



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61N 5/06 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2019137692, 16.04.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.04.2018

Дата регистрации:
10.01.2022

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
24.04.2017 EP 17167766.9

(43) Дата публикации заявки: 25.05.2021 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 10.01.2022 Бюл. № 1

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 25.11.2019

(86) Заявка РСТ:
EP 2018/059621 (16.04.2018)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2018/197243 (01.11.2018)

Адрес для переписки:
190000, Санкт-Петербург, Вох 1125, пат. пов.
М.И.Ниловой

(72) Автор(ы):

ФАЛЬК, Томас Мария (NL),
АККЕРМАНС, Фредерикус Мария
Дью-Донне (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В. (NL)

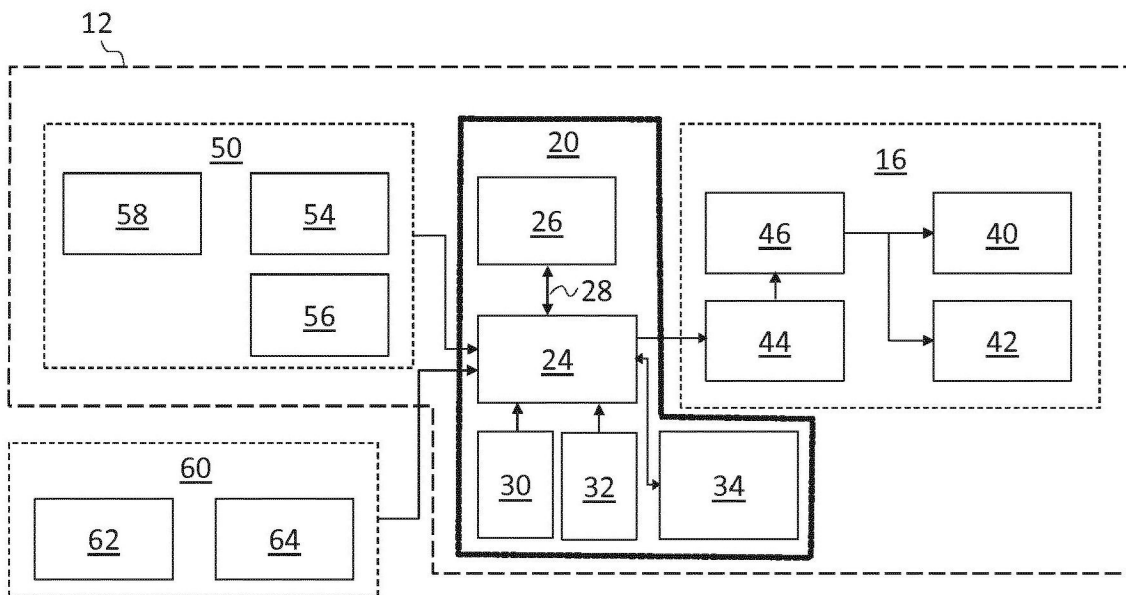
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2016129280 A1, 12.05.2016. WO
2014173883 A1, 30.10.2014. RU 2525278 C2,
10.08.2014.

(54) Система и способ светотерапии

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицинской технике. Система светотерапии для оказания управляемого меланопического светового воздействия содержит узел освещения для создания выходного света, имеющего управляемые освещенность и цветовую температуру. На основе принятого целевого меланопического светового воздействия контроллер системы строит подходящий контрольный график для управления уровнями параметров узла освещения с течением времени так, чтобы в целом на протяжении заданного

периода терапии было оказано указанное целевое меланопическое световое воздействие. При построении контрольного графика учитывается относительная меланопическая чувствительность людей к свету разных цветовых температур. Цветовой температурой выходного света соответствующим образом управляют так, чтобы после коррекции цвета оказываемое световое воздействие соответствовало введенному целевому воздействию. 2 н. и 13 з.п. ф-лы, 7 ил., 11 табл.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61N 5/06 (2021.08)(21)(22) Application: **2019137692, 16.04.2018**(24) Effective date for property rights:
16.04.2018Registration date:
10.01.2022

Priority:

(30) Convention priority:
24.04.2017 EP 17167766.9(43) Application published: **25.05.2021 Bull. № 15**(45) Date of publication: **10.01.2022 Bull. № 1**(85) Commencement of national phase: **25.11.2019**(86) PCT application:
EP 2018/059621 (16.04.2018)(87) PCT publication:
WO 2018/197243 (01.11.2018)Mail address:
**190000, Sankt-Peterburg, Vokh 1125, pat. pov.
M.I.Nilovoj**

(72) Inventor(s):

**FALK, Tomas Mariya (NL),
AKKERMANS, Frederikus Mariya Dyu-Donne
(NL)**

(73) Proprietor(s):

KONINKLEJKE FILIPS N.V. (NL)(54) **LIGHT THERAPY SYSTEM AND METHOD**

(57) Abstract:

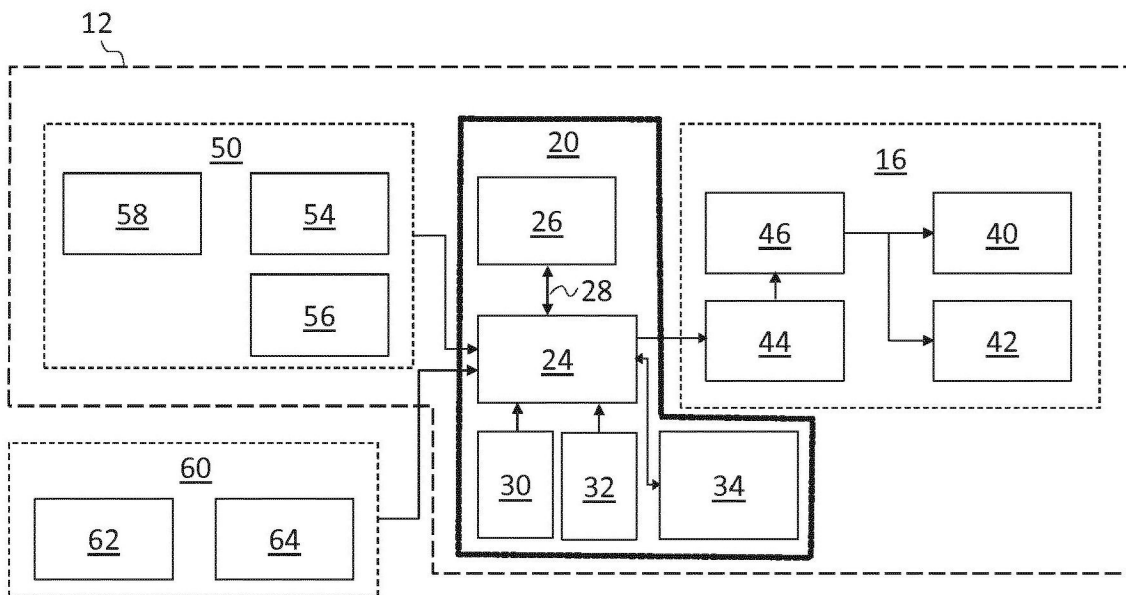
FIELD: medical equipment.

SUBSTANCE: light therapy system for the provision of controlled melanopic light exposure contains a lighting unit to create an output light having controlled illumination and color temperature. Based on the accepted target melanopic light exposure, a system controller builds a suitable control graph for controlling levels of lighting unit parameters over time so that, in general, the specified target melanopic light

exposure is provided during a given period of therapy. When building the control graph, the relative melanopic sensitivity of people to light of different color temperatures is taken into account. The color temperature of the output light is appropriately controlled so that, after color correction, the light exposure corresponds to the entered target exposure.

EFFECT: obtaining a light therapy system.

15 cl, 7 dwg, 11 tbl



ФИГ. 1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к системе и способу светотерапии.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Известно, что у многих пациентов, проходящих лечение в клиническом учреждении, например, больнице, и, в частности, отделении интенсивной терапии (ОИТ), может проявляться нарушение цикла сна. Это может задерживать процесс выздоровления пациента и, в частности, может повышать у них риск развития делирия. До 80% пациентов в критическом состоянии страдают делирием, приводящим к более длительному пребыванию в лечебном учреждении и, в некоторых случаях, даже к повышению уровня смертности. По этой причине в недавно опубликованных рекомендациях сообществ интенсивной терапии и реанимации, а именно, в США и Германии, предлагаются средства по предотвращению делирия у таких пациентов. Предложены, в частности, нефармакологические средства, делающие вместо этого акцент на попытку естественного восстановления циркадных ритмов пациентов посредством терапии ярким светом.

У людей воздействие света на глаза является наиболее значимым фактором в синхронизации циркадного ритма с естественным 24-часовым циклом день/ночь. Известно, что при воздействии на пациента специально подобранными циклами яркого света, синхронизированными с циклами солнца, его циркадный ритм корректируется и нарушения сна уменьшаются.

В US 2015/0126806 A1 раскрыта система освещения для управления условиями освещения в помещении в соответствии с заданным графиком и, в частности, в соответствии с графиком циркадного ритма, чтобы ослабить делирий у пациента. Система содержит средство управления источниками внутреннего света, а также количеством внешнего света, проникающего в помещение, чтобы регулировать уровень света или его интенсивность в помещении. Система также содержит датчики света для определения количества света, воздействующего на пациента.

В целом требуются разработки в области систем светотерапии для улучшения режимов сна у пациентов.

РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение определено с помощью формулы изобретения.

Согласно аспекту настоящего изобретения предложена система светотерапии, содержащая:

узел освещения, выполненный с возможностью создания выходного света, имеющего управляемую освещенность и цветовую температуру; и

контроллер, функционально соединенный с узлом освещения и выполненный с возможностью:

приема входных данных, указывающих целевое меланопическое световое воздействие для оказания узлом освещения;

извлечения из хранилища данных одного или более меланопических весовых коэффициентов, соответствующих относительному меланопическому воздействию разных цветовых температур света;

создания на основе меланопических весовых коэффициентов контрольного графика для управления значениями освещенности и цветовой температуры узла освещения во времени так, чтобы обеспечивать оказание целевого меланопического светового воздействия в целом на протяжении заданного периода терапии; и

управления узлом освещения в соответствии с контрольным графиком.

Варианты реализации настоящего изобретения позволяют создавать

специализированную программу светотерапии для данного пациента и выполнены с возможностью обеспечения точно определенного целевого меланопического светового воздействия. Контроллер системы светотерапии создает контрольный график для управления освещенностью и цветовой температурой узла освещения во времени так, чтобы в целом на протяжении конкретного временного интервала (периода времени) оказать целевое световое воздействие.

Целевое меланопическое световое воздействие может, например, быть задано клиническим врачом. Таким образом, система может обеспечивать высокоэффективное техническое осуществление процедуры светотерапии на основе только минимальных входных данных от клинического врача. Хотя системы для оказания светотерапии известны, систем, выполненных с возможностью формирования индивидуальной программы светотерапии для конкретного пациента на основе только определенного меланопического светового воздействия, в данной области техники нет. Поэтому предлагаемая система позволит значительно улучшить эффективность организации и проведения указанной терапии, основанной на свете, для улучшения сна и ослабления делирия.

Меланопическое световое воздействие - это термин, используемый в данной области техники и соответствующий подаваемой к пациенту дозе света, которая равна произведению освещенности света на период времени, в течение которого его обеспечивают. Обычно его измеряют в люкс-часах (люкс - это единица освещенности в системе СИ). Для краткости в последующем описании меланопическое световое воздействие может быть сокращено до «светового воздействия». Если не указано иное, ссылки на «световое воздействие» следует понимать как ссылки на «меланопическое световое воздействие», которое определено выше.

Помимо прочего система в соответствии с настоящим изобретением также отличается от известного уровня техники тем, что она выполнена с возможностью учета явным образом цветовой температуры света, обеспечиваемого пациенту. Недавно обнаружили, что биологическое воздействие света с точки зрения его относительного влияния на циркадный цикл человека (известное как «меланопическое воздействие») зависит от цветовой температуры света. Соответственно, авторы настоящего изобретения определили набор меланопических весовых коэффициентов, количественно определяющих это относительное биологическое воздействие разных температур света таким образом, который может быть легко использован технической системой при создании графика светотерапии. Соответственно, «меланопическое световое воздействие» в целях настоящего описания следует понимать как ссылку на взвешенное по цветовой температуре меланопическое световое воздействие (меланопическое световое воздействие в люкс-часах дополнительно скорректированное на относительную меланопическую или биологическую чувствительность людей к свету разных цветовых температур).

Контроллер системы выполнен с возможностью извлечения набора относительных весовых коэффициентов из связанного хранилища данных и установки соответствующим образом значений интенсивности и цветовой температуры выходного света в рамках контрольного графика так, чтобы в целом на протяжении периода терапии обеспечивалось оказание целевого меланопического светового воздействия.

Создание графика освещения для ослабления делирия с учетом меланопического воздействия цветовой температуры света олицетворяет существенный отход от известных систем в данной области техники. Мало того, что учитывается цветовая температура, система содержит узел освещения, в котором можно регулировать цветовую

температуру. Поэтому контроллер выполнен с возможностью настройки цветовой температуры как одного из множества переменных параметров в контрольном графике. В определенных вариантах реализации, например, пользователь может указывать предпочтительную цветовую температуру, а после этого контрольный график может
 5 быть определен так, чтобы он включал в себя свет такого цвета, гарантируя при этом оказание определенного целевого меланопического светового воздействия.

В частности, контроллер может быть выполнен с возможностью приема данных цветовых предпочтений, указывающих одно или более предпочтительных значений цветовой температуры, и создания контрольного графика так, чтобы цветовая
 10 температура выходного света в течение по меньшей мере части периода терапии имела предпочтительное значение цветовой температуры.

Соответственно, данные варианты реализации могут обеспечивать эффективную техническую реализацию терапии выходным светом, которая обеспечивает требуемое меланопическое световое воздействие, предоставляя при этом более высокую степень
 15 возможности изменения конфигурации цветовой температуры без последствий для точности доставляемой дозы света. Это дает более широкий выбор пациентам и пользователям системы, которые могут предпочитать свет определенных цветовых температур, а также позволяет клиническим врачам более гибко настраивать светотерапию.

Для улучшения эффективности создания контрольного графика, контрольный график может быть основан на предварительно сохраненном шаблоне графика. Шаблон может содержать фиксированный временной участок и настраиваемый временной участок, причем контроллер выполнен с возможностью определения настраиваемого участка так, чтобы две части вместе обеспечивали целевое меланопическое световое воздействие.
 20 Под временным участком понимается участок графика, соответствующий одному или более конкретным периодам времени в пределах общего периода терапии. Под «фиксированным» понимается предварительно определенный участок, для которого предварительно определены по меньшей мере тенденция или структура значений освещенности в течение данного периода времени, которые не изменяются и не
 25 настраиваются контроллером. Относительные общие длительности фиксированного временного участка и настраиваемого временного участка могут быть настраиваемыми. Фиксированный временной участок может быть сформирована из множества подучастков, которые являются непрерывными по времени.

В качестве примера, предварительно сохраненный шаблон графика может иметь
 35 начальный участок и конечный участок, которые фиксированы, и центральный участок, который можно настраивать. Начальный участок и конечный участок вместе образуют фиксированный временной участок шаблона. Предпочтительно каждый участок из начального участка и конечного участка может быть короче по длине, чем центральный участок.

В соответствии с одним или более вариантами реализации контроллер может быть выполнен с возможностью создания контрольного графика так, чтобы средний уровень освещенности на протяжении настраиваемого временного участка был больше среднего
 40 уровня освещенности на протяжении фиксированного временного участка.

Фиксированный временной участок может, например, обеспечивать относительно
 45 низкий исходный уровень освещенности, тогда как настраиваемый участок обеспечивает существенную часть всего оказываемого светового воздействия. В последующих примерах этот участок с более высоким уровнем может упоминаться как «форсированный» участок.

В соответствии с одним или более вариантами реализации предварительно сохраненный шаблон может содержать множество настраиваемых временных участков, отделенных друг от друга промежуточными фиксированными временными участками. Вариации и варианты, описанные выше в связи с предварительно сохраненным

5 шаблоном, могут также быть применены к примерам данного варианта реализации.

Как отмечено выше, варианты реализации настоящего изобретения обеспечивают улучшенную возможность настройки программы светотерапии, оказываемой пациентам. Различные параметры графика терапии могут быть заданы или ограничены либо в соответствии с предварительно сохраненными настройками, либо клиническим врачом,

10 другим пользователем или даже пациентом. Контроллер может быть выполнен с возможностью определения подходящего контрольного графика для обеспечения целевого меланопического воздействия с обеспечением соответствия при этом таким заданным ограничениям или параметрам.

В соответствии с одним или более вариантами реализации, например, контроллер

15 может быть выполнен с возможностью дополнительного извлечения из хранилища данных указания верхнего и нижнего пределов для освещенности выходного света в течение периода терапии и указания верхнего и нижнего пределов для продолжительности по меньшей мере настраиваемого временного участка периода

20 терапии и создания по меньшей мере настраиваемого участка контрольного графика в соответствии с этими значениями. Пределы могут быть предварительно установлены в хранилище данных или могут быть сохранены клиническим врачом или другим пользователем.

Было бы целесообразно, например, чтобы клинический врач мог устанавливать граничные уровни для различных параметров, в данном случае освещенности и

25 продолжительности по меньшей мере настраиваемого участка контрольного графика. Это может быть обусловлено клиническими соображениями или просто по соображениям практичности или предпочтения пациента.

Система светотерапии может также содержать пользовательское устройство ввода для приема входных данных, указывающих целевое меланопическое световое

30 воздействие, и пользовательское устройство вывода, и при этом контроллер выполнен таким образом, чтобы перед приемом целевого меланопического светового воздействия: на основе верхнего и нижнего пределов для значений освещенности и продолжительности определять максимальное и минимальное меланопическое световое

35 воздействие, которое может быть оказано с использованием узла освещения при каждом наборе цветовых температур света; управлять пользовательским устройством вывода для сообщения этих определенных верхнего и нижнего пределов для каждой цветовой температуры.

В соответствии с этими примерами контроллер вычисляет на основе ограничений, извлеченных из хранилища данных, каково максимальное и минимальное суммарное

40 световое воздействие, которое могло бы быть оказано системой, если выходной свет устанавливался бы статически при каждом из диапазонов разных цветовых температур. Так как биологическое воздействие разных цветовых температур света разное, выходной свет при некоторых цветовых температурах будет в состоянии оказывать более высокое суммарное световое воздействие, чем при других.

Вычисленные максимум и минимум сообщаются пользователю системы (например, клиническому врачу) посредством пользовательского устройства вывода. В качестве

45 примера, это может быть дисплей, хотя специалистам в данной области техники, несомненно, очевидны другие пользовательские устройства вывода. Благодаря этому

сообщению верхней и нижней доз света, которые могут быть обеспечены, принятие клинического решения клиническим врачом может быть информированным с учетом определенных технических ограничений системы. Таким образом, можно сэкономить время за счет предварительного информирования клинического врача о фактически
 5 возможных световых воздействиях или по меньшей мере о цветовых температурах света, которым будет ограничен пациент, если требуется запросить определенные световые воздействия.

В некоторых случаях сообщенный диапазон возможных световых воздействий может исключать дозу воздействия, которую клинический врач полагает необходимой для
 10 пациента. В таком случае клинический врач может изменить сохраненные верхний и нижний пределы продолжительности или освещенности, упомянутые выше (в случаях, когда система выполнена с возможностью обеспечения настройки этих значений).

После сообщения вычисленных максимального и минимального значений для световых воздействий, которые могут быть оказаны при каждой цветовой температуре, контроллер может ожидать приема ввода данных целевого меланопического светового
 15 воздействия пользователем или клиническим врачом с использованием пользовательского устройства ввода. Контроллер также может быть выполнен таким образом, чтобы после приема целевого меланопического светового воздействия: на основе верхнего и нижнего пределов для продолжительности и освещенности определять
 20 максимальное и минимальное значение по меньшей мере одного из следующих параметров, достаточных для оказания целевого меланопического светового воздействия:

цветовая температура выходного света на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика;

25 продолжительность по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика; и

уровень освещенности выходного света на протяжении по меньшей мере управляемого временного участка контрольного графика.

После этого контроллер может взять на себя управление пользовательским
 30 устройством вывода, чтобы сообщить определенные максимальные и минимальные значения; принять из пользовательского ввода входных данных, указывающих предпочтительное значение для одного или более из этих параметров; и создать контрольный график так, чтобы выходной свет для по меньшей мере части периода терапии соответствовал этим предпочтительным значениям.

Поэтому в примерах в соответствии с данными вариантами реализации вычисляют дополнительную информацию, которая может помочь в принятии информированного
 35 решения в отношении терапии, и предоставляют ее клиническому врачу или пользователю. Это может быть принятие решения касательно клинически важных элементов оказываемой терапии (таких, как продолжительность терапии) или просто решений о личном предпочтении (например, в некоторых случаях это цветовая
 40 температура света, которая может быть выбрана пациентом в соответствии с предпочтением). Сообщены могут быть максимумы и минимумы более одного из перечисленных параметров.

В некоторых примерах контроллер может ожидать приема ввода требуемого значения
 45 или диапазона для одного или более вышеупомянутых параметров и затем пересчитывать максимум и минимум для остальных параметров (если уместно). После этого они могут быть повторно сообщены пользователю (такому, как клинический врач) посредством пользовательского устройства вывода. Затем контроллер может

снова ожидать ввода указанного значения или диапазона одного из отображаемых параметров. Этот процесс может продолжаться до тех пор, пока не будут установлены все параметры терапии.

В приведенных выше вариантах реализации упоминается извлечение данных настроек или параметров из хранилища данных. В примерах хранилище данных может содержаться в контроллере, может быть отдельным компонентом, содержащимся в системе, или может быть внешним для заявляемой системы, но связанным с возможностью обмена данными с контроллером. Хранилищ данных может быть несколько.

В соответствии с любым вариантом реализации узел освещения системы может содержать множество источников света, каждый из которых имеет соответствующий профиль спектра излучения, и при этом управление цветовой температурой выходного света включает в себя определение уровней света для каждого из множества источников света на основе предварительно сохраненных данных настройки. Предварительно сохраненные данные настройки могут храниться в хранилище данных и извлекаться контроллером. Хранилище данных может быть локальным для системы или удаленным от системы.

Данные настройки, например, могут содержать справочную таблицу или другую структуру данных, в которой для каждого диапазона возможных цветовых температур хранятся необходимые рабочие настройки или настройки вывода для каждого из источников света, чтобы создавать свет или заданный цвет. Когда цвет света указан, можно обращаться к этой таблице или другой структуре данных и реализовывать указанные настройки для каждого источника света.

Свет, доставляемый пациенту как часть светотерапии, будет влиять на циркадный ритм только в том случае, если он действительно принимается зрительными рецепторами в глазе. Соответственно, фактическое биологическое воздействие оказываемой светотерапии будет зависеть от пропорции времени во всем периоде терапии, в течение которого глаза субъекта остаются открытыми.

Поэтому в соответствии с одним или более вариантами реализации система может также содержать датчик состояния глаз для определения того, открыты ли глаза пользователя или закрыты, причем датчик функционально соединен с контроллером, а контроллер выполнен с возможностью регулирования продолжительности, и/или освещенности, и/или цветовой температуры выходного света на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика на основе показаний датчика, чтобы гарантировать оказание целевого светового воздействия.

Датчик состояния глаз может быть оптическим датчиком, таким как камера, или может любым другим датчиком, пригодным для обнаружения или предоставления индикации, когда глаз или глаза пользователя открыты и/или закрыты. Контроллер может быть выполнен с возможностью реализации контура обратной связи, причем на основе показаний датчика контрольный график модифицируют таким образом, чтобы учитывать любые сокращения в фактическом оптическом воздействии на пациента, оказываемом выходным светом. Следовательно, контрольный график может быть изменен (например, продлена или увеличена терапия) так, что оставшегося запланированного светового воздействия будет достаточно для оказания целевого светового воздействия.

Контроллер может, например, на основе показаний с датчика состояния глаз в течение заданного периода обнаружения вычислять совокупный период времени, в течение которого глаза пользователя были закрыты, и продлевать продолжительность

по меньшей мере временного участка контрольного графика на этот совокупный период времени.

Дополнительно или в качестве альтернативы система в соответствии с настоящим изобретением может содержать датчик присутствия, функционально соединенный с контроллером и выполненный с возможностью обнаружения присутствия или отсутствия пользователя в пределах пути света узла освещения, и при этом контроллер выполнен с возможностью регулирования продолжительности, и/или освещенности, и/или цветовой температуры выходного света на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика на основе показания датчика, чтобы гарантировать оказание целевого меланопического светового воздействия. Этот вариант основан на том же принципе: формируемый свет может иметь необходимое биологическое воздействие только в течение периода времени, когда пациент действительно присутствует.

Для улучшения точности обеспечиваемой дозы светового воздействия система может также содержать датчик уровня света, выполненный с возможностью определения уровня света вблизи пользователя, и при этом контроллер выполнен с возможностью коррекции продолжительности, и/или освещенности, и/или цветовой температуры выходного света на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика на основе показания датчика, чтобы гарантировать оказание целевого меланопического светового воздействия.

При необходимости, датчик уровня света может быть расположен вблизи глаза или глаз пользователя.

На основе показаний датчика уровня света контроллер может определять фактическую освещенность света, принимаемого в месте нахождения пациента. Если измеренная освещенность ниже ожидаемой, уровень освещенности узла освещения может быть увеличен для компенсации, и наоборот в случае, когда измеренная освещенность выше ожидаемой. Таким образом можно значительно надежнее оказывать требуемое меланопическое световое воздействие.

На количество света, принимаемого пациентом, помимо открытия и закрытия глаз пациента влияет сама проницаемость хрусталика глаза. Проницаемость хрусталика глаза имеет тенденцию уменьшаться с возрастом. Соответственно, согласно одному или более вариантам реализации контроллер может быть дополнительно выполнен с возможностью:

извлечения из хранилища данных указания возраста пользователя;

извлечения из хранилища данных набора возрастных весовых коэффициентов, основанных на средней чувствительности к свету пользователей разных возрастов; и коррекции продолжительности, и/или освещенности, и/или цветовой температуры выходного света на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика на основе извлеченных возраста и весовых коэффициентов, чтобы гарантировать оказание целевого светового воздействия.

В примерах согласно другому аспекту настоящего изобретения приведен способ светотерапии, включающий управление узлом освещения для оказания целевого меланопического светового воздействия, причем узел освещения выполнен с возможностью создания выходного света, имеющего управляемую освещенность и цветовую температуру, при этом способ включает:

прием ввода данных, указывающих целевое меланопическое световое воздействие для оказания узлом освещения;

извлечение из хранилища данных одного или более меланопических весовых

коэффициентов, соответствующих относительному меланопическому воздействию разных цветовых температур света;

создание на основе меланопических весовых коэффициентов контрольного графика для управления значениями освещенности и цветовой температуры узла освещения во времени так, чтобы оказывать целевое меланопическое световое воздействие в целом на протяжении заданного периода терапии; и

управление узлом освещения в соответствии с контрольным графиком.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Далее будут подробно описаны примеры изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи, где:

на Фиг. 1 приведена блок-диаграмма, показывающая пример системы светотерапии в соответствии с вариантом реализации настоящего изобретения;

на Фиг. 2 схематически изображена конфигурация, используемая в примере системы светотерапии в соответствии с вариантом реализации настоящего изобретения;

на Фиг. 3 изображен в графическом виде пример шаблона контрольного графика;

на Фиг. 4 приведен график, показывающий меланопический весовой коэффициент как функцию от цветовой температуры;

на Фиг. 5 приведен график, показывающий меланопический весовой коэффициент как функцию от длины волны света;

на Фиг. 6 изображен в графической форме пример шаблона контрольного графика; и

на Фиг. 7 изображен в графическом виде другой пример шаблона контрольного графика.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Система светотерапии для оказания управляемого меланопического светового воздействия содержит узел освещения для создания выходного света, имеющего освещенность и цветовую температуру, которые можно конфигурировать. На основе принятого целевого меланопического светового воздействия контроллер системы строит подходящий контрольный график для управления уровнями параметров узла освещения во времени так, чтобы в целом на протяжении заданного периода терапии было оказано указанное целевое меланопическое световое воздействие. При построении контрольного графика учитывается относительная меланопическая чувствительность людей к свету разных цветовых температур. Цветовая температура обеспечиваемого света соответствующим образом регулируется так, чтобы после коррекции цвета оказываемое световое воздействие соответствовало входному целевому световому воздействию.

Далее будет подробно описан предпочтительный вариант реализации изобретения со ссылкой на Фиг. 1-7.

Системы освещения в палатах часто в большей степени ориентированы на функциональные возможности света для ухаживающего персонала, а не на клиническое воздействие света на (в частности, циркадный ритм) пациентов. Настоящее изобретение направлено на решение этой проблемы.

Система согласно настоящему изобретению позволяет клиническим врачам определять требуемое меланопическое световое воздействие, которое нужно оказать на данного пациента, причем система выполнена с возможностью обеспечения приема пациентом предписанной дозы света. Для этого в соответствии с предпочтительным набором вариантов реализации система сначала на основе предписания клинического врача и характеристик используемого узла освещения вычисляет индивидуальный

график или программу светотерапии, указывающие требуемое распределение по времени, освещенность и цветовую температуру света в течение заданного периода терапии. После этого контроллер выполняет светотерапию путем управления узлом освещения так, чтобы он обеспечивал свет, как указано в графике.

В определенных примерах могут быть дополнительно предусмотрены датчики обратной связи и программа светотерапии, корректируемая в соответствии с конфигурацией замкнутого контура на основе количества обнаруженного окружающего дневного света, обнаруженного присутствия или отсутствия пациента и/или отрезка времени, в течение которого глаза пациента открыты или закрыты.

На Фиг. 1 показана блок-диаграмма примера системы 12 светотерапии в соответствии с вариантом реализации настоящего изобретения. На Фиг. 2 схематически изображен пример физической компоновки примера системы 12.

Система содержит узел 16 освещения, выполненный с возможностью функционирования для создания выходного света, имеющего управляемую освещенность и цветовую температуру. Узел освещения функционально соединен с контроллером 24 блока 20 управления светотерапией. Блок управления светотерапией также содержит пользовательский интерфейс 26 и первое хранилище 30 данных, второе хранилище 32 данных и третье хранилище 34 данных. В первом хранилище 30 данных хранятся данные конфигурации и технических характеристик, относящихся к узлу освещения, во втором хранилище 32 данных хранится набор меланопических весовых коэффициентов, соответствующих относительному биологическому воздействию разных цветовых температур, а третье хранилище 34 данных содержит набор из одного или более шаблонов контрольного графика, на основе которых контроллер 24 может создавать каждый контрольный график. Хотя на Фиг. 1 приведены три хранилища 30, 32, 34 данных, в дальнейших примерах они могут, например, быть объединены в одно хранилище данных и/или могут составлять неотъемлемую часть контроллера 24, или могут быть удаленными относительно системы освещения и связанными с возможностью обмена данными с контроллером 24.

Контроллер 24 блока 20 управления выполнен таким образом, чтобы во время работы принимать из пользовательского интерфейса 26 ввод 28 данных, указывающих целевое меланопическое световое воздействие для оказания с помощью узла 16 освещения. Контроллер выполнен с возможностью приема из одного из хранилищ данных (в целях настоящего примера предполагается, что это второе хранилище 32 данных) набора меланопических весовых коэффициентов, соответствующих разным биологическим чувствительностям тела к различным цветовым температурам света. Контроллер выполнен с возможностью создания на основе этих весовых коэффициентов (а также, по возможности, других факторов) контрольного графика для управления значениям освещенности и цветовой температуры узла освещения во времени так, чтобы в целом на протяжении заданного периода терапии оказать указанное целевое меланопическое световое воздействие. Таким образом, контроллер выполнен с возможностью исполнения этого контрольного графика посредством соответствующего обмена данными с узлом 16 освещения.

В целях данного примера предполагается, что узел освещения представляет собой панель 16 освещения на основе светоизлучающего диода (СИД). Это проиллюстрировано, например, на Фиг. 2, где показан узел освещения во время использования над терапевтической койкой 66, на которой может лежать или сидеть пациент. Во время использования панель 16 освещения излучает выходной свет 68 по направлению вниз к койке для подачи к пациенту.

Предполагается, что панель 16 освещения в данном примере содержит два набора модулей 40, 42 СИД, каждый из которых во время работы излучает свет разного спектрального состава и разной цветовой температуры. Первый набор модулей 40 СИД выполнен с возможностью излучения света холодной цветовой температуры (в целом соответствующего свету температуры больше 5000 кельвинов), а второй набор модулей 42 СИД выполнен с возможностью излучения света теплой цветовой температуры (в целом соответствующего свету, имеющему температуру в диапазоне приблизительно 2700-3000°K).

При одновременной активации двух наборов модулей 40, 42 СИД получают комбинированный выходной свет, образуемый смешиванием света от каждого набора. Путем надлежащего управления относительными уровнями света (т.е. выходной мощностью) каждого из двух наборов модулей можно формировать свет более широкого диапазона разных цветовых температур. Например, за счет излучения модулей СИД холодного света с большей относительной мощностью можно создать довольно холодный выходной свет; излучение модулей СИД теплого света с большей относительной мощностью сформирует более теплую относительную цветовую температуру.

Узел 16 освещения также содержит локальный контроллер 46 узла освещения для управления относительными уровнями света модулей 40, 42 СИД так, чтобы создавать выходной свет заданной цветовой температуры и заданной освещенности. Это делается с помощью локального драйвера 46, который способствует соответствующему управлению двумя модулями 40, 42 СИД для достижения требуемых цветовой температуры и освещенности. Управление драйвером может осуществляться в соответствии с любым подходящим протоколом адресации, включая, например, протокол цифрового интерфейса освещения с возможностью адресации (Digital Addressable Lighting Interface, DALI).

Во время работы после того, как контроллер 26 сформировал контрольный график, пригодный для оказания целевого меланопического светового воздействия, контроллер 26 обменивается данными с контроллером 46 узла освещения, давая ему команды на управление модулями 40, 42 СИД так, чтобы формировать в надлежащие моменты времени выходной свет согласно созданному графику.

Хотя в данном примере используются, в частности, модули СИД, это не существенно для настоящего изобретения. Согласно общему принципу настоящего изобретения требуется просто узел освещения, выполненный с возможностью создания выходного света, имеющего управляемую освещенность и цветовую температуру. Подойдет любая конфигурация или техническая реализация данного принципа. Это могут быть, например, узлы освещения, содержащие другие формы твердотельных источников света, или, в альтернативном варианте реализации, флуоресцентные или основанные на лампе накаливания источники света. В примере на Фиг. 1 предусмотрены два набора модулей 40, 42 света. Однако это опять же не существенно. В других примерах может быть предусмотрено большее или меньшее количество. Может быть предусмотрен один модуль освещения, выполненный с возможностью формирования комбинированного выходного света, цветовой температурой и освещенностью которого можно управлять.

При необходимости система также может содержать узел 50 датчиков 54, 56, 58 для обеспечения обратной связи при регулировании параметров графика светотерапии так, чтобы гарантировать оказание целевого меланопического светового воздействия. Этот необязательный аспект будет подробно описан ниже.

Также, при необходимости, система может быть связана с возможностью обмена

данными с системой 60 управления данными пациентов, содержащей систему 62 медицинских записей и систему 64 мониторинга пациентов. Благодаря этому возможна интеграция оказываемой светотерапии с более широкими клиническими целями и задачами для пациента, а также в некоторых примерах возможна адаптация терапии в соответствии с определенными специфичными для пациента клиническими параметрами или потребностями (такими, как возраст или совокупная продолжительность пребывания). Этот необязательный аспект будет подробно описан в последующих разделах.

Для облегчения эффективного управления узлом освещения и эффективного формирования контрольных графиков в каждом из первого хранилища 30 данных, второго хранилища 32 данных и третьего хранилища 34 данных блока 20 управления хранят различные наборы данных, соответственно связанные с узлом освещения, присвоением меланопических весов разным цветовым температурам света и шаблонами для формирования контрольных графиков.

Первое хранилище 30 данных хранит два основных набора данных, связанных с узлом 16 освещения. Во-первых, хранилище 30 данных хранит таблицу (или другую подходящую структуру данных), в которой для всех возможных комбинаций уровней света (например, уровней света DALI) модулей 40, 42 СИД указана получающаяся в результате цветовая температура света, формируемого узлом освещения.

В таблице 1, приведенной ниже, показан пример (выдержка из примера) такой таблицы цветовой температуры для узла освещения, такого как на Фиг. 1, имеющего набор модулей 42 СИД теплого света и набор модулей 40 СИД холодного (белого) света. Она показывает, что если, например, модули СИД холодного белого света снабжаются энергией на уровне света (DALI) 190, а модули СИД теплого белого света - на уровне света (DALI) 65, то получающаяся в результате тепловая температура составляет 5000 кельвинов.

Уровень света DALI		Цветовая температура (в кельвинах)
Модули СИД холодного света	Модули СИД теплого света	
0	255	2602
1	254	2635
2	253	2670
...
122	123	4002
...
190	65	5000
...
255	0	6501

Таблица 1

Этот набор данных может быть использован контроллером 24 для предоставления соответствующих инструкций управления узлу 16, чтобы обеспечивать формирование выдаваемых светов конкретные цвета.

Набор данных, такой как в таблице 1, может быть сформирован эмпирически для данного узла 16 освещения путем изменения настроек уровня света разных модулей 40, 42 СИД и измерения получающейся в результате цветовой температуры комбинированного выходного света. Для ускорения сбора данных это можно реализовать технически, например, путем обеспечения контроллера, выполненного с возможностью быстрого перебора всех возможных комбинаций настроек уровня света и измерения цветовой температуры соответствующего выходного света.

В альтернативном варианте реализации в некоторых случаях узел 16 освещения

может поставляться с таким набором данных изготовителем.

Помимо таблицы цветовой температуры первое хранилище 30 данных предпочтительно также хранит таблицу (или другую структуру данных), где перечислены максимальная и минимальная освещенности выходного света, который может быть сформирован с использованием узла 16 освещения. Это, как правило, будет функция максимальной и минимальной освещенностей каждого из составляющих модулей 40, 42 освещения узла освещения. Данная таблица может быть, среди прочего, использована контроллером для обеспечения того, чтобы управляющие инструкции, предоставляемые узлу 16 освещения, не выходили за пределы его рабочих параметров. Такие управляющие инструкции могут привести к рабочим ошибкам.

В таблице 2 показан пример такой таблицы данных освещенности. В этом примере, например, таблица указывает, что максимальная освещенность соответствующего узла 16 освещения составляет 2000 люкс (а минимальная — 0). Предпочтительно освещенность в этой таблице указывает освещенность, измеряемую в месте нахождения пациента, и даже более предпочтительно в месте нахождения глаз (-а) пациента.

Параметр	Мин.	Макс.
Освещенность Модули СИД [люкс]	0 (DALI = 0)	2000 (DALI = 255)

Таблица 2

Однако для повышения точности оказываемой светотерапии предпочтительно набор данных формируют эмпирически в месте нахождения, так как наблюдаемая цветовая температура может зависеть от условий окружающей среды, в которой выполняют светотерапию. Измерение получающейся в результате цветовой температуры для каждого набора уровней света следует предпочтительно выполнять как можно ближе к вероятному или фактическому положению пациента.

Предпочтительно система 12 светотерапии выполнена с возможностью поддержки диапазона разных конкретных узлов освещения. Для этого первое хранилище 30 данных предпочтительно содержит данные настройки (в том числе по одному из каждого вышеупомянутого набора данных) для каждого поддерживаемого узла освещения. Во время установки данные, соответствующие надлежащему узлу освещения могут быть выбраны контроллером (или пользователем) либо на основе автоматизированного обнаружения контроллером подключенного источника освещения, либо на основе пользовательского ввода, обеспечиваемого посредством пользовательского интерфейса 26.

Как обсуждалось выше, биологическое воздействие света на циркадный ритм пациента зависит от цветовой температуры света. Контроллер 24 выполнен с возможностью учета этих разных воздействий при создании контрольного графика. Для облегчения этого второе хранилище 32 данных хранит набор меланопических весовых коэффициентов для каждой возможной цветовой температуры света. В некоторых примерах для каждого узла 16 освещения, совместимого с системой, может быть предусмотрена специально предназначенная таблица, в которой перечислены весовые коэффициенты только для тех цветовых температур, которые могут быть сформированы данным узлом освещения. В других примерах может быть предусмотрен один всеобъемлющий список, перечисляющий весовые коэффициенты, соответствующие каждой возможной цветовой температуре (или по меньшей мере полному диапазону). Этот список может быть составлен для любого узла освещения.

В таблице 3 показана выдержка из примера набора весовых коэффициентов. Чем выше коэффициент, тем сильнее биологическое воздействие. В таблице 3 показано,

например, что меланопический коэффициент составляет 0,903, если панель освещения работает при цветовой температуре 5000 кельвинов.

Цветовая температура (в кельвинах)	Меланопический весовой коэффициент
2602	0,456
2635	0,461
2670	0,469
...	...
4002	0,780
...	...
5000	0,903
...	...
6501	1,035

Таблица 3

Приблизительные значения для меланопических весовых коэффициентов, соответствующих цветовым температурам, попадающим между значениями, перечисленными в таблице, могут быть получены линейной интерполяцией между соседними точками данных в таблице. Например, чтобы получить весовой коэффициент для цветовой температуры 3000°K, можно применить линейную интерполяцию между 2670°K и 4002°K.

В альтернативном варианте реализации меланопические весовые коэффициенты для промежуточных цветовых температур могут быть определены более точно с использованием графика, показанного на Фиг. 3. На графике представлена кривая меланопического весового коэффициента (ось y) в зависимости от цветовой температуры (ось x). Меланопический весовой коэффициент для любой цветовой температуры, охватываемой кривой, может быть определен простым считыванием значений с графика.

Как значения в таблице 3, так и взаимосвязь, показанная на графике, были определены на основе исследования переменного меланопического воздействия света разных монохроматических длин волн. Данное исследование показало, что можно установить четкую взаимосвязь между длиной волны света и его биологическим воздействием на циркадный ритм человека. Тенденция, которая была установлена, показана на Фиг. 4, где ось y показывает относительное меланопическое воздействие, а ось x показывает длину волны (единицы измерения: нм). Этот график взят из публикации Немецкого института по стандартизации (DIN)

«DIN SPEC 5031-100: Optical radiation physics and illuminating engineering - Part 100: Melanopic effects of ocular light on human beings - Quantities, symbols and action spectra» (стр. 16). Значения, используемые для графика, показаны в табличном виде в том же документе в приложении C (стр. 27-29).

Настоящее изобретение основано на понимании того, что данное исследование может быть с пользой применено в более реалистичных клинических обстановках путем учета того, как эти воздействия могут проявляться в более сложных спектральных составах света, в частности, света конкретных цветовых температур. Как хорошо известно специалистам, под цветовой температурой источника света понимают температуру излучателя в виде абсолютно черного тела, который излучает свет сравнимого цвета со светом данного источника света. Спектр излучения света черного тела данной температуры можно легко получить, например, из первых принципов закона Планка применительно к излучению черного тела, хотя спектры, особенно в контексте хроматичности света, были четко определены независимо сами по себе и общеизвестны в данной области.

Используя взаимосвязь, демонстрируемую графиком на Фиг. 4, и зная спектральный состав света разных цветовых температур, можно на основе первых принципов вывести меланопический весовой коэффициент для света любой цветовой температуры путем простого вычисления взвешенной суммы меланопических коэффициентов каждого из спектральных компонентов, взвешенных по их относительной амплитуде или интенсивности в спектральном составе.

Как обсуждалось выше, контроллер 24 блока 20 управления выполнен таким образом, чтобы во время работы принимать предпочтительно посредством пользовательского интерфейса 26 ввод 28 данных, указывающих целевое меланопическое световое воздействие для оказания с помощью системы 12 освещения. Таким образом, контроллер выполнен с возможностью формирования на основе меланопических весовых коэффициентов, извлеченных из хранилища данных (в примере на Фиг. 1 из второго хранилища 32 данных), контрольного графика для надлежащего управления узлом 16 освещения для оказания целевого светового воздействия.

В соответствии с предпочтительным набором вариантов реализации контроллер 24 выполнен с возможностью формирования контрольного графика на основе предварительно сохраненного шаблона контрольного графика. Один или более подходящих шаблонов графика могут, например, храниться в локальном хранилище данных. В целях примера на Фиг. 1 предполагается, что они хранятся в третьем хранилище 34 данных блока 20 управления.

На Фиг. 5 схематически показан в графическом виде пример шаблона 70 контрольного графика. Шаблон представлен в виде (неполного) линейного графика, показывающего освещенность (ось y; единицы измерения [люкс]) как функцию от времени (ось x; часы). Шаблон содержит фиксированный временной участок 74, который предварительно настроен и сформирован из комбинации начального участка 74a и конечного участка 74b, и настраиваемый временной участок 76 для формирования контроллером 24. Фиксированный временной участок предварительно определен и соответствует фиксированной структуре или кривой зависимости освещенности от времени. Настраиваемый временной участок может быть настроен контроллером на основе требуемого меланопического светового воздействия.

Контроллер 24 после извлечения шаблона 70 формирует настраиваемый временной участок 76, тем самым создавая полный контрольный график, образуемый фиксированным участком 74 и настраиваемым участком. В данном примере полный график длится в течение общего периода 78 терапии продолжительностью 16 часов, с 06:00 до 22:00. Это проиллюстрировано на Фиг. 6, где в графическом виде показаны (по меньшей мере значения освещенности) полного контрольного графика 71 на протяжении периода 78 терапии. Полный контрольный график 71 образует непрерывную «кривую» 72 терапии, проходящую от начала до конца периода терапии.

Как можно увидеть на Фиг. 6, фиксированный участок 74 обеспечивает исходный выходной свет низкого уровня, тогда как настраиваемый участок 76 обеспечивает существенную часть светового воздействия, включающего выходной свет значительно более высокой освещенности, чем на фиксированном участке. По этой причине в последующем описании настраиваемый участок может упоминаться как «форсированный» участок.

При создании контрольного графика 71 для управления узлом 16 освещения контроллер 24 извлекает из третьего хранилища 34 данных шаблон 70 контрольного графика, который показан на Фиг. 5, и настраивает настраиваемый временной участок 76 так, чтобы в целом на протяжении полного периода 78 терапии оказать целевое

меланопическое световое воздействие. В предпочтительных примерах могут быть настроены как продолжительность 82, так и максимальный уровень 84 освещенности настраиваемого участка 76. В некоторых примерах общая продолжительность периода 78 терапии фиксирована, так что коррекция продолжительности настраиваемого участка приводит к соответствующему изменению общей продолжительности фиксированного участка 74. Однако в других примерах период 78 терапии может быть продлеваемым, и в таком случае продление или сокращения продолжительности настраиваемого участка приводит просто к соразмерному продлению или сокращения общего периода терапии.

Графическое представление шаблона 70 и заполненные контрольные графики 71, приведенные на Фиг. 5 и 6, показывают только вариации значений освещенности (ось у) с течением времени. Однако шаблон 70 графика и заполненный график 71 также оба содержат значения цветовой температуры, в том числе фиксированные значения цветовой температуры на протяжении фиксированного временного участка 74 и настраиваемые значения на протяжении настраиваемого участка 76.

Это показано более четко в таблице 4, приведенной ниже, где в табличном виде представлен пример шаблона контрольного графика. Таблица показывает, что на протяжении предварительно настроенных начального и конечного участков 74a и 74b освещенность и цветовая температура незначительно увеличиваются на протяжении начального участка 74a и уменьшаются на протяжении конечного участка 74b. В частности, освещенность линейно возрастает от 0 люкс в момент времени 06:30 до 300 люкс в момент времени 07:00. В течение этого времени цветовая температура постепенно увеличивается от 2700 кельвинов до 3000 кельвинов.

Затененные ячейки в таблице 4 указывают значения параметра, которые могут быть настроены контроллером. При начальном извлечении шаблона эти значения не заполнены и должны быть вычислены контроллером для обеспечения целевого меланопического светового воздействия. Заполненный таким образом шаблон образует полный контрольный график.

Время начала	Время окончания	Начальная освещенность [люксы]	Конечная освещенность [люксы]	Начальная цветовая температура [кельвины]	Конечная цветовая температура [кельвины]
00:00	06:30	0	0	2700	2700
06:30	07:00	0	300	2700	3000
07:00	07:30	300	300	3000	3000
07:30		300		3000	
	17:30		300		3000
17:30	19:00	300	300	3000	3000
19:00	19:30	300	100	3000	2700
19:30	22:00	100	100	2700	2700
22:00	00:00	0	0	2700	2700

Таблица 4

Далее будет подробно описана реализация системы для создания контрольного графика и применения программы терапии. Данный пример не следует рассматривать как ограничивающий широкий общий объем изобретения, который описан в формуле изобретения, а просто как иллюстрацию одной возможной реализации.

В соответствии с по меньшей мере одним набором вариантов реализации осуществление системы 12 состоит из трех фаз: фаза начальной настройки, фаза предписания светотерапии и фаза выполнения светотерапии.

Во время фазы начальной настройки клинический врач или другой пользователь может настроить определенные границы или ограничения для параметров настраиваемого участка 76 шаблона(-ов) 70 контрольного графика. Например, клинический врач может пожелать установить верхний и нижний пределы для продолжительности 82 настраиваемого участка 76 контрольного графика 71 и/или верхний и нижний пределы освещенности 84 на протяжении настраиваемого участка. В приведенной ниже таблице 5 показан пример набора таких ограничений. Таблица представляет пример таблицы конфигурации светотерапии, которая может быть сохранена в одном из хранилищ 30, 32, 34 данных блока 20 управления, и в которой, в качестве примера, пользователь указал, что длительность настраиваемого участка должна быть ограничена в пределах от 2 до 10 часов, а максимальный уровень освещенности в пределах от 500 до 2000 люкс (обратите внимание, что здесь 2000 люкс в любом случае является максимально достижимой освещенностью для данного примера узла освещения, см. таблицу 2

Параметр	Минимум	Максимум
Продолжительность настраиваемого временного участка [часы]	2	10
Уровень освещенности [люксы]	500	2000

Таблица 5

Кроме того, в течение фазы начальной конфигурации контроллер 24 блока 20 управления может на основе ограничений светотерапии, установленных клиническим врачом (таблица 5), и меланопических весовых коэффициентов, хранящихся во втором хранилище 32 данных (таблица 3), вычислять минимально и максимально возможные меланопические световые воздействия, оказываемые узлом 16 освещения, для каждого набора разных цветовых температур выходного света. Затем их сохраняют в первом хранилище 30 данных в виде таблицы меланопического светового воздействия.

Пример (выдержка из примера) такой таблицы приведен в таблице 6 ниже. Он показывает, например, что при цветовой температуре 5000 кельвинов оказываемое меланопическое световое воздействие меняется в диапазоне от 903 люкс-часов до 18060 люкс-часов. Эти значения вычислены из информации, приведенной в таблице меланопических коэффициентов (таблица 3) и таблицы конфигурации кривой светотерапии (таблица 5). Минимальное оказываемое световое воздействие составляет $500 \text{ люкс} \times 2 \text{ часа} = 1000 \text{ люкс-часов}$. Максимальное световое воздействие составляет $2000 \text{ люкс} \times 10 \text{ часов} = 20000 \text{ люкс-часов}$.

Затем путем применения соответствующего меланопического коэффициента (0,903 для цветовой температуры 5000 кельвинов согласно таблице 3) в качестве поправочного коэффициента получают скорректированный по цвету диапазон меланопического светового воздействия, как указано в таблице 6. В частности, минимальное меланопическое световое воздействие составляет $0,903 \times 1000 \text{ люкс-часов} = 903 \text{ люкс-часов}$. Максимальное меланопическое световое воздействие составляет $0,903 \times 20000 \text{ люкс-часов} = 18060 \text{ люкс-часов}$.

Цветовая температура [кельвины]	Минимальное меланопическое световое воздействие [люкс-часы]	Максимальное меланопическое световое воздействие [люкс-часы]
2602	456	9120
2635	461	9220
2670	469	9380
...
4002	780	15600
...

5000	903	18060
...
6501	1035	20700

Таблица 6

5 После формирования таблицы конфигурации светотерапии (таблица 5) и таблицы меланопического светового воздействия (таблица 6) фаза начальной конфигурации завершена. Далее следует фаза предписания светотерапии.

На фазе предписания светотерапии клинический врач предписывает требуемую светотерапию посредством пользовательского интерфейса 26 блока 20 управления.
 10 Пример пользовательского интерфейса схематически проиллюстрирован на Фиг. 2, где показан блок 20 управления, расположенный позади койки 66 пациента. В данном примере блок содержит дисплей 67, который действует в качестве пользовательского устройства вывода пользовательского интерфейса. Блок также содержит средства пользовательского ввода. Это может быть отдельная клавиатура или другое устройство
 15 ввода, например, дисплей может быть дисплеем с сенсорным экраном, обеспечивающим возможность пользовательского ввода.

Примеры этапов взаимодействия с клиническим врачом для приема предписания светотерапии могут быть следующими.

Во-первых, контроллер 24 извлекает минимальное и максимальное меланопическое
 20 световые воздействия, которые могут быть оказаны, из таблицы меланопического светового воздействия (см. таблицу 6), хранящейся в первом хранилище 30 данных, и выводит их на дисплей 67.

После этого пользователь (например, клинический врач) может с помощью пользовательского интерфейса 26 выбрать меланопическое световое воздействие,
 25 которое будет оказано. Это будет целевое меланопическое световое воздействие. В качестве примера предположим, что пользователь выбирает световое воздействие 15600 люкс.

После этого контроллер 24 на основе выбранного меланопического светового воздействия определяет и выводит на экран минимально и максимально возможные
 30 цветовые температуры для света, обеспечиваемого узлом освещения. Их вычисляют с использованием сохраненной таблицы меланопического светового воздействия (таблица 6). Из этой таблицы можно увидеть, что для светового воздействия 15600 люкс-часов требуется цветовая температура по меньшей мере 4002 кельвинов.

После этого пользователь может выбрать предпочтительную цветовую температуру.
 35 В качестве примера предположим, что пользователь выбирает цветовую температуру 5000 кельвинов.

Следует отметить, что хотя в данном примере пользователю на этой стадии предоставляется только возможность выбора предпочтительной цветовой температуры, в других примерах контроллер может вычислять минимальное и максимальное значения,
 40 которые могут быть обеспечены, для любого одного или более из следующих параметров: цветовая температура, продолжительность 82 настраиваемого участка 76 контрольного графика и освещенность 84 выходного света на протяжении настраиваемого участка. Любой или все из них могут быть отображены пользователю посредством дисплея 67, и пользователю предоставляется возможность выбора
 45 предпочтительного значения для одного или более параметров.

Возвращаясь к настоящему примеру, после приема предпочтительного значения цветовой температуры контроллер 24 затем определяет и отображает возможные минимальную и максимальную продолжительности для настраиваемого участка 76

контрольного графика. Возможные значения определяют на основе указанного целевого меланопического светового воздействия и предпочтительной цветовой температуры и вычисляют со ссылкой на таблицу меланопического светового воздействия (таблица 6), таблицу настройки кривой светотерапии (таблица 5) и таблицу меланопических коэффициентов (таблица 3).

В данном примере предполагается, что выбрана предпочтительная цветová температура 5000 кельвинов. Минимально возможную продолжительность настраиваемого временного участка 76 вычисляют путем предположения, что на протяжении всего этого временного участка равномерно применяется максимальный уровень освещенности 2000 люкс: $15600 \text{ люкс-часов} / (2000 \text{ люкс} \times 0,903) = 8,6 \text{ часов}$.

Максимально возможную продолжительность настраиваемого временного участка 76 вычисляют путем предположения, что на протяжении всего этого временного участка равномерно применяется минимальный уровень освещенности 500 люкс: $15600 \text{ люкс-часов} / (500 \text{ люкс} \times 0,903) = 34,6 \text{ часов}$. Однако, поскольку на фазе начальной конфигурации пользователь (в данном примере) ограничен максимальной продолжительностью настраиваемого временного участка контрольного графика в 10 часов (см. таблицу 5), максимальная продолжительность ограничивается 10 часами.

На этой стадии контроллер может одновременно определять и отображать минимально и максимально возможные уровни освещенности для настраиваемого участка контрольного графика. Их также определяют на основе целевого меланопического светового воздействия и принятой предпочтительной цветовой температуры и вычисляют с использованием таблицы меланопического светового воздействия (таблица 6), таблицы конфигурации светотерапии (таблица 5) и таблицы меланопических весовых коэффициентов (см. таблицу 3). Для простоты вычисления в соответствии с по меньшей мере некоторыми примерами контроллер может создавать контрольный график так, чтобы обеспечивать равномерную освещенность света на протяжении всей продолжительности 82 настраиваемого участка 76 контрольного графика 71.

Минимальный уровень освещенности вычисляют в предположении, что для настраиваемого временного участка 76 применяется максимальная продолжительность 82, составляющая 10 часов: $15600 \text{ люкс-часов} / (10 \text{ часов} \times 0,903) = 1728 \text{ люкс}$.

Максимальный уровень освещенности вычисляют в предположении, что применяется минимальная продолжительность, составляющая 2 часа: $15600 \text{ люкс-часов} / (2 \text{ часа} \times 0,903) = 8638 \text{ люкс}$. Тем не менее, так как пользователь настроил максимальный уровень освещенности равным 2000 люкс, максимум ограничивается величиной 2000 люкс.

Вычисленные таким образом максимально и минимально возможные уровни освещенности и продолжительности настраиваемого участка 76 контрольного графика 71 отображаются с использованием дисплея 67 пользовательского интерфейса 26. После этого пользователь может ввести предпочтительную продолжительность или предпочтительный уровень освещенности. Если пользователь вводит предпочтительную продолжительность, контроллер на основе введенной продолжительности вычисляет соответствующий подходящий уровень освещенности для оказания целевого меланопического светового воздействия. Если пользователь вводит предпочтительный уровень освещенности, контроллер аналогичным образом на основе введенного уровня освещенности вычисляет соответствующую подходящую продолжительность для оказания целевого меланопического светового воздействия.

Следует отметить, что хотя в настоящем примере контроллер выполнен с возможностью одновременного вычисления и отображения максимума и минимума

для продолжительности и уровня освещенности настраиваемого участка, в других примерах они могут определяться и отображаться только для одного из них. В соответствии с одним или более примерами то, что нужно вычислять и отображать, может быть установлено пользователем в рамках фазы начальной конфигурации.

В целях настоящего примера для иллюстрации предполагается, что пользователь выбирает предпочтительную продолжительность для настраиваемого участка 76 контрольного графика 71, равной 9 часам. Тогда требуемый уровень освещенности может быть вычислен следующим образом: $15600 \text{ люкс-часов} / (9 \text{ часов} \times 0,903) = 1920 \text{ люкс}$. Это предполагает, что на протяжении всей продолжительности 82 настраиваемого участка 76 графика должен применяться равномерный уровень освещенности.

На основе совокупности введенных предпочтительных значений параметров и вычисленных значений параметров, а также на основе фиксированных значений параметров на протяжении фиксированных временных участков 74a, 74b шаблона 70 контрольного графика контроллер 24 создает контрольный график для значений освещенности и цветовой температуры узла 16 освещения на всю продолжительность периода 78 терапии. Полный созданный график в соответствии с иллюстративными значениями, представленными в приведенном выше примере, показан ниже в таблице 7.

Время начала	Время окончания	Начальная освещенность [люксы]	Конечная освещенность [люксы]	Начальная цветовая температура [кельвины]	Конечная цветовая температура [кельвины]
00:00	06:30	0	0	2700	2700
06:30	07:00	0	300	2700	3000
07:00	07:30	300	300	3000	3000
07:30	18:00	300	1920	3000	5000
08:00	17:00	1920	1920	5000	5000
17:00	17:30	1920	300	5000	3000
17:30	19:00	300	300	3000	3000
19:00	19:30	300	100	3000	2700
19:30	22:00	100	100	2700	2700
22:00	00:00	0	0	2700	2700

Таблица 7

Контроллер 24 выполнен с возможностью при наличии созданного таким образом контрольного графика для светотерапии, показанного в таблице 7, определения для каждой цветовой температуры света на протяжении всего контрольного графика надлежащих уровней мощности каждого из модулей 40, 42 СИД узла 16 освещения, необходимых для достижения этих цветовых температур света. Эти уровни мощности предпочтительно определяют на основе надлежащей таблицы цветовой температуры, хранящейся в первом хранилище 30 данных (для примера узла освещения, изображенного на Фиг. 1, см. таблицу 1 выше).

Как отмечено выше, в соответствии с одним или более примерами уровни мощности могут быть классифицированы с использованием протокола адресации DALI. В таблице 8 показан пример такого набора уровней мощности (DALI) для модуля 40 СИД холодного белого света и модуля 42 СИД теплого света узла 16 освещения примера системы, изображенной на Фиг. 1, полученного на основе значений цветовой температуры примера контрольного графика, приведенного в таблице 7 выше. Таблица цветовой температуры (таблица 1) была использована для вычисления необходимых уровней света DALI для каждой цветовой температуры света.

Время начала	Время окончания	Начальный уровень света (DALI) - модули СИД холодного белого света	Конечный уровень света (DALI) - модули СИД холодного белого света	Начальный уровень света (DALI) - модули СИД теплого света	Конечный уровень света (DALI) - модули СИД теплого света
00:00	06:30	0	0	0	0
06:30	07:00	0	42	0	213
07:00	07:30	42	42	213	213
07:30	18:00	42	190	213	65
08:00	17:00	190	190	65	65
17:00	17:30	190	42	65	213
17:30	19:00	42	42	213	213
19:00	19:30	42	2	213	253
19:30	22:00	2	2	253	253
22:00	00:00	0	0	0	0

Таблица 8

Как уже отмечалось, набор уровней света DALI в таблице 8 вверху был вычислен на основе таблицы цветовой температуры (таблица 1). Однако значения этой таблицы вычисляли на основе предположения, что узел 16 освещения работает с максимальной освещенностью, т.е. 2000 люкс (см. таблицу 2 выше).

В данном примере освещенность ниже максимума, составляющего 2000 люкс, и, следовательно, к уровням мощности в таблице 8 нужно применять поправку.

Для этого контроллер 24 может вычислять отношение между уровнем освещенности на протяжении настраиваемого участка 76 контрольного графика 71 и максимальной освещенностью узла освещения в течение этого периода времени. Затем его применяют в качестве поправочного коэффициента к значениям уровня света DALI таблицы 8, соответствующим настраиваемому временному участку. Получающийся в результате окончательный график уровней DALI показан в таблице 9 внизу.

Время начала	Время окончания	Начальный уровень света (DALI) - модули СИД холодного белого света	Конечный уровень света (DALI) - модули СИД холодного белого света	Начальный уровень света (DALI) - модули СИД теплого света	Конечный уровень света (DALI) - модули СИД теплого света
00:00	06:30	0	0	0	0
06:30	07:00	0	6	0	32
07:00	07:30	6	6	32	32
07:30	18:00	6	182	32	62
08:00	17:00	182	182	62	62
17:00	17:30	182	6	62	32
17:30	19:00	6	6	32	32
19:00	19:30	6	0	32	13
19:30	22:00	0	0	13	13
22:00	00:00	0	0	0	0

Таблица 9

Для данного примера уровень освещенности на протяжении настраиваемого временного участка 76 был установлен на 1920 люкс. Поэтому поправочный коэффициент для значений на протяжении этого участка графика составляет $1920 \text{ люкс} / 2000 \text{ люкс} = 0,96$. Итоговый уровень света DALI для модулей 40 СИД холодного белого света на протяжении настраиваемого участка графика составляет $190 \times 0,96 = 182$. Итоговые уровни света DALI для модулей 42 СИД теплого света на протяжении настраиваемого участка составляет $65 \times 0,96 = 62$.

Такой же процесс поправки можно также применять к фиксированному временному участку 74 контрольного графика. Освещенность на протяжении этого участка меняется, и во всех случаях она значительно ниже освещенности на протяжении всего

настраиваемого временного участка 76. Вычисление поправочных коэффициентов для каждого уровня освещенности на протяжении фиксированного участка не будет досконально повторено здесь, т.к. специалисту в данной области очевидно, как выполнять необходимые вычисления. В качестве одного примера освещенность в момент времени 07:00 составляет 300 люкс. Поэтому поправочный коэффициент будет $300/2000 = 0,15$. Применение этого поправочного коэффициента к уровням света DALI таблицы 8 для момента времени 07:00 дает значение 6 ($= 42 \times 0,15$) для модулей 40 СИД холодного белого света и 32 ($= 213 \times 0,15$) для модулей 42 СИД теплого света.

В соответствии по меньшей мере с некоторыми примерами скорректированные уровни света DALI для фиксированных временных участков каждого шаблона 70 контрольного графика могут быть предварительно вычислены и сохранены в первом хранилище 30 данных для каждого узла освещения, совместимого с системой освещения. Это возможно, поскольку уровни освещенности на протяжении фиксированного участка предварительно установлены. Предварительное сохранение скорректированных уровней света DALI для каждого шаблона контрольного графика может повысить эффективность обработки системы при создании каждого полного контрольного графика 71.

После того, как скорректированный график уровней света получен, как в примере таблицы 9, он может быть сохранен, например, в третьем хранилище 34 данных.

На этом фаза предписания светотерапии завершена. Конечной фазой является фаза выполнения светотерапии, на которой выполняют созданный контрольный график.

В соответствии с этой фазой контроллер 24 выполнен с возможностью управления узлом 16 освещения для изменения уровней модулей 40, 42 СИД в соответствии с полученным графиком уровней света (таблица 9).

Для этого контроллер 24 выполнен с возможностью осуществления следующих серий этапов рекуррентно (т.е. через равные промежутки времени):

1. Извлечение или считывание сохраненного графика уровней света (таблица 9).
2. Определение текущего времени.

3. Определение строки графика уровней света, соответствующей текущему времени, и тем самым определение требуемого уровня света DALI для модулей 40 СИД холодного белого света и модулей СИД теплого белого света для текущего времени. Контроллер может быть выполнен так, что в том случае, когда текущее время попадает между точками времени графика уровней света, он предполагает, что уровень света должен линейно увеличиваться или уменьшаться между точками времени. Например, как видно из таблицы 8, если бы это был момент времени 07:45, уровень света для модулей 40 СИД холодного белого света был бы установлен посередине между 6 и 182, т.е. на уровне 94. Модули 42 СИД теплого света были бы установлены на середину между 32 и 62, т.е. на 47.

4. Сообщение требуемого уровня света для каждого из модулей 40, 42 СИД в данной точке времени контроллеру 44 узла освещения.

После этого контроллер 44 узла освещения дает команды модулю 46 драйвера узла освещения в соответствии с принятым требуемым уровнем света. Затем модуль драйвера (в данном случае модуль драйвера DALI) управляет модулями 40, 42 СИД соответствующим образом.

В качестве примера, не имеющего ограничительного характера, контроллер может быть выполнен с возможностью повтора приведенных выше серий этапов каждые 10 секунд, или каждые 30 секунд, или каждые 5 секунд в зависимости от того, насколько близко отстоят друг от друга разные точки времени контрольного графика.

В соответствии с одним или более вариантами реализации система 12 освещения

может дополнительно содержать один или более датчиков для обеспечения обратной связи при управлении узлом освещения или при создании контрольного графика 71. В качестве примера приведенный на Фиг. 1 пример узла освещения содержит узел 50 таких датчиков, в число которых входят датчик 54 присутствия, датчик 56 состояния 5 глаз и датчик 58 уровня света. Датчики могут, например, способствовать контуру обратной связи, причем контрольный график может быть скорректирован в соответствии с показаниями с датчика(-ов). Другие примеры систем 12 освещения не содержат ни одного из этих датчиков или могут содержать подмножество из одного или более из этих датчиков, а также, при необходимости, другие дополнительные или 10 альтернативные датчики. Могут быть предусмотрены более одного датчика любого данного типа.

В соответствии с примерами может быть предусмотрен датчик 54 присутствия, функционально соединенный с контроллером 24 и выполненный с возможностью использования для обнаружения того, присутствует ли пациент в непосредственной 15 близости от узла освещения. Датчик присутствия может быть выполнен с возможностью обнаружения присутствия или отсутствия пользователя (такого, как пациента) на пути выходного света источника 16 освещения. Траектория пути выходного света источника света может быть известна заранее (например, когда система имеет фиксированное пространственно расположение), и в таком случае датчик присутствия может быть 20 выполнен таким образом, чтобы иметь фиксированное поле обзора, направленное на местоположение проекции узла освещения. Например, если обратиться к Фиг. 2, понятно, что путь выходного света источника 16 освещения направлен на койку 66 пациента. В данном случае датчик присутствия может быть выполнен таким образом, чтобы иметь поле обзора, направленное по меньшей мере на подобласть койки.

Контроллер может быть выполнен с возможностью приостановки выполнения контрольного графика при обнаружении отсутствия пациента и продолжения контрольного графика при обнаружении возвращения пациента. Это гарантирует, что 25 части запланированной терапии не будут пропущены и пациент получит полное предписанное меланопическое световое воздействие.

В альтернативном варианте реализации контроллер 24 может быть выполнен с 30 возможностью коррекции продолжительности, и/или освещенности, и/или цветовой температуры выходного света на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика на основе показаний с датчика, чтобы гарантировать оказание целевого светового воздействия. График 71 может быть продлен 35 или освещенность может быть увеличена на протяжении настраиваемого участка 76 так, чтобы пациент получил полное целевое меланопическое световое воздействие в предположении, что он будет присутствовать на протяжении оставшегося участка скорректированного графика.

В соответствии с одним или более примерами система может содержать датчик 56 40 состояния глаз, выполненный с возможностью определения, открыты ли глаза пациента или закрыты. Это может быть датчик слежения за глазами, или это может быть камера или оптический датчик другого рода, или это может быть датчик любой другой формы, пригодной для указанной цели, такой как ультразвуковой или акустический датчик. Датчик может быть выполнен с возможностью обнаружения только изменения 45 состояния глаз (т.е. не абсолютного состояния), и поэтому ему может быть нужна калибровка. В альтернативном варианте реализации датчик может быть выполнен с возможностью обнаружения в любой данный момент, открыты ли глаза пациента или закрыты.

Контроллер может быть выполнен с возможностью коррекции контрольного графика на основе показаний с датчика. Например, контроллер может приостанавливать выполнение контрольного графика при обнаружении того, что глаза пациента закрыты, и продолжать выполнение контрольного графика при обнаружении, что глаза пациента снова открыты.

В альтернативном варианте реализации по меньшей мере настраиваемый участок 76 контрольного графика 71 может быть продлен по времени, или уровень освещенности на протяжении настраиваемого участка может быть увеличен, чтобы компенсировать время, в течение которого обнаруживалось, что глаза пациента закрыты.

В частности, контроллер 24 может быть выполнен с возможностью коррекции продолжительности, и/или освещенности, и/или цветовой температуры выходного света на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика на основе показаний с датчика, чтобы гарантировать оказание целевого светового воздействия.

Контроллер 24 может быть выполнен таким образом, чтобы на основе показаний с датчика состояния глаз в течение заданного периода обнаружения вычислять совокупный период времени, в течение которого глаза пользователя были закрыты, и продлевать продолжительность по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика на этот совокупный период времени.

Дополнительно или в качестве альтернативы к показаниям с датчика глаз контроллер 24 может быть при необходимости выполнен с возможностью обмена данными со связанной системой мониторинга пациентов. Система мониторинга пациентов может хранить или быть иным образом выполнена с возможностью обеспечения контроллеру информации о другой терапии или медикаментозном лечении, проводимом для пациента, или о других физиологических параметрах пациента. Пример системы мониторинга пациентов схематически изображен на Фиг. 1.

В соответствии с одним или более примерами система может содержать датчик света для определения уровня свет вблизи или в положении пациента, которому нужно провести светотерапию. Предпочтительно датчик расположен или выполнен с возможностью определения уровня света в положении вблизи глаз пациента. В соответствии с некоторыми примерами контроллер 24 может быть выполнен с возможностью увеличения освещенности выходного света источника 16 освещения в ответ на обнаружение того, что уровень света возле глаз пациента ниже указанного в контрольном графике для данного момента времени, и наоборот, уменьшения уровня свете, если измеренный уровень света выше ожидаемого уровня света для данного момента времени. В последнем случае снижение освещенности может предотвратить передозировку света, которая может быть вредной для пациента, или может влиять на эффективность терапии. Датчик позволяет регулировать освещенность узла освещения в соответствии, например, с уровня окружающего света, чтобы большие количества внешнего света могли быть компенсированы путем снижения освещенности источника освещения.

В соответствии с примерами в более общем смысле контроллер может быть выполнен с возможностью коррекции продолжительности, и/или освещенности, и/или цветовой температуры выходного света на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика на основе показаний с датчика, чтобы гарантировать оказание целевого светового воздействия, и при этом, при необходимости, датчик уровня света расположен вблизи глаза или глаз пользователя.

В соответствии с одним или более примерами система 12 светотерапии может

содержать все три вышеописанных датчика. Комбинация всех трех датчиков может позволить системе выводить приблизительную меру фактического меланопического светового воздействия, получаемого пациентом. Три датчика в совокупности способны учитывать моменты отсутствия пациента, а также моменты, когда пациент присутствует, но его глаза закрыты, а также измеренный уровень света, получаемого в положении пациента.

Такая комбинация параметров позволяет более точно оказывать требуемое целевое меланопическое световое воздействие. Например, как отмечено выше, график терапии может быть скорректирован в зависимости от показаний с датчиков так, чтобы можно было более точно оказать целевое меланопическое воздействие.

В примере на Фиг. 1, рассмотренном выше, в качестве узла 16 освещения взята панель освещения, содержащая два набора модулей СИД: модули СИД холодного белого света и модули СИД теплого света. Однако в соответствии с другими примерами могут быть использованы другие узла освещения. Возможно использование узла освещения, содержащего модуль СИД одного типа (например, только холодного света или только теплого света). Возможно использование узла освещения, содержащего модули СИД более двух типов, например, три, четыре или более четырех (например, модули СИД холодного, теплого и среднего света или комбинацию СИД различных цветов).

Использование большего количества модулей СИД может позволить достигать более широкого диапазона цветовых температур света. Это может увеличить шанс выбора пациентами конкретных цветов света, предпочитаемых ими, или может обеспечить клиническому врачу более широкий диапазон клинических возможностей, когда цвет света является клиническим фактором. Кроме того, так как меланопическое воздействие света зависит от цвета, расширение диапазона доступных цветов может повысить точность, с которой может быть оказано меланопическое световое воздействие, или обеспечить больше вариантов конфигурации для обеспечения данного светового воздействия.

Биологическое воздействие света на окружающую среду («меланопическое воздействие») зависит от продолжительности воздействия светом, интенсивности обеспечиваемого света (т.е. от освещенности) и цветовой температуры света. Также важно отметить, что свет влияет на циркадный ритм только в том случае, если он действительно принимается зрительными рецепторами в глазе. Следовательно, воздействие света зависит также от пропорции времени, когда глаза открыты или закрыты, и проницаемости хрусталика глаз. Известно, что проницаемость хрусталика глаз уменьшается с возрастом.

Соответственно, в соответствии с одним или более примерами контрольный график 71 может быть адаптирован в зависимости от возраста пациента. Например, значения уровня света графика уровня света в таблице 9 или значения освещенности контрольного графика в таблице 7 могут быть скорректированы путем применения соответствующего возрастного поправочного коэффициента. Возрастные поправочные коэффициенты могут повышаться с увеличением возраста, чтобы увеличивать применяемую освещенность для пожилых пациентов. Аналогичным образом поправочные коэффициенты могут быть настроены таким образом, чтобы уменьшать применяемую освещенность для более молодых пациентов, имеющих более высокую проницаемость хрусталика глаз.

Пример набора возрастных поправочных коэффициентов показан в таблице 10 внизу.

Возраст пациента	Поправочный коэффициент на возраст
1	0,11

2	0,11
3	0,12
...	...
50	0,53
...	...
75	100
...	...
100	2,14

Таблица 10

В соответствии с одним или более примерами возраст пациента может быть извлечен из системы управления данными пациентов, с которой связан с возможностью обмена данными контроллер. Это проиллюстрировано на Фиг. 1, где показана необязательная система 60 управления данными пациентов, содержащая систему 62 электронных медицинских записей и систему 64 мониторинга пациентов. Система управления данными пациентов может быть внешней для системы 12 светотерапии и быть простой связанной с возможностью обмена данными с контроллером 24. Возраст пациентов может храниться в системе 62 электронных медицинских записей.

В соответствии с одним или более примерами система 64 мониторинга пациентов может быть выполнена с возможностью хранения и/или контроля информации, касающейся других вспомогательных терапий, проводимых для пациента, или других контролируемых физиологических параметров пациента. Эта информация может быть использована в дополнение или вместо данных, обеспечиваемых какими-либо датчиками, и/или информации, извлекаемой из системы 62 электронных медицинских записей.

Например, система 64 мониторинга пациентов может обеспечивать информацию о текущем уровне воздействия седативными средствами и/или стадии сна пациента. Если пациент находится под глубоким воздействием седативных средств, то это указывает, независимо от любых данных датчика состояния глаз, на то, что глаза пациента могут быть закрыты. Таким образом, в примерах данные из системы мониторинга пациентов могут быть использованы в качестве альтернативы или дополнения, например, к показаниям с датчика состояния глаз, описанного выше. К тому же эти данные могут быть использованы аналогичным описанному выше образом для адаптации контрольного графика 71 терапии, чтобы лучше обеспечивать оказание целевого меланопического светового воздействия.

Дополнительно или в качестве альтернативы в соответствии с одним или более примерами контрольный график 71 может быть скорректирован в соответствии с совокупной продолжительностью пребывания пациента. В частности, клинический врач может пожелать изменить применяемую светотерапию в зависимости от того, как долго пациент находится в клинических условиях (например, в больнице). Соответственно, к уровням света или уровням освещенности контрольного графика может быть применен «поправочный коэффициент на продолжительность пребывания», причем этот коэффициент увеличивается в зависимости от общего количества времени, в течение которого пациент уже находится на лечении в больнице или клинике.

Клинический врач может решить, например, уменьшить уровень освещенности на протяжении настраиваемого участка контрольного графика в первый день пребывания в отделении больницы (например, в ОИТ), а в последующем вернуть уровни освещенности к нормальным. Клинический врач может также решить постепенно уменьшать применяемые уровни света, начиная с 5-го дня и далее, в предположении, что по истечении этого периода времени циркадный ритм пациента восстановился. Пример набора таких поправочных коэффициентов показан в таблице 12 внизу.

Совокупная продолжительность пребывания пациента может быть извлечена из соединенной с возможностью обмена данными системы 60 управления данными пациентов.

5	Совокупная продолжительность пребывания [дни]	Поправочный коэффициент
	1	0,75
	2	1,00
	3	1,00
	4	1,00
	5	0,90
10	6	0,80
	>6	0,75

Таблица 11

В примерах, описанных выше, приводился пример шаблона 70 контрольного графика, содержащий один настраиваемый временной участок 76, окруженный с обоих концов фиксированным временным участком 74, разделенным на два участка 74a, 74b. Однако в соответствии с еще одними примерами вместо него могут быть использованы другие шаблоны графика. В частности, могут быть предусмотрены хранящиеся в третьем хранилище 34 данных один или более шаблонов контрольного графика, которые содержат множество настраиваемых временных участков. Пример показан в графическом виде на Фиг. 7. Этот пример содержит два настраиваемых участка 90, 92, причем они отделены друг от друга набором промежуточных фиксированных временных участков 94, 96, 98. Каждый из настраиваемых участков имеет отдельно настраиваемые продолжительность 102, 106 и максимальный уровень 104, 108 освещенности. В целях иллюстрации на Фиг. 7 настраиваемые участки показаны заполненными, хотя должно быть понятно, что эти участки в действительности будут отсутствовать в реальном шаблоне, причем контроллер выполнен с возможностью их заполнения.

В соответствии с любым примером фиксированный временной участок или участки шаблона контрольного графика, если такой шаблон используют, может принимать форму любой конкретной тенденции или структуры. Предпочтительно, что средняя освещенность на протяжении фиксированных участков ниже средней освещенности на протяжении любого из настраиваемых участков.

Хотя в приведенных выше примерах контрольный график создается контроллером 24 на основе шаблона 70 контрольного графика, в альтернативных примерах такой шаблон может не использоваться. Уровни освещенности графика в течение всей продолжительности периода 78 терапии устанавливаются контроллером так, чтобы на протяжении периода терапии узлом освещения оказывалось целевое меланопическое световое воздействие.

Как обсуждалось выше, в вариантах реализации может быть использован контроллер. Контроллер может быть реализован множеством способов с помощью программного и/или аппаратного обеспечения для выполнения различных требуемых функций. Процессор является одним примером контроллера, использующего один или более микропроцессоров, которые могут быть запрограммированы с помощью программного обеспечения (например, микрокода) для выполнения требуемых функций. Однако контроллер может быть осуществлен с использованием или без использования процессора, и также может быть осуществлен в виде сочетания специализированного оборудования для выполнения некоторых функций и процессора (например, в виде одного или более программируемых микропроцессоров и связанной с ними схемой) для выполнения других функций.

В число примеров компонентов контроллера, которые могут быть использованы в различных вариантах реализации настоящего изобретения, входят без ограничений обычные микропроцессоры, специализированные интегральные схемы (ASIC) и программируемые пользователем вентильные матрицы (FPGA).

В различных вариантах реализации процессор или контроллер может быть связан с одним или более носителями информации, такими как энергозависимая и энергонезависимая память компьютера, например, ОЗУ, ППЗУ, СППЗУ и ЭСППЗУ. Носители информации могут быть закодированы с помощью одной или более программ, которые при исполнении одним или более процессоров и/или контроллеров, выполняют требуемые функции. Различные носители информации могут быть зафиксированы внутри процессора или контроллера или могут быть выполнены с возможностью переноса, чтобы одну или более хранящихся на них программ можно было загружать в процессор и/или контроллер.

При использовании на практике данного заявленного изобретения, изучении чертежей, описания и приложенной формулы изобретения специалистами в данной области могут быть придуманы и осуществлены другие изменения к описанным вариантам реализации. В формуле изобретения слово «содержащий/включающий» не исключает другие элементы или этапы, а грамматические средства выражения единственного числа не исключают множественного числа. Сам факт того, что определенные меры изложены во взаимно отличающихся различных пунктах формулы, не означает того, комбинация этих мер не может быть использована эффективно. Никакие номера позиций в формуле изобретения не следует рассматривать как ограничивающие объем изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Система (12) светотерапии, содержащая:
узел (16) освещения, выполненный с возможностью создания выходного света (68), имеющего управляемую освещенность и цветовую температуру; и
контроллер (24), функционально соединенный с узлом (16) освещения и выполненный с возможностью:

приема входных данных (28), указывающих целевое меланопическое световое воздействие для оказания узлом освещения;

извлечения из хранилища (32) данных одного или более меланопических весовых коэффициентов, соответствующих относительно меланопическому воздействию разных цветовых температур света;

создания на основе меланопических весовых коэффициентов контрольного графика (71) для управления значениями освещенности и цветовой температуры узла (16) освещения во времени так, чтобы в целом на протяжении заданного периода (78) терапии оказать целевое меланопическое световое воздействие; и

управления узлом (16) освещения в соответствии с контрольным графиком (71).

2. Система (12) светотерапии по п. 1, в которой контроллер (24) также выполнен с возможностью приема данных цветовых настроек, указывающих одно или более предпочтительных значений цветовой температуры, и создания контрольного графика так, чтобы цветовая температура выходного света в течение по меньшей мере части периода терапии имела предпочтительное значение цветовой температуры.

3. Система (12) светотерапии по п. 1 или 2, в которой контроллер (24) выполнен с возможностью создания контрольного графика (71) на основе предварительно сохраненного шаблона (70) графика, содержащего фиксированный временной участок

(74) и настраиваемый временной участок (76), причем контроллер выполнен с возможностью определения настраиваемого участка, и при этом два участка в совокупности настраивают таким образом, чтобы оказывать целевое меланопическое световое воздействие.

5 4. Система (12) светотерапии по п. 3, в которой контроллер (24) может быть выполнен с возможностью создания контрольного графика (71) так, чтобы средний уровень освещенности на протяжении настраиваемого временного участка (76) был больше среднего уровня освещенности на протяжении фиксированного временного участка (74).

10 5. Система (12) светотерапии по п. 3 или 4, в которой предварительно сохраненный шаблон графика содержит настраиваемые временные участки (90, 92), отделенные друг от друга промежуточными фиксированными временными участками (94, 96, 98).

6. Система (12) светотерапии по любому из предшествующих пунктов, в которой контроллер (24) может быть выполнен с возможностью дополнительного извлечения
15 из хранилища (30) данных указания верхнего и нижнего пределов для освещенности выходного света (68) в течение периода (78) терапии и указания верхнего и нижнего пределов для продолжительности (82) по меньшей мере настраиваемого временного участка (76) периода терапии и создания по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика (71) в соответствии с этими значениями.

20 7. Система (12) светотерапии по п. 6, дополнительно содержащая пользовательское устройство (26) ввода для приема входных данных (28), указывающих целевое меланопическое световое воздействие, и пользовательские устройства (26, 67) вывода, и при этом контроллер (24) выполнен таким образом, чтобы перед приемом целевого меланопического светового воздействия:

25 определять на основе верхнего и нижнего пределов для значений освещенности и продолжительности минимальное и максимальное меланопическое световое воздействие, которое может быть осуществлено с использованием узла (16) освещения для каждого набора цветовых температур света; и

30 управлять пользовательским устройством (26, 67) вывода для сообщения указанных определенных верхних и нижних пределов для каждой цветовой температуры.

8. Система (12) светотерапии по п. 6 или 7, в которой контроллер (24) дополнительно выполнен с возможностью:

35 определения на основе верхнего и нижнего пределов для продолжительности и освещенности максимального и минимального значений по меньшей мере одного из следующих параметров, достаточных для обеспечения целевого меланопического светового воздействия:

цветовая температура выходного света (68) на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка (76) контрольного графика (71),

40 продолжительность (82) по меньшей мере настраиваемого временного участка контрольного графика и

уровень освещенности выходного света на протяжении по меньшей мере регулируемого временного участка контрольного графика;

управления пользовательским устройством (26, 27) вывода для сообщения указанных максимальных и минимальных значений;

45 приема из пользовательского устройства (26) ввода входных данных, указывающих предпочтительное значение для одного или более из указанных параметров; и

создания контрольного графика (71) так, чтобы выходной свет (68) в течение по меньшей мере части периода (78) терапии соответствовал указанным предпочтительным

значениями.

9. Система (12) светотерапии по любому из предшествующих пунктов, в которой хранилище (30, 32, 34) данных содержится в контроллере (24) или в которой хранилище данных удалено от системы (12) светотерапии.

10. Система (12) светотерапии по любому из предшествующих пунктов, в которой узел (16) освещения системы содержит источники света, каждый из которых имеет соответствующий профиль спектра излучения, и при этом управление цветовой температурой выходного света (68) включает в себя определение уровней света для каждого из источников света на основе предварительно сохраненных данных конфигурации.

11. Система (12) светотерапии по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая датчик состояния глаз для определения того, открыты ли глаза пользователя или закрыты, причем датчик функционально соединен с контроллером (24), а контроллер выполнен с возможностью коррекции продолжительности (82), и/или освещенности (84), и/или цветовой температуры выходного света (68) на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка (76) контрольного графика (71) на основе показаний датчика, чтобы гарантировать оказание целевого светового воздействия, и, при необходимости, при этом

контроллер (24) выполнен с возможностью вычисления на основе показаний с датчика состояния глаз в течение заданного периода обнаружения совокупного периода времени, в течение которого глаза пользователя были закрыты, и увеличения продолжительности (82) по меньшей мере настраиваемого временного участка (76) контрольного графика на этот совокупный период времени.

12. Система (12) светотерапии по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая датчик присутствия, функционально соединенный с контроллером (24) и выполненный с возможностью в процессе использования обнаруживать присутствие или отсутствие пользователя в пределах светового пути узла (16) освещения, и при этом контроллер (24) выполнен с возможностью регулирования продолжительности (82), и/или освещенности (84), и/или цветовой температуры выходного света (68) на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка (76) контрольного графика (71) на основе показаний датчика, чтобы гарантировать оказание целевого меланопического светового воздействия.

13. Система (12) светотерапии по любому из предшествующих пунктов, также содержащая датчик уровня света, выполненный с возможностью определения света вблизи пользователя, и в которой контроллер (24) выполнен с возможностью регулирования продолжительности (82), и/или освещенности (84), и/или цветовой температуры выходного света (68) на протяжении по меньшей мере настраиваемого временного участка (76) контрольного графика (71) на основе показаний датчика, чтобы гарантировать оказание целевого светового воздействия, и при этом, при необходимости, датчик уровня света расположен вблизи глаза или глаз пользователя.

14. Система (12) светотерапии по любому из предшествующих пунктов, в которой контроллер (24) также выполнен с возможностью:

извлечения из хранилища (62) данных указания возраста пользователя;

извлечения из хранилища (62) данных набора возрастных весовых коэффициентов, основанных на средней чувствительности к свету пользователей разных возрастов; и

регулирования продолжительности (82), и/или освещенности (84), и/или цветовой температуры выходного света (68) на протяжении по меньшей мере настраиваемого

временного участка (76) контрольного графика (71) на основе извлеченного возраста и извлеченных весовых коэффициентов, чтобы гарантировать оказание целевого светового воздействия.

15. Способ светотерапии, включающий управление узлом (16) освещения для оказания целевого меланопического светового воздействия, причем узел освещения выполнен с возможностью создания выходного света (68), имеющего управляемую освещенность и цветовую температуру, при этом способ включает:

прием входных данных (28), указывающих целевое меланопическое световое воздействие для оказания узлом освещения;

извлечение из хранилища данных (32) одного или более меланопических весовых коэффициентов, соответствующих относительному меланопическому воздействию разных цветовых температур света;

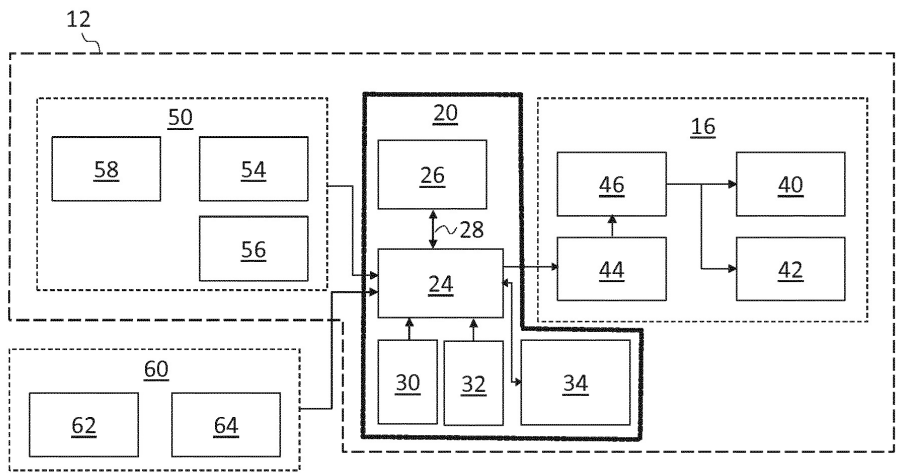
создание на основе меланопических весовых коэффициентов контрольного графика (71) для регулирования значений освещенности и цветовой температуры узла (16)

освещения во времени так, чтобы оказывать целевое меланопическое световое воздействие в целом на протяжении заданного периода (78) терапии; и

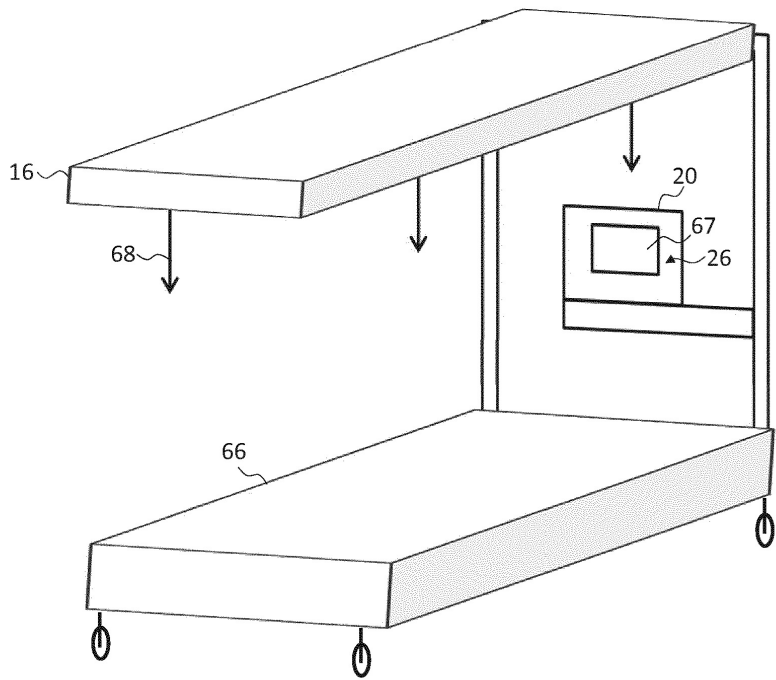
управление узлом (16) освещения в соответствии с контрольным графиком.

1

1 / 4

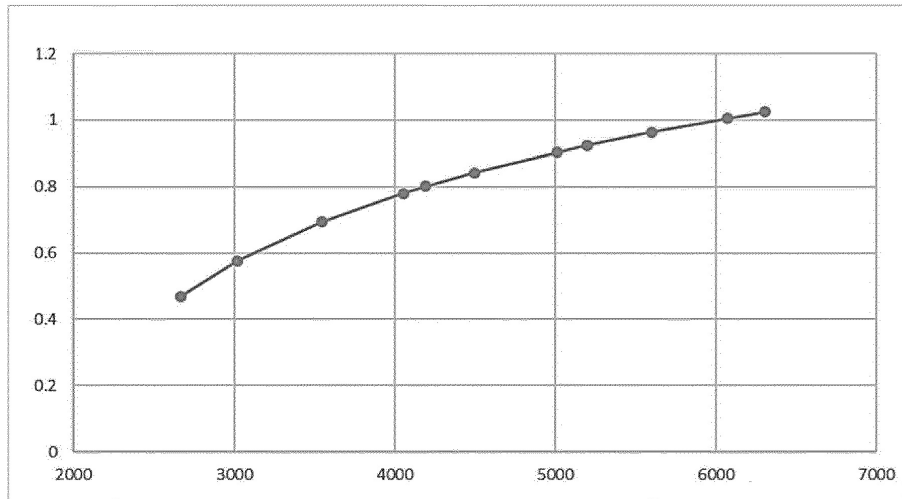


ФИГ. 1

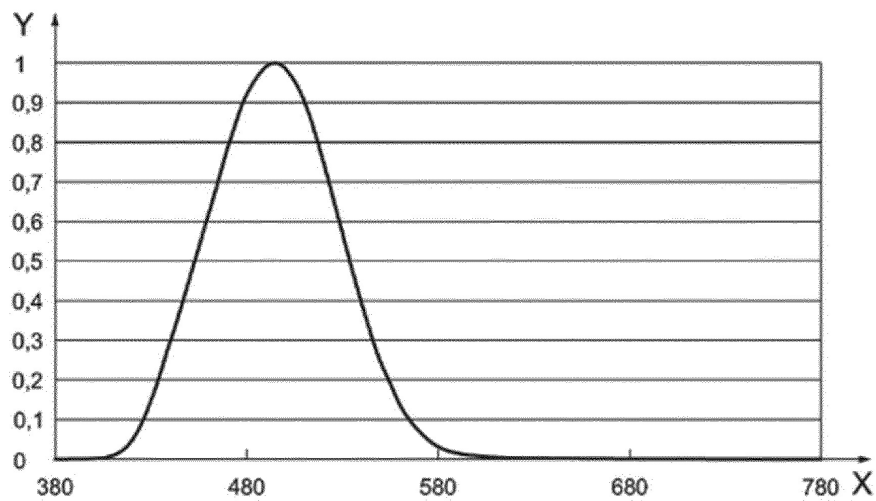


ФИГ. 2

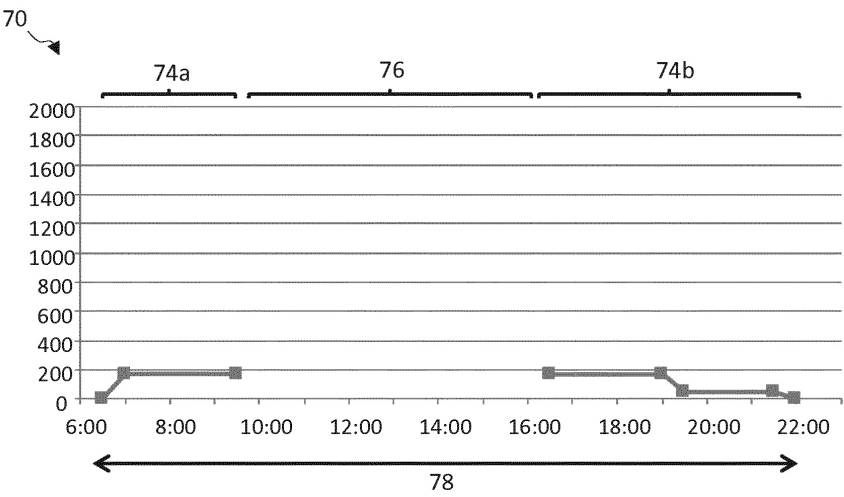
2



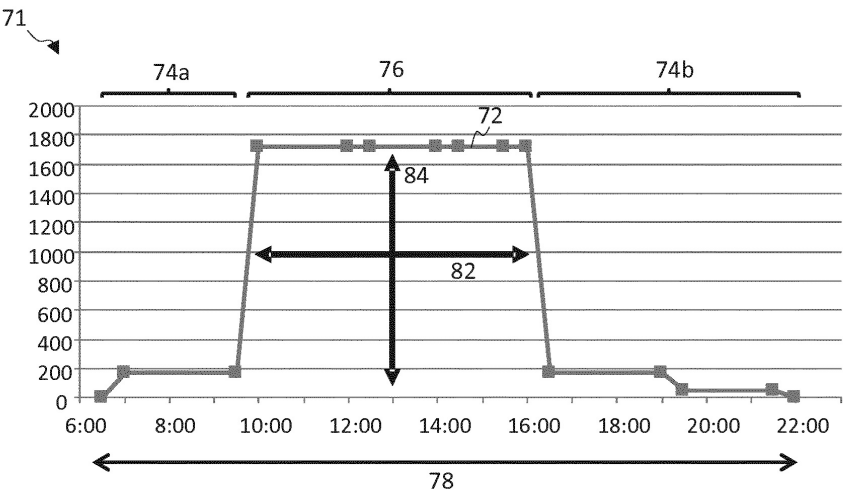
ФИГ. 3



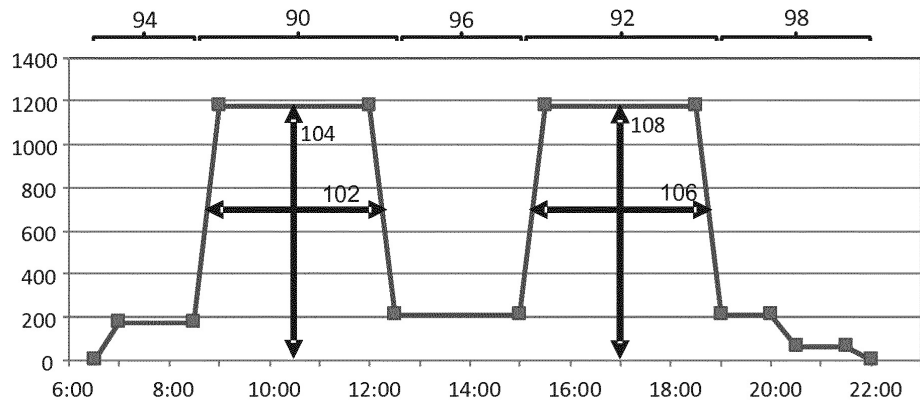
ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7