см была оснащена 12 белыми светодиодными чипами 1, расположенными один за другим. Белый светодиодный чип 1 состоял из синего светодиодного чипа с составом полупроводника ZnS, с наложением люминофора с обозначением ZYP555G3 и ZYP63063 в соотношении 1:2. Цветовая температура у излучаемого в итоге света из белого светодиодного чипа 1 составляла 4000 К и длина волн составляла от 380 до 700 нм. Мощность одного белого светодиодного чипа составляла 0,17 W, т.е., мощность всей метровой белой ленты составляла 41 W/m.

Светодиодная лента для синих чипов длиной 1 м была оснащена 219 монохромными синими светодиодными чипами 2 с составом полупроводника InGaN с максимальным излучением 475 нм с общей световой мощностью 1,5 W/m, с мощностью одного чипа 7 mW. Светодиодная лента для бирюзовых светодиодных чипов длиной 1 м была оснащена 110 монохромными бирюзовыми светодиодными чипами 3 и

составом полупроводника InGaN с максимальным излучением 495 нм и общей световой мощностью 1,4 W/m, с мощностью одного чипа 12 mW. У данного источника были с помощью ручного спектрометра UPRtek измерены характеристические параметры, у излучаемого света было CRI 90 с цветовой температурой 4650 и спектр излучаемого света находился в диапазоне от 420 до 760 нм, расчетная площадь излучения из диапазона от 460 до 650 нм составляла 80% световой интенсивности солнечного света.

Также была измерена потребляемая мощность когнитивного светодиодного освещения, которая составляла 80 W.

Пример 4 - три чипа.

Круглый источник света был оснащен тремя светодиодными чипами, одним белым светодиодным чипом мощностью 2W с цветовой температурой 3957 K и CRI 98 непрерывного ленточного спектра видимого света с длиной волн от 440 нм до 700 нм, одним синим светодиодным чипом мощностью 60mW и бирюзовым светодиодным чипом мощностью 60mW. Белый светодиодный чип излучал непрерывный ленточный спектр видимого света с длиной волн от 440 нм до 700 нм и цветовой температурой CCT от 3800 до 4200 K, а также CRI 98. Синий светодиодный чип был образован InGaN с максимальным излучением в 475 нм, а бирюзовый светодиодный чип был образован InGaN с максимальным излучением 495 нм. У этого источника были ручным спектрометром UPRtek измерены характеристические параметры, у излучаемого света было CRI 89,5 с цветовой температурой 4810 и спектр излучаемого света был в диапазоне от 420 до 760 нм, расчетная площадь излучения из диапазона от 460 до 650 нм создавала 81% интенсивности солнечного света, как показано на фиг. 8.

Пример 5.

Был создан светодиодный источник освещения, который содержал одну светодиодную ленту с тремя рядами, причем, первый и третий ряд были оснащены 24 белыми светодиодными чипами, т.е., всего 48 белыми светодиодными чипами и подключены к 1-ому каналу параллельно через 12 чипов, связанных в серии, с цветовой температурой 4000 K и CRI 98, а центральный ряд был оснащен 4 синими монохромными светодиодными чипами с максимальным излучением от 473 до 475 нм, 4 бирюзовыми монохромными светодиодными чипами с максимальным излучением 495 нм, 4 светодиодными чипами PC Lime с максимальным излучением 520 нм, стимулируемыми в 420 нм, а также 12 белыми светодиодными чипами и подключена ко 2-ому каналу параллельно через 12 чипов, соединенных в серии, причем, центральный ряд был создан белыми светодиодными чипами, чередуемыми с синим, бирюзовым и PC lime светодиодными чипами, т.е., белый, синий, белый, бирюзовый, белый, PC lime, белый, синий и т.д.

Характеристика отдельных чипов была следующей:

белый светодиодный чип мощность: 0,31 W на один чип в 1-ом канале, включающем 48 чипов, всего 15,1 W и 0,93 W на один чип во 2-ом канале, включающем 12 чипов, всего 11,1 W.

Сумма общей мощности белых чипов: 26,2 W,

световая мощность излучения: 70 lm/W,

доля в общей световой энергии: 51,2% синий монохромный светодиодный чип с максимальным излучением 475 нм,

мощность: 0,35 W на один чип во 2-ом канале, включающем 4 чипа всего 1,4 W,

световая мощность излучения: 29,45 lm/W,

доля в общей световой энергии: 20%,

бирюзовый монохромный светодиодный чип с максимальным излучением 495 нм,

мощность: 0,38 W на один чип во 2-ом канале, включающий 4 чипа всего 1,5 W,

световая мощность излучения: 64,1 lm/W,

доля в общей световой энергии: 20%,

светодиодные чипы PC Lime с максимальным излучением в 520 нм,

мощность: 0,78 W на один чип во 2-ом канале, включающем 4 чипа, всего 3,1 W,

световая мощность излучения: 96 lm/W,

доля в общей световой энергии: 8,8%.

Общая мощность источника составляет 32,2 W, 72 светодиодных чипа.

Пример 6.

Был создан светодиодный источник освещения, который включал одну светодиодную ленту с тремя рядами, причем, первый и третий ряд был оснащен 24 белыми светодиодными чипами, т.е., всего 48 белыми светодиодными чипами и подключена к 1-ому каналу параллельно через 12 чипов, подключенных в сериях, с цветовой температурой 2700 K и CRI 98, и центральный ряд был оснащен 4 синими монохромными светодиодными чипами с максимальным излучением от 473 до 475 нм, 4 бирюзовыми монохромными светодиодными чипами с максимальным излучением 495 нм, 4 светодиодными чипами PC Lime с максимальным излучением 520 нм, стимулируемые в 420 нм, и 12 белыми светодиодными чипами с цветовой температурой 2700 K и CRI 98, и подключена на 2-ой канал параллельно через 12 чипов, подключенных в сериях, причем, центральный ряд был создан белыми светодиодными чипами, пролагаемыми поочередно синим, бирюзовым и светодиодным чипом PC lime, т.е. белый, синий, белый, бирюзовый, белый, PC lime, белый, синий и т.д. Спектр этого источника был измерен и оценен, как не подходящий для использования в качестве светодиодного источника освещения с характером солнечного света

из-за низкой интенсивности излучения в синем диапазоне и отсутствия баланса спектра в требуемом биологически благоприятном диапазоне от 460 до 660 нм.

Пример 7.

В объекте пражской гимназии - Gymnázia Na Pražské (GNP), в части здания была установлена технология светодиодного освещения для улучшения познавательной деятельности в соответствии с примером 1. Благодаря синей составляющей спектра освещения в аудиториях поддерживалась в особенности познавательная деятельность учеников. Другими отслеживаемыми параметрами были, например, концентрация, внимание, скорость реакции, запоминание и скорость мышления, воспоминание, физическая работоспособность, визуальный комфорт и субъективное удовлетворение учеников и педагогов - обобщение всех субъективных параметров показано на рисунке 20. Эксперимент проводился в двух оценочных периодах времени - до и после установки светодиодного освещения. В качестве контрольной группы была выбрана Гимназия у Либерецкого замка (GULZ). Эксперимент проходил одновременно в двух объектах (GNP и GULZ). Эксперимент оценивался с помощью двух комплектов специально разработанных психологических тестов, когда один комплект тестов был направлен на объективные параметры, следующие из способности учеников к обучению, а другой комплект психологических тестов был направлен на субъективное восприятие светодиодного освещения учениками и педагогами. Результаты свидетельствуют о том, что ученики подвергшиеся воздействию светодиодного освещения в соответствии с примером 1 демонстрируют лучшие учебные результаты, лучшее здоровье - к параметрам оценки также относился мониторинг отсутствия из-за болезни и просыпания, а также большая удовлетворенность в сравнении с контрольными группами студентов. Отдельные эксперименты описывают следующие примеры. Все измерения выполнялись с помощью спектрофотометра.

Пример 7А. Измерение освещенности.

С помощью измерения освещенности на рабочем столе фиксировались фактические световые условия в аудиториях во время обучения. Определенная интенсивность освещения была сопоставима во всех аудиториях в обеих гимназиях, где проводилось тестирование. Горизонтальная освещенность парт и учительских столов при обновленном и стандартном освещении достигает примерно 800 lx и свет, падающий в глаза ученикам (т.е. биологически эффективный свет) составляет примерно 300-330 lx в зависимости от положения в аудитории и направления взгляда.

Достаточное освещение поверхностей отразилось на оценке разборчивости текста на доске, которая была сопоставима в одинаковых по размеру аудиториях, очень хорошая. Хотя освещенность поверхностей в аудиториях была сопоставима, 25% учеников из контрольных аудиторий оценивали пространства как слишком яркое, в то время как при новом освещении так высказалось только 6% учеников. Разница в оценке статистически важна (T-test, $n=104$, $p=0.01$). Объяснение этого явления может быть в лучшем распределении и более сбалансированном спектральном составе нового освещения.

Пример 7В. Измерение биологической эффективности.

Измерение спектральной характеристики показало, что несмотря на сопоставимый уровень освещенности новое освещение достигает при оценке биологической эффективности согласно Брейнарду 0,47-0,36 W/m, в то время как освещение в контрольной аудитории всего примерно от 0,25 до 0,20 W/m. Это возможно благодаря сбалансированному спектральному составу света с высоким содержанием синего составляющего спектра, который является ключевым параметром для достижения желаемого положительного влияния на познавательную деятельность и усидчивость, а также хорошую синхронизацию биологических часов организма.

Пример 7С. Объективная оценка - тесты познавательной активности.

Объективная оценка влияния света проводилась с помощью тестов познавательной активности. Тесты проверяли концентрацию внимания и кратковременную память. Первый этап тестирования, т.е., через 3 месяца после установки освещения, выявляет значительно лучшие результаты у учеников, которые обучаются утром в аудитории, оборудованной новым познавательным освещением. Эти ученики сделали в тестах меньше ошибок (T-test, $n=104$, $p<0,05$), их кратковременная память была значительно лучше (T-test, $n=104$, $p<0,02$), чем у учеников из обычных аудиторий. Результаты тестирования представлены на рисунке 19.

Пример 7D Измерение индекса цветопередачи Ra.

Новое освещение также достигает более высокого индекса цветопередачи Ra. Изначально во всех аудиториях было GNP, а также в отслеживаемых контрольных аудиториях в GULZ, установлено освещение с Ra 60. Это не соответствует требованию стандарта к освещению помещений для длительного нахождения людей, требуется не менее Ra 80. Новая система освещения достигает Ra 91, что важно не только из-за ориентации гимназии на художественное образование. Это вероятно отразилось в субъективной оценке учеников, где проявилась тенденция лучшей оценки естественности цветов нового освещения. Если при новом освещении 85% опрошенных оценивают цвет кожи как естественный или относительно естественный, то в первоначальном - это было только 69%. Средние значения субъективной оценки тестируемой (GNP, $n=51$) и контрольной (GULZ, $n=53$) группы показаны на фиг. 20.

Пример 7Е. Энергосбережение.

Новое освещение было установлено примерно в половине аудиторий, где оно заменило изначально

установленное люминесцентное и обычное энергосберегающее светодиодное освещение. Измерение проводилось во всем объекте. Несмотря на значительное увеличение освещенности и в особенности улучшение качества освещения примерно в половине помещений гимназии годовое потребление электроэнергии не увеличилось. Наоборот, в последнем квартале 2018 года произошло небольшое снижение потребления на 5%.

Пример 7F. Психологический эффект.

Новое установленное освещение аудитории субъективно оценивалось как более приятное по сравнению с обычным освещением (t-test, $n=104$, $p<0,01$). В то время как освещение в контрольных аудиториях только 32% учеников оценило как приятное или в принципе приятное, в новом установленном освещении это было 53%.

Перечень связанных отметок

- 1 - белый светодиодный чип;
- 2 - синий светодиодный чип;
- 3 - бирюзовый светодиодный чип;
- 4 - печатная плата белой ленты;
- 5 - светодиодная лента белых чипов;
- 6 - светодиодная лента синих и бирюзовых чипов;
- 7 - печатная плата светодиодной ленты синих и бирюзовых чипов;
- 8 - светорегулятор;
- 9 - балласт;
- 10 - питание;
- 11 - желто-зеленый светодиодный чип PC lime.

Применение в промышленности

Источник света, стимулирующий познавательную деятельность человека, подходит также везде, где требуется большая концентрация и внимательность.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Светодиодный источник освещения с характером солнечного света для улучшения познавательной деятельности с 90% соответствием в балансе максимума и минимума распределения энергии света в диапазоне от 460 до 660 нм, содержащий по меньшей мере один белый светодиодный чип (1), излучающий свет с длиной волн от 380 до 700 нм, и по меньшей мере один монохромный синий светодиодный чип (2), излучающий свет с длиной волн от 470 до 480 нм, причем, светодиодные чипы подключены к источнику электрического тока, отличающийся тем, что он также включает по меньшей мере один монохромный бирюзовый светодиодный чип (3), излучающий свет с длиной волн от 490 до 500 нм, белый светодиодный чип обладает цветовой температурой от 3800 до 4200 К и CRI от 90 до 98, при этом синие светодиодные чипы (2) и бирюзовые светодиодные чипы (3) образуют каждый от 3 до 7% от общей излучаемой энергии светодиодного источника освещения или световой поток синих светодиодных чипов (2) составляет от 1 до 4% от общего светового потока светодиодного источника освещения, а световой поток бирюзовых светодиодных чипов (3) составляет от 4 до 7% от общего светового потока светодиодного источника освещения, при этом основную излучаемую энергию и основной световой поток обеспечивают белые светодиодные чипы.

2. Источник по п.1, отличающийся тем, что он включает в себя по меньшей мере один светодиодный чип PC lime (11) с излучением в желто-зеленом диапазоне с длиной волн от 500 до 650 нм с долей от 6 до 9% от общей излучаемой энергии или от 10 до 15% от общей световой мощности источника.

3. Источник по п.2, отличающийся тем, что светодиодный чип PC lime образован синим чипом (2) стимулируемым в диапазоне 420 ± 5 нм с наложением люминофора.

4. Источник по п.1, отличающийся тем, что белый светодиодный чип (1) образован синим светодиодным чипом (2) с наложением люминофора.

5. Источник по п.1, отличающийся тем, что соотношение мощности синих светодиодных чипов (2) и бирюзовых светодиодных чипов (3) составляет 1:1.

6. Источник по п.2, отличающийся тем, что доля световой мощности синих светодиодных чипов (2):бирюзовых светодиодных чипов (3):светодиодных чипов PC lime составляет 1:2:3.

7. Источник по п.2, отличающийся тем, что общая интенсивность излучения светодиодного источника освещения определена от 4,5 до 7% синими светодиодными чипами (2), от 4,5 до 8% бирюзовыми светодиодными чипами (3), от 6 до 10% светодиодными чипами PC lime и от 78 до 85% белыми светодиодными чипами.

8. Источник по п.1, отличающийся тем, что сумма мощности синих светодиодных чипов (2) и сумма мощности бирюзовых светодиодных чипов (3) составляет для каждого 5% от суммы мощности белых светодиодных чипов (1).

9. Источник по п.1, отличающийся тем, что четыре белых светодиодных чипа (1), один синий светодиодный чип (2) и один бирюзовый светодиодный чип (3), расположены на печатной плате (4, 7) раз-

мером 1,25 см.

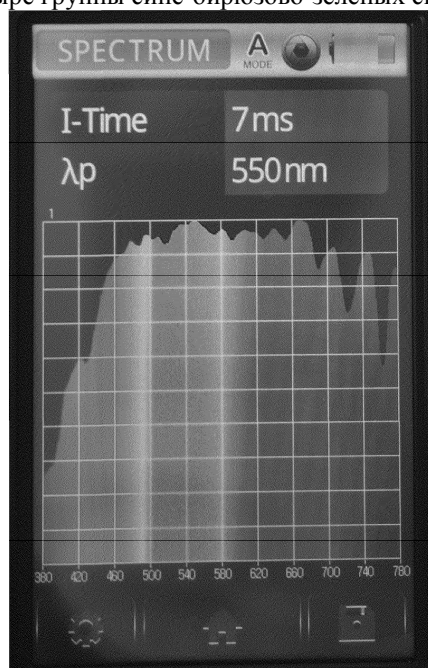
10. Источник по п.1, отличающийся тем, что четыре белых светодиодных чипа (1), два синих светодиода (2) и один бирюзовый светодиодный чип (3) расположены на печатной плате (4, 7) размером 1,25 см, причем мощность синего светодиода (2) в 2 раза меньше, чем у бирюзового светодиода (3).

11. Источник по п.1, отличающийся тем, что четыре белых светодиодных чипа (1), один синий светодиодный чип (2) и два бирюзовых светодиодных чипа (3) расположены на печатной плате (4, 7) размером 1,25 см, причем мощность бирюзового светодиода (3) в 2 раза меньше, чем у синего светодиода (2).

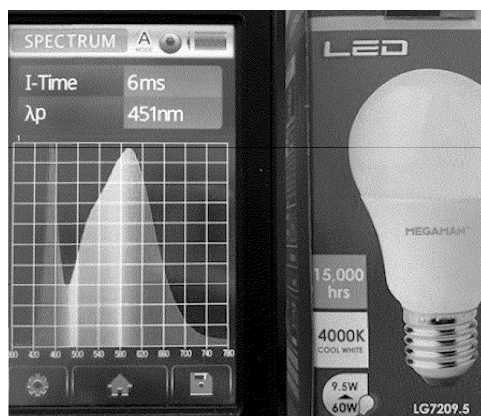
12. Источник по п.2, отличающийся тем, что световая мощность синего светодиода (2) составляет от 27 до 32 лм/Вт, световая мощность бирюзового светодиода (3) составляет от 63 до 66 лм/Вт, световая мощность светодиода PC lime составляет от 85 до 100 лм/Вт, а световая мощность белого светодиода составляет от 70 до 90 лм/Вт.

13. Источник по п.2, отличающийся тем, что он включает светодиодные чипы, подключенные в двух каналах, причем 1-ый канал включает от 20 до 80 белых светодиодных чипов и 2-ой канал включает от одной до восьми групп сине-бирюзово-зеленых светодиодных чипов, причем, одна группа светодиодных чипов включает один синий светодиодный чип, один бирюзовый светодиодный чип и один светодиодный чип PC lime.

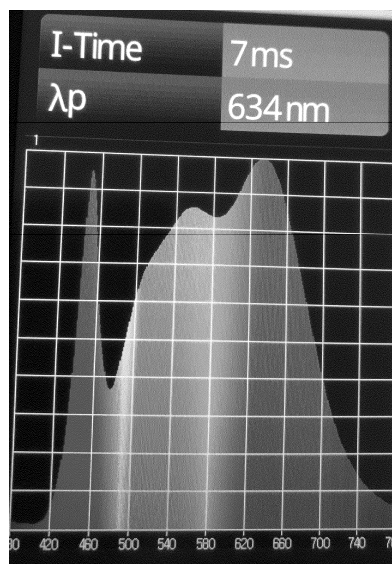
14. Источник по п.13, отличающийся тем, что 1-ый канал включает от 40 до 60 белых светодиодных чипов и 2-ой канал включает четыре группы сине-бирюзово-зеленых светодиодных чипов.



Фиг. 1



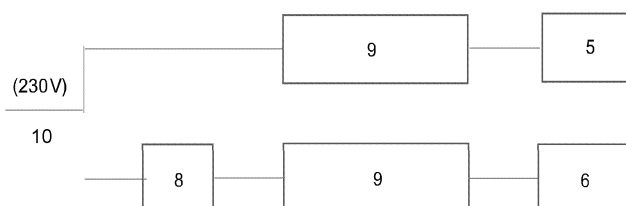
Фиг. 2



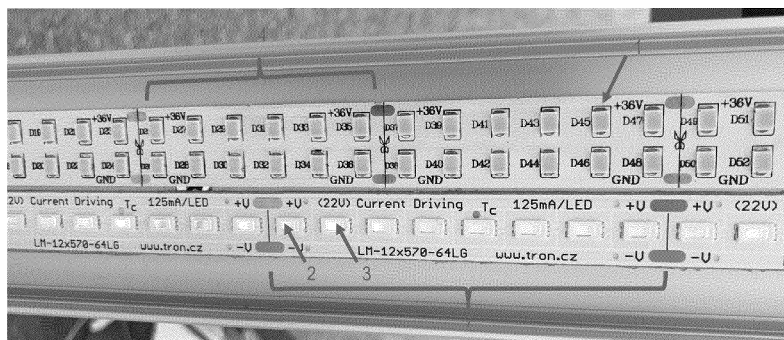
Фиг. 3



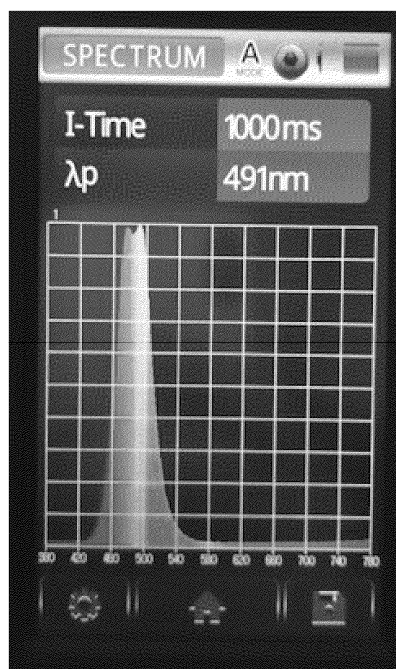
Фиг. 4



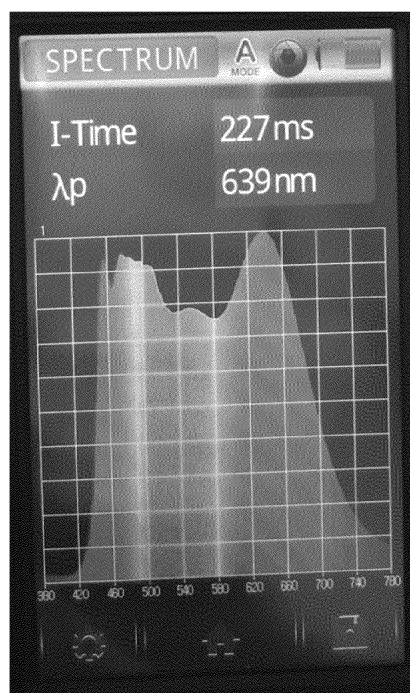
Фиг. 5



Фиг. 6



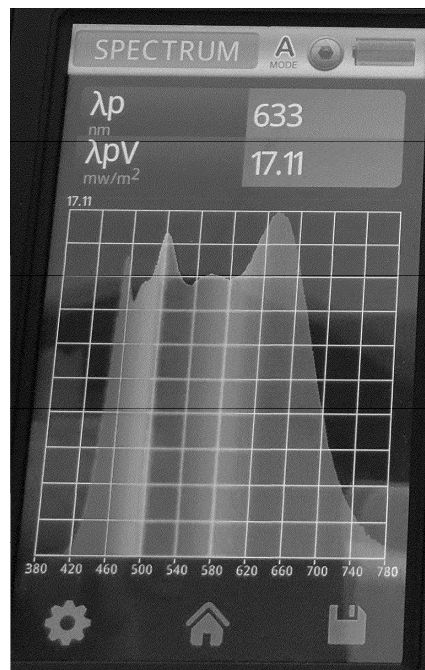
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



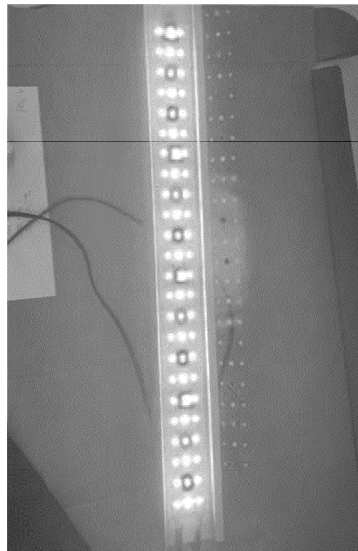
Фиг. 10



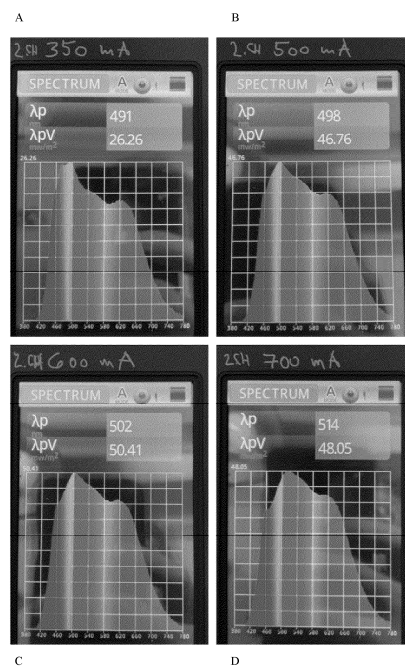
Фиг. 11



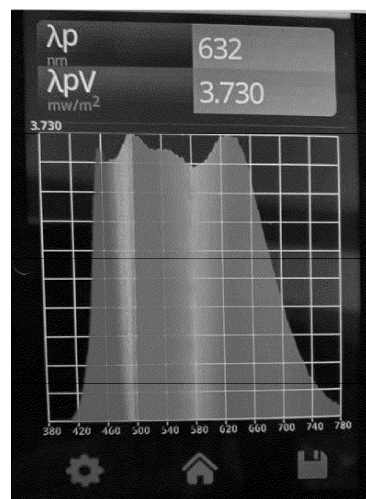
Фиг. 12



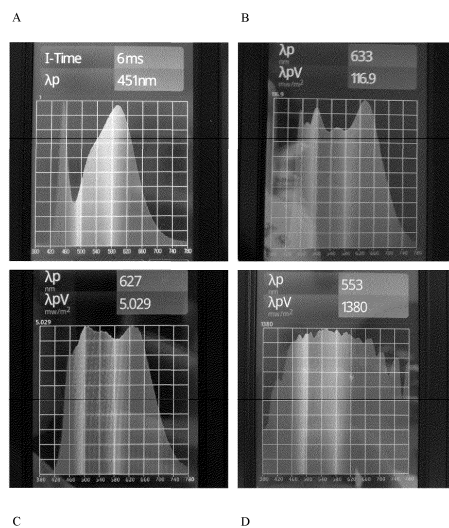
Фиг. 13



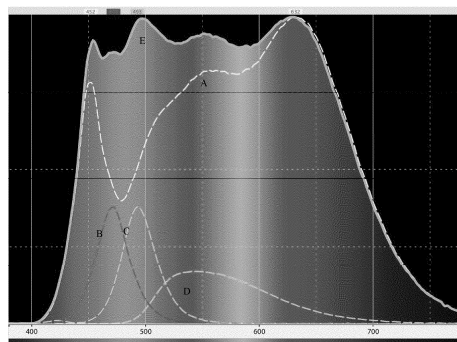
Фиг. 14



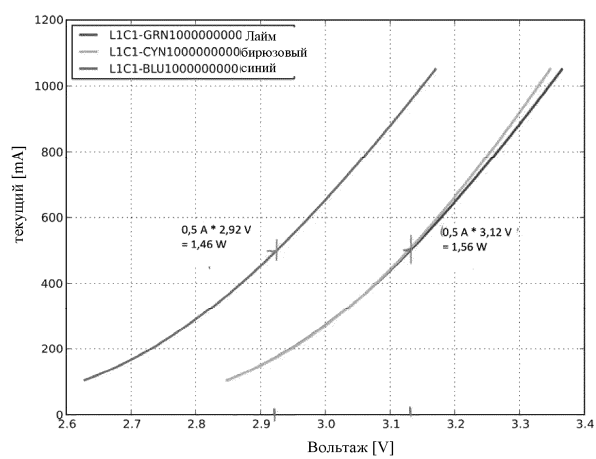
Фиг. 15



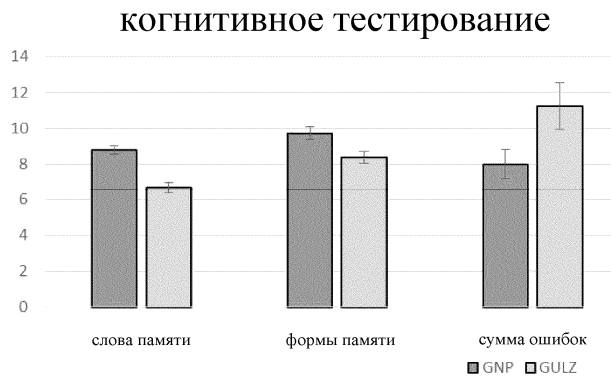
Фиг. 16



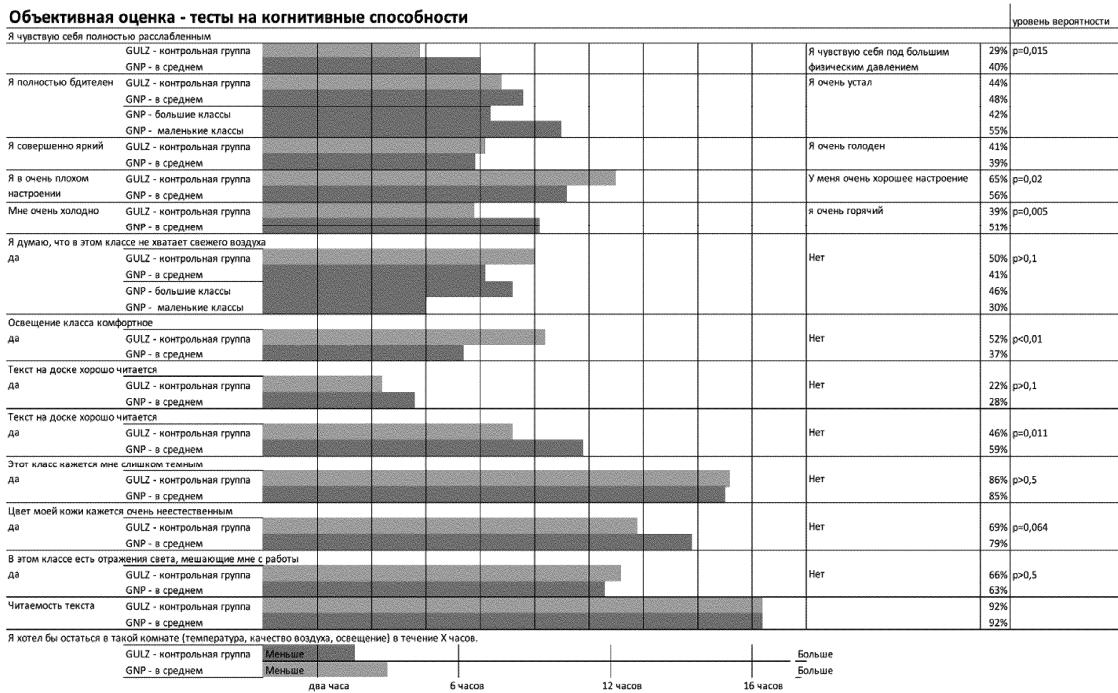
Фиг. 17



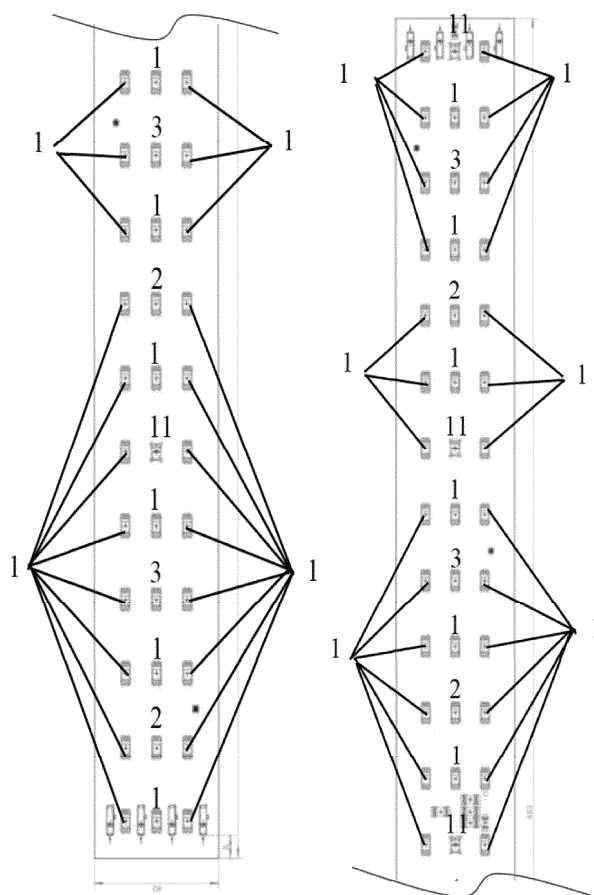
Фиг. 18 - формы памяти, сумма ошибок



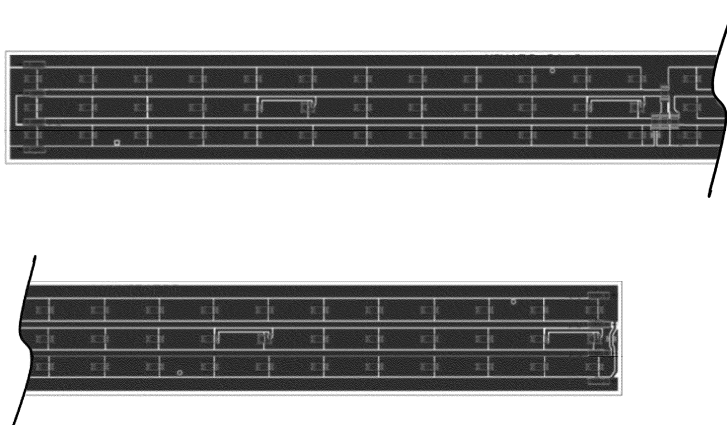
Фиг. 19



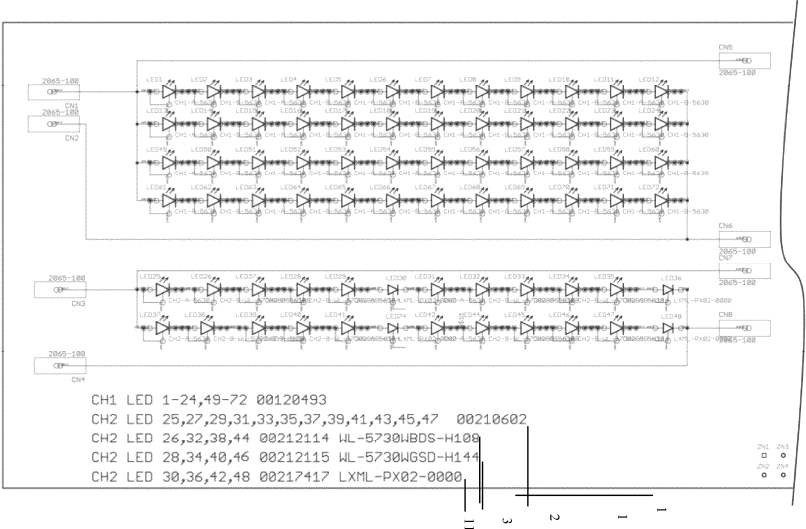
Фиг. 20



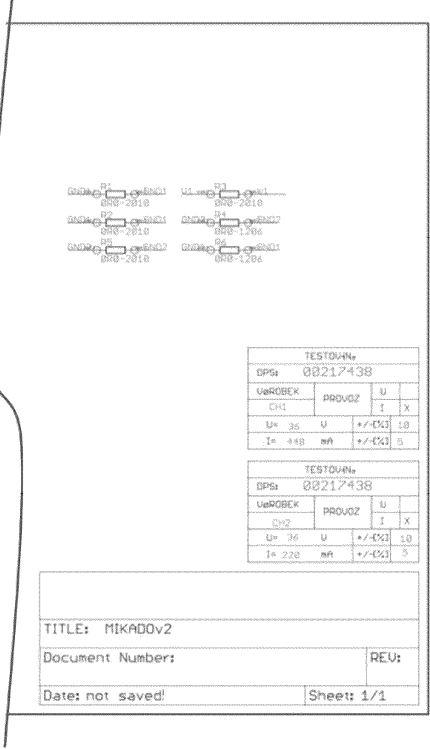
Фиг. 21



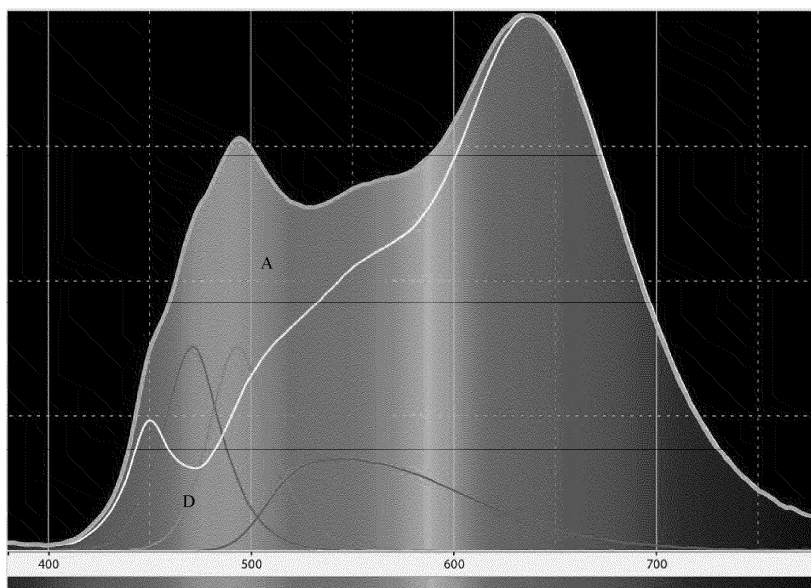
Фиг. 22



Фиг. 23 часть 1



Фиг. 23 часть 2



Фиг. 24

