



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*A61B 5/0482* (2006.01); *A61B 5/4812* (2006.01); *A61M 21/02* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015149209, 01.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.04.2014Дата регистрации:  
14.01.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
17.04.2013 US 61/812,908

(43) Дата публикации заявки: 22.05.2017 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 14.01.2019 Бюл. № 2

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 17.11.2015

(86) Заявка РСТ:  
IB 2014/060344 (01.04.2014)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2014/170781 (23.10.2014)Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО  
"Юридическая фирма Городиский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

**ГАРСИЯ МОЛИНА** Гари Нельсон (NL),  
**БЕЛЛЕСИ** Мишель (NL),  
**РИДНЕР** Бреди Александер (NL),  
**ТОНОНИ** Джулио (NL)

(73) Патентообладатель(и):

**КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В.** (NL),  
**ВИСКОНСИН АЛЮМНИ РИСЕРЧ**  
**ФАУНДЕЙШН** (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2012253221 A1, 04.10.2012. RU 2214931 C2, 27.10.2003. RU 2304988 C2, 27.08.2007. UA 50019 A, 15.10.2002. US 2009082639 A1, 26.03.2009. JP 2011159108 A, 18.08.2011. LANDSNESS E.C. Sleep-dependent improvement in visuomotor learning: a causal role for slow waves. Sleep. 2009 Oct;32(10):1273-84.

(54) **КОРРЕКТИРОВКА ИНТЕНСИВНОСТИ СЕНСОРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ МЕДЛЕННЫХ ВОЛН СНА**

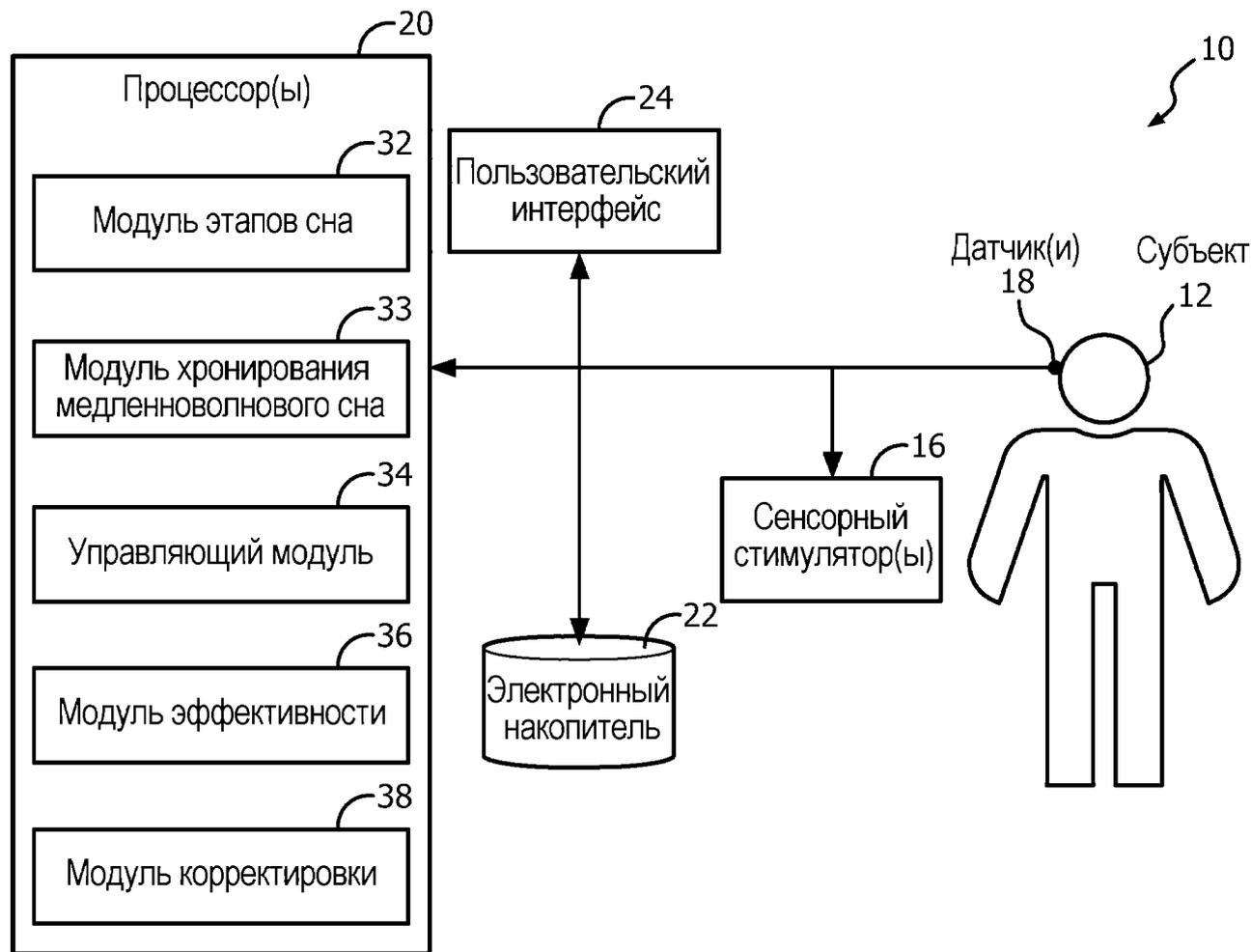
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицине и может быть использована для управления текущим сеансом сна субъекта. Группа изобретений представлена системами и способом управления текущим сеансом сна субъекта (12). Система (10) управления содержит один или более сенсорных стимуляторов (16), один или более датчиков (18) и один или более процессоров (20). Модули компьютерной программы содержат модуль (32) этапов сна, модуль (33) хронирования

медленноволнового сна, управляющий модуль (34), модуль (36) эффективности и модуль (38) корректировки. Генерируют выходные сигналы о текущем этапе сна субъекта. Определяют текущий этап сна субъекта. Определяют, находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне. Определяют отдельные периоды времени медленноволнового сна во время текущего сеанса сна. Управляют одним или более сенсорными стимуляторами для

предоставления сенсорных стимулов заданной интенсивности субъекту в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна. Определяют эффективность предоставляемых сенсорных стимулов. Предписывают одному или более сенсорным стимуляторам увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов на основании определяемой эффективности. Повторяют определения эффективности и увеличения интенсивности один или более раз в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна. Предписывают одному или более сенсорным стимуляторам увеличивать интенсивность предоставляемых

сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности или прекращать предоставление сенсорной стимуляции субъекту в ответ на уровень пробуждения. Группа изобретений позволяет эффективно управлять текущим сеансом сна субъекта за счет возможности генерировать выходные сигналы, которые несут непосредственную или опосредованную информацию о текущем сеансе сна, определения отдельных периодов времени медленноволнового сна, которые начинаются и заканчиваются через предварительно определяемое время, определения эффективности и увеличения или уменьшения интенсивности. 3 н. и 12 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ.1

RU 2677008 C2

RU 2677008 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*A61B 5/0482* (2006.01)  
*A61M 21/02* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*A61B 5/0482* (2006.01); *A61B 5/4812* (2006.01); *A61M 21/02* (2006.01)(21)(22) Application: **2015149209, 01.04.2014**(24) Effective date for property rights:  
**01.04.2014**Registration date:  
**14.01.2019**

Priority:

(30) Convention priority:  
**17.04.2013 US 61/812,908**(43) Application published: **22.05.2017** Bull. № 15(45) Date of publication: **14.01.2019** Bull. № 2(85) Commencement of national phase: **17.11.2015**(86) PCT application:  
**IB 2014/060344 (01.04.2014)**(87) PCT publication:  
**WO 2014/170781 (23.10.2014)**Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO  
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**GARSIYA MOLINA Gari Nelson (NL),  
BELLESI Mishel (NL),  
RIDNER Bredi Aleksander (NL),  
TONONI Dzhulio (NL)**

(73) Proprietor(s):

**KONINKLEJKE FILIPS N.V. (NL),  
VISKONSIN ALYUMNI RISERCH  
FAUNDEJSHN (US)**(54) **ADJUSTMENT OF SENSORY STIMULATION INTENSITY TO ENHANCE SLEEP SLOW WAVE ACTIVITY**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: group of inventions relates to medicine and can be used to control a subject's current sleep session. Group of inventions is represented by systems and method of controlling the current sleep session of subject (12). Control system (10) comprises one or more sensory stimulators (16), one or more sensors (18), and one or more processors (20). Computer program modules comprise sleep stage module (32), slow-wave sleep timing module (33), control module (34), efficiency module (36) and adjustment module (38). Output signals about the current stage of the subject's sleep are generated.

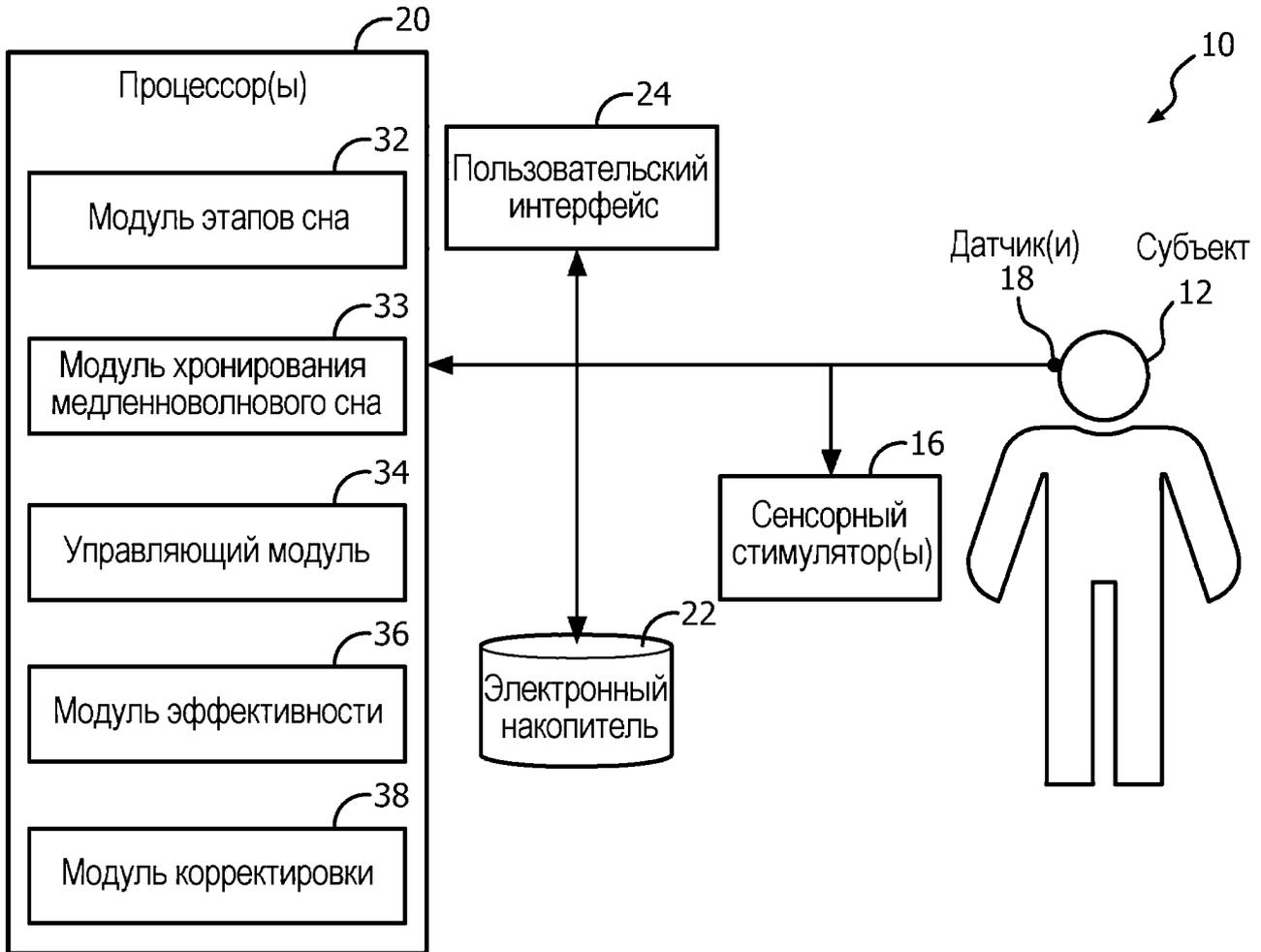
Current sleep stage of the subject is determined. It is determined whether the subject is currently in slow-wave sleep. Separate periods of slow-wave sleep during the current sleep session are determined. One or more sensory stimulators are controlled to provide sensory stimuli of a given intensity to the subject for separate periods of slow-wave sleep. Effectiveness of the sensory stimuli provided is determined. One or more sensory stimulators are instructed to increase the intensity of sensory stimuli provided on the basis of the determined efficiency. Determination of the efficiency and increase in the intensity of one or more times during separate periods of time of slow-wave sleep are repeated. One

or more sensory stimulators are instructed to increase the intensity of sensory stimuli provided to the third intensity level or to stop providing sensory stimulation to the subject in response to the awakening level.

EFFECT: group of inventions enables to efficiently manage the subject's current sleep session due to the

ability to generate output signals that carry direct or indirect information about the current sleep session, determine separate periods of slow-wave sleep, which begin and end after a predetermined time, determine the efficiency and increase or decrease of the intensity.

15 cl, 5 dwg



ФИГ.1

RU 2677008 C2

RU 2677008 C2

## Уровень техники

## 1. Область техники, к которой относится изобретение

[01] Настоящее раскрытие относится к системе и способу управления текущим сеансом сна субъекта. Один или несколько сенсорных стимуляторов постепенно увеличивают интенсивность сенсорных стимулов, предоставляемых субъекту во время периодов медленноволнового сна.

## 2. Описание связанной области

[02] Известны системы мониторинга сна. Известна сенсорная стимуляция во время сна. Сенсорную стимуляцию во время сна часто применяют длительное время с интервалами и/или интенсивностями, которые не соответствуют паттернам сна субъекта. В настоящем раскрытии преодолены недостатки систем известного уровня техники.

## КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ

[03] Соответственно, один или несколько аспектов настоящего раскрытия относятся к системе, выполненной с возможностью управлять текущим сеансом сна субъекта.

Система содержит один или несколько сенсорных стимуляторов, один или несколько датчиков, и один или несколько процессоров. Один или несколько сенсорных стимуляторов выполнены с возможностью предоставлять сенсорные стимулы субъекту. Один или несколько датчиков выполнены с возможностью генерировать выходные сигналы, несущие информацию, связанную с текущим этапом сна субъекта во время текущего сеанса сна. Один или несколько процессоров выполнены с возможностью исполнять модули компьютерной программы. Модули компьютерной программы содержат модуль этапов сна, модуль хронирования медленноволнового сна, управляющий модуль, модуль эффективности и модуль корректировки. Модуль этапов сна выполнен с возможностью определять текущий этап сна субъекта на основании выходных сигналов. Модуль этапов сна выполнен с возможностью определять, находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне. Модуль хронирования медленноволнового сна выполнен с возможностью определять отдельные периоды времени медленноволнового сна во время текущего сеанса сна на основании определений этапов сна с помощью модуля этапов сна. Управляющий модуль выполнен с возможностью управления одним или несколькими сенсорными стимуляторами для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы субъекту в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна. Управляющий модуль выполнен с возможностью управлять одним или несколькими сенсорными стимуляторами для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна. Модуль эффективности выполнен с возможностью определять эффективность предоставляемых сенсорных стимулов. Эффективность связана с увеличением медленноволновой активности (SWA), обусловленным сенсорными стимулами. В некоторых вариантах осуществления SWA соответствует мощности сигнала электроэнцефалограммы в диапазоне 0,5-4,0 Гц. В некоторых вариантах осуществления эту полосу задают в пределах 0,5-4,5 Гц. Эффективность определяют на основании выходных сигналов. Модуль эффективности выполнен с возможностью определять первую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени. Модуль корректировки выполнен с возможностью предписывать одному или нескольким сенсорным стимуляторам увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов на основании определяемой эффективности. Интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов увеличивают до второго уровня интенсивности на основании первой эффективности. Модуль эффективности и модуль

корректировки выполнены с возможностью повторять определение эффективности и увеличение интенсивности один или несколько раз в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна до истечения отдельных периодов времени так, что модуль эффективности определяет вторую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на втором уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна, и модуль корректировки предписывает одному или нескольким сенсорным стимуляторами увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности. В некоторых вариантах осуществления модуль этапов сна выполнен с возможностью определять один или несколько уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна. Модуль корректировки выполнен с возможностью предписывать сенсорным стимуляторам снижать интенсивность и/или прекращать предоставление сенсорной стимуляции субъекту во время данного периода медленноволнового сна в ответ на уровень пробуждения, определяемый с помощью модуля этапов сна, который преодолевает порог уровня пробуждения в течение данного периода медленноволнового сна.

[04] В еще одном другом аспекте настоящее изобретение относится к способу управления текущим сеансом сна субъекта с использованием системы управления. Система содержит один или несколько сенсорных стимуляторов, один или несколько датчиков и один или несколько процессоров, выполненных с возможностью исполнять модули компьютерной программы. Модули компьютерной программы содержат модуль этапов сна, модуль хронирования медленноволнового сна, управляющий модуль, модуль эффективности и модуль корректировки. Способ включает генерацию, с использованием одного или нескольких датчиков, выходных сигналов, несущих информацию, связанную с текущим этапом сна субъекта, во время текущего сеанса сна; определение, посредством модуля этапов сна, текущего этапа сна субъекта на основании выходных сигналов; определение, посредством модуля этапов сна, находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне, на основании определений этапов сна; определение, посредством модуля хронирования медленноволнового сна, отдельных периодов времени медленноволнового сна во время текущего сеанса сна на основании определений этапов сна; управление, посредством управляющего модуля, одного или нескольких сенсорных стимуляторов для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы субъекту в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна, управление включает управление одним или несколькими сенсорными стимуляторами для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна; определение, посредством модуля эффективности, эффективности предоставляемых сенсорных стимулов, эффективность связывают с увеличением медленноволновой активности, обусловленной сенсорными стимулами, эффективность определяют на основании выходных сигналов так, что определяют первую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени; предписание, посредством модуля корректировки, одному или нескольким сенсорным стимуляторам для того, чтобы увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов на основании определяемой эффективности так, что интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов увеличивают до второго уровня интенсивности на основании первой эффективности; и повторение, посредством модуля эффективности и модуля корректировки, определения эффективности и увеличения интенсивности один или несколько раз в течение отдельных периодов

времени медленноволнового сна до истечения отдельных периодов времени так, что определяют вторую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на втором уровне интенсивности, в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна, и одному или нескольким сенсорным стимуляторам

5 предписывают увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности. В некоторых вариантах осуществления способ дополнительно включает определение, посредством модуля этапов сна, одного или нескольких уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна, и предписание, посредством модуля корректировки, сенсорным

10 стимуляторам снижать интенсивность и/или прекращать предоставление сенсорной стимуляции субъекту во время данного периода медленноволнового сна в ответ на то, что уровень пробуждения преодолевает порог уровня пробуждения в течение данного периода медленноволнового сна.

[05] В еще одном другом аспекте настоящее раскрытие относится к системе,

15 выполненной с возможностью управлять текущим сеансом сна субъекта. Система содержит средство для предоставления сенсорных стимулов субъекту, средство для генерации выходных сигналов, несущих информацию, связанную с текущим этапом сна субъекта, во время текущего сеанса сна, и средство для исполнения модулей компьютерной программы. Модули компьютерной программы содержат средство для

20 определения текущего этапа сна субъекта на основании выходных сигналов, средство для определения текущего этапа сна выполнено с возможностью определять, находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне; средство для определения отдельных периодов времени медленноволнового сна во время текущего сеанса сна на основании определений этапов сна; средство для управления средством для

25 предоставления сенсорных стимулов для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы субъекту в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна, средство для управления выполнено с возможностью управлять средством для предоставления сенсорных стимулов для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы на первом

30 уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна; средство для определения эффективности предоставляемых сенсорных стимулов, эффективность связывают с увеличением медленноволновой активности, обусловленной сенсорными стимулами, эффективность определяют на основании выходных сигналов, средство для определения эффективности выполнено с возможностью определять первую эффективность сенсорных стимулов,

35 предоставляемых на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени; и средство для предписания средству для предоставления сенсорных стимулов увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов на основании определяемой эффективности так, что интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов увеличивают до второго уровня интенсивности на основании

40 первой эффективности, где средство для определения эффективности и средство для предписания выполнены с возможностью повторять определение эффективности и увеличение интенсивности один или несколько раз в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна до истечения отдельных периодов времени так, что средство для определения эффективности определяет вторую эффективность сенсорных

45 стимулов, предоставляемых на втором уровне интенсивности, в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна, и средство для предписания предписывает средству для предоставления сенсорных стимулов увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности.

В некоторых вариантах осуществления средство для определения текущего этапа сна выполнено с возможностью определять один или несколько уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна. Средство для предписания выполнено с возможностью предписывать средству для предоставления сенсорных стимулов снижать интенсивность и/или прекращать предоставление сенсорной стимуляции субъекту во время данного периода медленноволнового сна в ответ на то, что уровень пробуждения, определяемых с помощью средства для определения текущего этапа сна, преодолевает порог уровня пробуждения, в течение данного периода медленноволнового сна

[06] Эти и другие цели, признаки и характеристики настоящего раскрытия, а также способы работы и функции связанных элементов структуры и комбинации частей и экономических аспектов производства станут лучше видны после рассмотрения следующего описания и приложенной формулы изобретения со ссылкой на сопроводительные чертежи, все они образуют часть этого описания, где одинаковые номера позиций обозначают соответствующие части на различных фиг. Однако следует в явной форме понимать, что рисунки приведены только с целью иллюстрации и описания и не предназначены в качестве определения пределов раскрытия.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РИСУНКОВ

[07] На фиг. 1 представлена схематическая иллюстрация системы, выполненной с возможностью управлять текущим сеансом сна субъекта.

[08] На фиг. 2 проиллюстрированы экспериментальные данные от шести субъектов, демонстрирующих медленную активность, в зависимости от уровня громкости акустической стимуляции.

[09] На фиг. 3 проиллюстрирована головная гарнитура, носимая субъектом, которая содержит сенсорные электроды, усилитель биосигналов и беспроводное звуковое устройство.

[10] На фиг. 4 проиллюстрирована акустическая стимуляция, доставляемая субъекту в форме слышимых тонов.

[11] На фиг. 5 проиллюстрирован способ управления текущим сеансом сна субъекта с использованием системы управления.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ОБРАЗЦОВЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

[12] Как используют в настоящем документе, форма единственного числа включает множественное число до тех пор, пока контекст явно не указывает иное. Как используют в настоящем документе, утверждение о том, что две или более части или компонента «сопряжены», обозначает, что части соединены или работают вместе или непосредственно или опосредованно, т. е. через одну или несколько промежуточных частей или компонентов, при условии, что возникает связь. Как используют в настоящем документе, «непосредственно сопряжены» обозначает, что два элемента находятся в непосредственном контакте друг с другом. Как используют в настоящем документе, «неподвижно сопряжены» или «фиксированы» обозначает, что два компонента сопряжены с тем, чтобы перемещаться как целое, при этом сохраняя постоянную ориентацию относительно друг друга.

[13] Как используют в настоящем документе, слово «цельный» обозначает, что компонент создают в качестве единого фрагмента или блока. То есть, компонент, который содержит части, которые созданы отдельно, и затем сопряжены вместе в виде блока, не является «цельным» компонентом или телом. Как используют в настоящем документе, утверждение о том, что две или более части или компонента «входят в зацепление» друг с другом, обозначает, что части прикладывают усилие друг к другу

или непосредственно или через одну или несколько промежуточных частей или компонентов. Как используют в настоящем документе, термин «число» обозначает один или целое число больше одного (т. е. множество).

5 [14] Фразы о направлениях, используемые в настоящем документе, например и без ограничения, такие как вверх, вниз, влево, вправо, верхний, нижний, передний, задний и их производные, относятся к ориентации элементов, показанных на рисунках и не являются ограничением формулы изобретения до тех пор, пока это не указано там в явной форме.

10 [15] На фиг. 1 представлена схематическая иллюстрация системы 10, выполненной с возможностью управлять текущим сеансом сна субъекта 12. В некоторых вариантах осуществления система 10 может содержать одно или несколько из сенсорного стимулятора 16, датчика 18, процессора 20, электронного накопителя 22, пользовательского интерфейса 24 и/или других компонентов. Система 10 выполнена с такой возможностью, что текущий этап сна субъекта 12 определяют один или несколько  
15 раз во время сеанса сна. Система 10 выполнена с возможностью предоставлять сенсорные стимулы субъекту 12 во время текущего сеанса сна на основании выходных сигналов, генерируемых датчиком 18. Система 10 выполнена с такой возможностью, что доставка сенсорной стимуляции во время текущего сеанса сна вызывает медленные волны сна и/или корректирует (например, усиливает и/или снижает) медленноволновую активность  
20 (SWA) у субъекта 12. Манифестацию вызванных медленных волн сна можно измерять через SWA. Доставку сенсорной стимуляции синхронизируют для того, чтобы соответствовать этапам сна, связанным с SWA.

[16] Этапы сна могут включать сон с быстрым движением глаз (REM) и/или сон с медленным движением глаз (NREM) на этапе N1, этапе N2 и/или этапе N3. В некоторых  
25 вариантах осуществления сон на этапе N3 может представлять собой и/или соответствовать медленноволновому сну. В некоторых вариантах осуществления сон на этапе N2 и/или этапе N3 может представлять собой медленноволновой сон. В некоторых вариантах осуществления медленные волны могут не быть представлены, например, на всем протяжении всего периода N3, но может быть значительно более  
30 вероятно, что такие медленные волны присутствуют во время N3. Медленные волны также могут присутствовать (хотя и в меньшей степени), например, во время N2.

[17] Медленноволновой сон и/или SWA можно наблюдать и/или оценивать с помощью электроэнцефалограммы (EEG). В некоторых вариантах осуществления SWA  
35 соответствует мощности EEG сигнала в диапазоне 0,5-4,0 Гц. В некоторых вариантах осуществления этот диапазон задают равным 0,5-4,5 Гц. SWA имеет типичное поведение на всем протяжении циклических вариаций данного сеанса сна. SWA возрастает во время NREM сна, снижается перед началом REM сна и остается низкой во время REM сна. SWA в последующих NREM (например, медленноволновой сон) эпизодах прогрессивно снижается от одного эпизода к следующему.

40 [18] Более высокоинтенсивная сенсорная стимуляция ведет к более высокому уровню SWA. Например, на фиг. 2 проиллюстрированы экспериментальные данные от шести субъектов (S1-S6), демонстрирующие SWA 200 в зависимости от уровня громкости акустической стимуляции 202. Линии 204-214 тенденций демонстрируют увеличение SWA у каждого субъекта при увеличении громкости акустической стимуляции. Однако  
45 если начинать сенсорную стимуляцию на высокой громкости, это влечет риск пробуждения субъектов. Система, описанная в настоящем документе, выполнена с возможностью постепенного увеличения интенсивности сенсорной стимуляции без пробуждения субъекта 12 (показан на фиг. 1) ото сна.

[19] Возвращаясь к фиг. 1, система 10 выполнена с возможностью предоставлять сенсорные стимулы на первом уровне интенсивности, определять эффективность предоставляемых сенсорных стимулов и увеличивать уровень интенсивности сенсорных стимулов на основании определяемой эффективности. Определение эффективности и соответствующее увеличение интенсивности повторяют один или несколько раз во время данного эпизода медленноволнового сна. В некоторых вариантах осуществления система 10 выполнена с возможностью продолжать определение эффективности и соответствующее увеличение интенсивности во время данного эпизода медленноволнового сна до тех пор, пока уровень интенсивности не достигнет максимального уровня. В некоторых вариантах осуществления система 10 выполнена с возможностью продолжать определение эффективности и соответствующее увеличение интенсивности во время данного эпизода медленноволнового сна до тех пор, пока уровень пробуждения субъекта 12 не преодолет порог уровня пробуждения, в течение данного периода медленноволнового сна. В некоторых вариантах осуществления система 10 выполнена с возможностью в ответ на достижение максимального уровня интенсивности более не увеличивать интенсивность стимуляции. В некоторых вариантах осуществления система 10 выполнена с возможностью в ответ на то, что уровень пробуждения преодолевает порог уровня пробуждения, прекращать предоставление сенсорных стимулов субъекту 12. В некоторых вариантах осуществления система 10 выполнена с возможностью в ответ на то, что интенсивность достигает максимального уровня и/или уровень пробуждения достигает порога уровня пробуждения, снижать интенсивность сенсорных стимулов, предоставляемых субъекту 12.

[20] На фиг. 1 сенсорный стимулятор 16, датчик 18, процессор 20, электронный накопитель 22 и пользовательский интерфейс 24 показаны в качестве отдельных объектов. Это не должно служить ограничением. Некоторые и/или все компоненты системы 10 и/или другие компоненты можно группировать в одно или несколько отдельных устройств. Например, на фиг. 3 проиллюстрирована головная гарнитура 300, носимая субъектом 302, которая содержит сенсорные электроды 304, усилитель 306 биосигналов и беспроводное звуковое устройство 308. Сенсорные электроды 304 и усилитель 306 биосигналов могут быть представлены, например, с помощью датчика 18 на фиг. 1. Беспроводное звуковое устройство 308 может быть представлено, например, с помощью сенсорного стимулятора 16, показанного на фиг. 1.

[21] Возвращаясь к фиг. 1, сенсорный стимулятор 16 выполнен с возможностью предоставлять сенсорные стимулы субъекту 12. Сенсорный стимулятор 16 выполнен с возможностью предоставлять сенсорные стимулы субъекту 12 перед текущим сеансом сна, во время текущего сеанса сна и/или в другое время. Например, сенсорный стимулятор 16 можно выполнять с возможностью предоставлять сенсорные стимулы субъекту 12 во время медленноволнового сна в текущем сеансе сна. Сенсорный стимулятор 16 можно выполнять с возможностью предоставлять сенсорные стимулы субъекту 12 во время текущего сеанса сна для того, чтобы вызывать медленные волны сна и/или корректировать SWA у субъекта 12. В некоторых вариантах осуществления сенсорный стимулятор 16 можно выполнять так, что корректировка включает увеличение (например, усиление), уменьшение и/или другую корректировку SWA у субъекта 12.

[22] В некоторых вариантах осуществления сенсорный стимулятор 16 можно выполнять с возможностью вызывать медленные волны сна и/или корректировать SWA через неинвазивную стимуляцию головного мозга и/или другие способы. Сенсорный стимулятор 16 можно выполнять с возможностью вызывать медленные

волны сна и/или корректировать SWA через неинвазивную стимуляцию головного мозга с использованием сенсорных стимулов. Сенсорные стимулы включают запахи, звуки, визуальную стимуляцию, прикосновения, вкусы и/или другие стимулы. Например, транскраниальную магнитную стимуляцию можно применять к субъекту 12 для того, чтобы запускать, увеличивать и/или снижать SWA. В качестве другого примера, сенсорный стимулятор 16 можно выполнять с возможностью вызывать медленные волны сна и/или корректировать SWA через слышимую стимуляцию субъекта 12. Примеры сенсорного стимулятора 16 могут включать одно или несколько из музыкального проигрывателя, генератора тонов, совокупности электродов на скальпе субъекта 12, блока для доставки вибрационной стимуляции (также известной как соматосенсорная стимуляция), катушку, генерирующую магнитное поле для непосредственной стимуляции коры головного мозга, генераторы света, дозатор ароматов и/или другие устройства.

[23] В некоторых вариантах осуществления сенсорный стимулятор 16 выполнен с возможностью генерировать сенсорные стимулы с одной или несколькими интенсивностями. Например, сенсорный стимулятор 16 может генерировать тоны с первым более низким уровнем звука в децибелах и/или вторым более высоким уровнем звука в децибелах. В некоторых вариантах осуществления одна или несколько интенсивностей могут включать одни и те же сенсорные стимулы, доставляемые с различными временными интервалами. Например, сенсорный стимулятор 16 может генерировать тоны на первом более низком уровне звука в децибелах в первом более низкочастотном интервале (первый уровень интенсивности) и/или во втором более высокочастотном интервале (второй уровень интенсивности).

[24] Датчик 18 выполнен с возможностью генерировать выходные сигналы, несущие информацию, связанную с текущим этапом сна субъекта 12. Датчик 18 может содержать один или несколько датчиков, которые измеряют такие параметры непосредственно. Например, датчик 18 может содержать электроды, выполненные с возможностью обнаруживать на скальпе субъекта 12 электрическую активность, которая возникает в результате потоков тока внутри головного мозга субъекта 12. Датчик 18 может содержать один или несколько датчиков, которые генерируют выходные сигналы, несущие информацию, связанную с текущим этапом сна субъекта, опосредованно. Например, один или несколько датчиков 18 могут генерировать выходной сигнал на основании частоты сердечных сокращений субъекта 12 (например, датчик 18 может представлять собой датчик частоты сердечных сокращений, расположенный на грудной клетке субъекта 12, и/или может быть выполнен в качестве оптического датчика, содержащегося в браслете на запястье субъекта 12, и/или может быть расположен на другой конечности субъекта 12), движений субъекта 12 (например, датчик 18 может содержать браслет вокруг запястья и/или лодыжки субъекта 12 с датчиком ускорения, так что сон можно анализировать с использованием сигналов актиграфии), изменений цвета кожи субъекта 12 (например, датчик 18 может содержать камеру, которая может обнаруживать изменения в цвете кожи субъекта 12, и определять показатели жизнедеятельности, такие как частота сердечных сокращений, частота дыхания и/или другие показатели жизнедеятельности, по изменениям цвета), дыхания субъекта 12 и/или других характеристик субъекта 12. Несмотря на то, что датчик 18 проиллюстрирован в одном местоположении в связи с субъектом 12, это не должно служить ограничением. Датчик 18 может включать датчики, расположенные во множестве местоположений, например, таких как внутри сенсорного стимулятора 16 (или в связи с ним) и/или в других местоположениях.

[25] Процессор 20 выполнен с возможностью предоставлять возможности по обработке информации в системе 10. По существу, процессор 20 может содержать одно или несколько из цифрового процессора, аналогового процессора и цифровой схемы, сконструированной для того, чтобы обрабатывать информацию, аналоговой схемы, сконструированной для того, чтобы обрабатывать информацию, машины состояний и/или других механизмов для электронной обработки информации. Несмотря на то, что процессор 20 показан на фиг. 1 как отдельный объект, это обусловлено только иллюстративными целями. В некоторых реализациях процессор 20 может содержать множество блоков обработки. Эти блоки обработки можно физически располагать внутри одного и того же устройства (например, сенсорный стимулятор 16) или процессор 20 может представлять обрабатывающую функциональность множества устройств, работающих согласованно.

[26] Как показано на фиг. 1, процессор 20 выполнен с возможностью исполнять один или несколько модулей компьютерной программы. Один или несколько модулей компьютерной программы могут содержать одно или несколько из модуля 32 этапов сна, модуля 33 хронирования медленноволнового сна, управляющего модуля 34, модуля 36 эффективности, модуля 38 корректировки и/или других модулей. Процессор 20 можно выполнять с возможностью исполнять модули 32, 33, 34, 36 и/или 38 посредством программного обеспечения; аппаратного обеспечения; встроенного программного обеспечения; некоторой комбинации программного обеспечения, аппаратного обеспечения и/или встроенного программного обеспечения; и/или других механизмов для конфигурирования возможностей по обработке на процессоре 20.

[27] Следует принимать во внимание, что несмотря на то, что модули 32, 33, 34, 36 и 38 проиллюстрированы на фиг. 1 в качестве совместно расположенных внутри одного блока обработки, в реализациях, в которых процессор 20 содержит множество блоков обработки, один или несколько модулей 32, 33, 34, 36 и/или 38 можно располагать удаленно от других модулей. Описание функциональности, предоставляемой посредством других модулей 32, 33, 34, 36 и/или 38, описанных ниже, служит иллюстративным целям, и его не следует толковать в качестве ограничения, поскольку любые модули 32, 33, 34, 36 и/или 38 могут обеспечивать большую или меньшую функциональность, чем описано. Например, один или несколько из модулей 32, 33, 34, 36 и/или 38 можно удалять, и некоторую или всю их функциональность можно предоставлять посредством других модулей 32, 33, 34, 36 и/или 38. В качестве другого примера, процессор 20 можно выполнять с возможностью исполнять один или несколько дополнительных модулей, которые могут выполнять некоторую или всю функциональность, приписанную далее одному из модулей 32, 33, 34, 36 и/или 38.

[28] Модуль 32 этапов сна выполнен с возможностью определять текущий этап сна субъекта 12 на основании выходных сигналов датчика 18. Как описано выше, текущий этап сна субъекта 12 может соответствовать одному или нескольким из бодрствования, REM сна, сна на этапе N1, этапе N2 и/или этапе N3. Модуль 32 этапов сна выполнен с возможностью определять, находится ли субъект 12 в настоящее время в медленноволновом сне. В некоторых вариантах осуществления медленноволновой сон и/или медленноволновая активность может соответствовать сну на этапе N3. В некоторых вариантах осуществления сон на этапе N2 и/или этапе N3 может представлять собой медленноволновой сон и/или соответствует медленноволновой активности.

[29] В некоторых вариантах осуществления модуль 32 этапов сна может определять текущий этап сна субъекта 12 на основании анализа информации, которую несут выходные сигналы датчика 18. Анализ может включать генерацию и/или мониторинг

EEG во время сеанса сна субъекта 12. В некоторых вариантах осуществления анализ может включать обнаружение медленноволнового сна на основании мощности в дельта-диапазоне частот и/или мощности в бета-диапазоне частот на EEG. Мощность в дельта-диапазоне частот обычно определяют как мощность в диапазоне частот 0,5-4,5 Гц, несмотря на то, что не существует стандартного определения для частотных пределов. Мощность в бета-диапазоне частот обычно определяют как мощность в диапазоне частот 15-30 Гц, хотя очень часто встречаются вариации в пределах диапазона.

[30] В некоторых вариантах осуществления модуль 32 этапов сна выполнен с возможностью определять один или несколько уровней пробуждения субъекта во время текущего сеанса сна. Один или несколько уровней пробуждения могут отражать уровень бодрствования у субъекта 12. Один или несколько уровней пробуждения можно определять на основании выходных сигналов датчика 18, информации, хранимой в электронном накопителе 22, тестирования, выполняемого перед текущим сеансом сна, информации, получаемой и/или выбираемой через пользовательский интерфейс 24, и/или другой информации. В некоторых вариантах осуществления один или несколько уровней пробуждения можно определять на основании анализа информации, связанной с EEG. Например, вероятность для пробуждения можно определять количественно по мощности EEG в бета-диапазоне частот в коротких временных интервалах (типично длительностью, например, приблизительно 1,5 секунды). В ответ на мощность в бета-диапазоне частот, превышающую предварительно определяемый порог, система 10 может принимать решение о том, что имеет место пробуждение. В некоторых вариантах осуществления порог мощности бета-диапазона частот для пробуждений можно определять на основании предыдущего сеанса сна субъекта 12, на основании информации, связанной с популяцией субъектов, демографически схожих с субъектом 12, и/или на основании другой информации. Например, порог мощности бета-диапазона частот можно определять на основании калибровочной ночи сна, во время которой измеряют EEG субъекта 12 и анализируют статистику для бета-мощности на всем протяжении сеанса сна, чтобы задавать порог. В качестве другого примера, порог мощности бета-диапазона частот можно определять через базу данных, которая содержит бета-пороги для популяции субъектов. Порог мощности бета-диапазона частот для субъекта 12 можно определять на основании демографического сопоставления субъекта 12 с субъектами, присутствующими в базе данных.

[31] Модуль 33 хронирования медленноволнового сна выполнен с возможностью определять отдельные периоды времени медленноволнового сна у субъекта 12 во время текущего сеанса сна. Модуль 33 хронирования медленноволнового сна выполнен с возможностью определять отдельные периоды времени медленноволнового сна на основании определений этапов сна (например, находится ли субъект 12 в настоящее время в медленноволновом сне) с помощью модуля 32 этапов сна. Например, модуль 33 хронирования медленноволнового сна может определять первый отдельный период времени медленноволнового сна так, что начало первого отдельного периода времени совпадает с началом первого эпизода медленноволнового сна во время текущего сеанса сна и/или заканчивается с окончанием первого эпизода медленноволнового сна (например, модуль 32 этапов сна определяет, что субъект 12 более не находится в медленноволновом сне). Начало второго отдельного периода времени медленноволнового сна может совпадать с началом второго эпизода медленноволнового сна во время текущего сеанса сна и/или заканчивается с окончанием второго эпизода медленноволнового сна.

[32] В некоторых вариантах осуществления модуль 33 хронирования

медленноволнового сна выполнен с возможностью определять отдельные периоды времени так, что отдельные периоды времени начинаются через предварительно определяемое количество времени после того, как модуль 32 этапов сна определяет, что субъект 12 в настоящее время находится в медленноволновом сне. В некоторых вариантах осуществления модуль 33 хронирования медленноволнового сна выполнен с возможностью определять отдельные периоды времени так, что отдельные периоды времени заканчиваются через предварительно определяемое количество времени после того, как модуль 32 этапов сна определяет, что субъект 12 в настоящее время находится в медленноволновом сне. В некоторых вариантах осуществления одно или несколько предварительно определяемых количеств времени могут быть основаны на типичных количествах времени между началом медленноволнового сна и окончанием медленноволнового сна для данного эпизода медленноволнового сна во время текущего сеанса сна. Типичные количества времени можно определять на основании текущего сеанса сна субъекта 12, предыдущих сеансов сна субъекта 12 и/или других сеансов сна. В некоторых вариантах осуществления одно или несколько предварительно определяемых количеств времени можно программировать при производстве, их может задавать пользователь через пользовательский интерфейс 24 и/или можно определять другими способами.

[33] В некоторых вариантах осуществления модуль 32 этапов сна может определять один или несколько уровней пробуждения в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна. В некоторых вариантах осуществления модуль 33 хронирования медленноволнового сна может определять окончание данного отдельного периода времени медленноволнового сна на основании уровней пробуждения, определяемых с помощью модуля 32 этапов сна.

[34] Управляющий модуль 34 выполнен с возможностью управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы субъекту 12 в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна (например, во время сна на этапе N3). В некоторых вариантах осуществления хронирование для доставки сенсорной стимуляции может соответствовать определению того, что субъект 12 в настоящее время находится в медленноволновом сне. Управляющий модуль 34 можно выполнять с возможностью управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы субъекту 12 так, что предоставляемые сенсорные стимулы соответствуют этапам сна, связанным с медленноволновой активностью, поскольку вероятность вызвать медленную волну и/или корректировки во время конкретного этапа сна может быть сравнительно выше, чем на других этапах сна, и пользователь может быть с меньшей вероятностью разбужен сенсорными стимулами, и/или по другим причинам.

[35] В некоторых вариантах осуществления управляющий модуль 34 выполнен с возможностью управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы в форме слышимых тонов, которые обладают короткой длительностью (например, длиной приблизительно 50 мс), имеют предварительно определяемую частоту и отделены друг от друга межтоновым интервалом. В некоторых вариантах осуществления длительность, предварительно определяемая частота, межтоновый интервал для одного или нескольких слышимых тонов и/или другие характеристики сенсорных стимулов можно программировать при производстве, их может задавать пользователь через пользовательский интерфейс 24, их может определять система 10 на основании предыдущих сеансов сна субъекта 12, определять на основании текущего сеанса сна и/или определять другими способами.

[36] В некоторых вариантах осуществления управляющий модуль 34 выполнен с возможностью управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы (например, слышимые тоны) субъекту 12 так, что у субъекта 12 избегают привыкания. Привыкание представляет собой снижение ответа (например, поведенческого и/или кортикального) на повторяющийся вызывающий стимул не из-за утомления. Привыкание к повторяющимся сенсорным стимулам проявляет себя как снижение амплитуды кортикального ответа, как определяют по EEG. Привыкание может нежелательно влиять на индукцию SWA и/или корректировку (например, усиление), обусловленное системой 10. Управляющий модуль 34 можно выполнять с возможностью рандомизировать частоту сенсорных стимулов для противодействия привыканию.

[37] Управляющий модуль 34 выполнен с возможностью управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна. Управляющий модуль 34 можно выполнять с возможностью управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы увеличивать интенсивность сенсорных стимулов до первого уровня интенсивности относительно базового уровня интенсивности. Базовый уровень интенсивности может представлять собой уровень интенсивности окружающих сенсорных стимулов в помещении, где субъект спит (например, шум от автомобильного движения за пределами помещения, освещение и т. д.). В некоторых вариантах осуществления управляющий модуль 34 может управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы на базовом уровне интенсивности. Базовый уровень интенсивности может представлять собой нулевую интенсивность (например, сенсорный стимулятор 16 не предоставляет сенсорную стимуляцию) и/или может представлять собой количество сенсорной стимуляции, определяемое на основании текущего и/или предыдущих сеансов сна субъекта и/или, например, другой информации.

[38] Управляющий модуль 34 выполнен с возможностью управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы на первом уровне интенсивности так, что сенсорная стимуляция не пробуждает субъекта 12. Управляющий модуль 34 выполнен с такой возможностью, что первый уровень интенсивности определяют на основании предыдущих сеансов сна субъекта 12, тестирования, проводимого у субъекта 12 во время бодрствования и/или другой информации. В некоторых вариантах осуществления первый уровень интенсивности может представлять собой наименьшую интенсивность, например, которую субъект 12 способен воспринимать во время бодрствования. Информацию, связанную с интенсивностью стимуляции во время предыдущих сеансов сна субъекта 12 и/или тестирования, проводимого у субъекта 12 во время бодрствования, можно хранить, например, в электронном накопителе 22. В некоторых вариантах осуществления управляющий модуль 34 может предписывать сохранение информации, связанной с текущим сеансом сна субъекта 12, в электронном накопителе 22. Информация, связанная с текущим сеансом сна может включать информацию, связанную с уровнем интенсивности сенсорной стимуляции, информацию об этапе сна, информацию о хронировании и/или другую информацию.

[39] Модуль 36 эффективности выполнен с возможностью определять эффективность предоставляемых сенсорных стимулов. Эффективность связывают с увеличением SWA, обусловленным предоставляемыми сенсорными стимулами. Эффективность определяют на основании выходных сигналов датчика 18, информации, связанной с EEG субъекта

12 во время текущего сеанса сна, и/или другой информации. Например, модуль 36 эффективности выполнен с возможностью определять первую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на первом уровне интенсивности в течение первого  
5 отдельного периода времени. В некоторых вариантах осуществления модуль 36 эффективности выполнен с возможностью определять эффективность предоставляемых сенсорных стимулов на основании SWA у субъекта 12 в течение временного интервала сразу после того, как сенсорную стимуляцию доставляют субъекту 12 на первом уровне  
10 интенсивности посредством сенсорного стимулятора 16. В некоторых вариантах осуществления эффективность определяют посредством сравнения SWA во временном интервале непосредственно перед стимуляцией со SWA во временном интервале сразу после стимуляции.

[40] Модуль 38 корректировки выполнен с возможностью предписывать сенсорному стимулятору 16 увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов на основании интенсивности сенсорных стимулов, предварительно предоставляемых  
15 субъекту 12, определяемой эффективности, мощности EEG в диапазоне веретена (например, 11-15 Гц), предсказания эффективности и/или другой информации. Например, модуль 38 корректировки может управлять интенсивностью предоставляемых сенсорных стимулов для увеличения до второго уровня интенсивности на основании первой эффективности. Модуль 38 корректировки можно выполнять с такой возможностью,  
20 что увеличение интенсивности сенсорной стимуляции основано на информации, определяемой по EEG (например, с помощью модуля 32 этапов сна). В некоторых вариантах осуществления модуль 38 корректировки выполнен с такой возможностью, что увеличение интенсивности сенсорной стимуляции основано на информации, определяемой с помощью модуля 38 корректировки через алгоритм. Входные данные  
25 алгоритма могут содержать определяемую эффективность, информацию, связанную с предсказываемым усилением SWA, определяемым по информации, связанной с EEG, информацию, связанную с частотой/плотностью веретен, определяемой по EEG, и/или другую информацию. В некоторых вариантах осуществления мощность EEG в диапазоне веретена (например, приблизительно от 11 до 15 Гц) можно использовать для того,  
30 чтобы обнаруживать сонные веретена и оценивать частоту/плотность веретен (веретен/минута). Более высокая частота/плотность веретен указывает на более высокий порог пробуждения по отношению к внешней стимуляции. Если частота/плотность веретен высока, то увеличение интенсивности стимуляции может быть больше, чем оно могло бы быть, если частота/плотность веретен были низкими. В некоторых вариантах  
35 осуществления предсказание эффективности можно получать с помощью модуля 38 корректировки через аппроксимацию кривой к медленным волнам сна и экстраполяцию результата на моменты времени, в которые доставляют стимуляцию.

[41] В некоторых вариантах осуществления модуль 36 эффективности и/или модуль 38 корректировки выполнены с возможностью повторять определение эффективности  
40 и увеличение интенсивности один или несколько раз в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна так, что уровень интенсивности сенсорной стимуляции постепенно увеличивают в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна. Модуль 36 эффективности и/или модуль 38 корректировки выполнены с  
45 возможностью повторять определение эффективности и увеличение интенсивности один или несколько раз до истечения отдельных периодов времени. Например, модуль 36 эффективности может определять вторую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на втором уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна, и модуль 38 корректировки может

предписывать сенсорному стимулятору 16 увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности.

5 [42] В некоторых вариантах осуществления модуль 38 корректировки выполнен с возможностью предписывать сенсорному стимулятору 16 увеличивать уровень  
интенсивности один или несколько раз во время данного периода времени  
медленноволнового сна до тех пор, пока уровень интенсивности не достигнет  
максимального уровня. В некоторых вариантах осуществления максимальный уровень  
10 интенсивности можно получать с помощью модуля 38 корректировки в ответ на  
тестирование, проводимое у субъекта 12 во время бодрствования перед текущим сеансом  
сна. В некоторых вариантах осуществления максимальный уровень интенсивности  
можно получать с помощью модуля 38 корректировки в ответ на пользовательский  
интерфейс 24, принимающий ввод и/или выбор информации, связанной с максимальным  
уровнем интенсивности. В некоторых вариантах осуществления модуль 38  
15 корректировки выполнен с возможностью определять максимальный уровень  
интенсивности на основании текущего сеанса сна субъекта 12 и/или предыдущих сеансов  
сна субъекта 12.

[43] В некоторых вариантах осуществления модуль 38 корректировки выполнен с  
возможностью предписывать сенсорному стимулятору 16 для того, чтобы прерывать  
предоставление сенсорных стимулов субъекту 12 во время данного периода  
20 медленноволнового сна в ответ на преодоление уровнем пробуждения, определяемым  
с помощью модуля 32 этапов сна, порога уровня пробуждения в течение данного  
периода медленноволнового сна. В некоторых вариантах осуществления модуль 38  
корректировки выполнен с возможностью предписывать сенсорному стимулятору 16  
снижать интенсивность сенсорных стимулов, предоставляемых субъекту 12, в ответ на  
25 преодоление порога уровня пробуждения уровнем пробуждения субъекта.

[44] Порог уровня пробуждения можно определять с помощью модуля 32 этапов  
сна на основании информации, связанной с текущим сеансом сна, информации, связанной  
с предыдущим сеансом сна, и/или другой информации. В некоторых вариантах  
30 осуществления порог уровня пробуждения можно получать с помощью модуля 32  
этапов сна в ответ на тестирование, проводимое у субъекта 12 во время бодрствования  
перед текущим сеансом сна. В некоторых вариантах осуществления порог уровня  
пробуждения можно определять с помощью модуля 32 этапов сна в ответ на  
пользовательский интерфейс 24, который принимает ввод и/или выбор информации,  
связанной с порогом уровня пробуждения.

35 [45] В некоторых вариантах осуществления постепенное увеличение уровня  
интенсивности сенсорной стимуляции может увеличивать порог уровня пробуждения  
для субъекта 12. Например, порог уровня пробуждения, определяемый для слышимой  
стимуляции субъекта 12 во время тестирования перед текущим сеансом сна, может  
показывать, что субъект 12 выходит из сна в ответ на звук на первом уровне звука в  
40 децибелах. Субъект 12 может выходить из сна при втором более высоком уровне звука  
в децибелах во время текущего сеанса сна в ответ на интенсивность сенсорной  
стимуляции, которую постепенно увеличивает система 10 во время текущего сеанса  
сна, как описано в настоящем документе.

[46] На фиг. 4 проиллюстрирована акустическая стимуляция, доставляемая субъекту  
45 в форме слышимых тонов 400 (например, посредством сенсорного стимулятора 16,  
представленного на фиг. 1). На фиг. 4 проиллюстрирован пример по меньшей мере  
некоторой функциональности сенсорного стимулятора 16 (показанного на фиг. 1),  
модуля 32 этапов сна (фиг. 1), модуля 33 хронирования медленноволнового сна (фиг.

1), управляющего модуля 34 (фиг. 1), модуля 36 эффективности (фиг. 1), модуля 38 коррективки (фиг. 1) и/или других компонентов системы 10. Громкость (интенсивность) 402 акустических тонов постепенно увеличивают 404 (фиг. 4A) на основании эффективности предыдущих тонов при усилении SWA у субъекта. Тоны могут иметь длительность, частоту, межтоновый интервал и/или другие характеристики. Тоны можно генерировать для субъекта, пока субъект спит в окружающей среде, которая имеет базовую громкость,  $V_B$ . Базовый уровень громкости может представлять собой, например, окружающую громкость в помещении, где спит субъект. В некоторых вариантах осуществления управляющий модуль 34 может управлять сенсорным стимулятором 16 для того, чтобы предоставлять шум на базовом уровне громкости. Базовый уровень громкости может представлять собой нулевую громкость, его можно определять на основании текущего и/или предыдущих сеансов сна субъекта и/или он может включать другие громкости.

[47] Громкость первого тона (например, определяемую управляющим модулем 34),  $V_0$  (фиг. 4B), можно определять на основании предыдущих сеансов сна субъекта 12, тестирования, проводимого у субъекта 12 во время бодрствования, и/или другой информации. В некоторых вариантах осуществления громкость первого тона может представлять собой, например, наименьшую громкость, которую субъект способен слышать во время бодрствования. Первое инкрементное увеличение,  $\Delta_0$ , может быть равно, например,  $V_0 - V_B$ .

[48] Громкость  $k$ -го тона (фиг. 4C),  $V_k$ , можно определять (например, с помощью модуля 38 коррективки) на основании громкости предыдущего тона, используя  $V_k = V_{k-1} + \Delta_k$ , где  $\Delta_k$  представляет собой инкрементное увеличение на  $k$ -м тоне. Инкрементное увеличение,  $\Delta_k$ , можно определять на основании оцениваемой эффективности (например, определяемой с помощью модуля 36 эффективности) при усилении SWA после доставки  $(k-1)$ -го тона, информации, связанной с EEG субъекта (например, определяемой с помощью модуля 32 этапов сна), и/или другой информации. Например, инкрементное увеличение можно определять на основании уравнения  $\Delta_k = f(E_{SWA}, P_{SWA}, \sigma_T)$ , где  $E_{SWA}$  представляет собой оцениваемую эффективность при усилении SWA у субъекта после доставки  $k$ -го тона,  $P_{SWA}$  представляет собой предсказание усиления SWA после  $k$ -го тона и  $\sigma_T$  представляет собой частоту веретен.

[49] Оцениваемая эффективность при усилении SWA после доставки  $k$ -го тона,  $E_{SWA}$ , может представлять собой, например, отношение между SWA во временном интервале, длящемся в течение  $T$  секунд между моментами времени  $t_k + \tau - T$  и  $t_k + \tau$  (где  $t_k$  представляет собой момент времени, в который доставлен  $k$ -й тон и  $\tau > 0$ ), и SWA во временном интервале, длящемся в течение  $2T$  секунд между моментами времени  $t_k + \tau - 3T$  и  $t_k + \tau - T$ .

В некоторых вариантах осуществления  $T$  представляет собой константу, которая имеет значение, например, приблизительно 500 миллисекунд и  $\tau$  представляет собой константу, которая имеет значение, например, приблизительно 200 миллисекунд. Поскольку после доставки  $k$ -го тона учитывают  $\tau$  секунд, влияние этой стимуляции можно принимать в расчет для того, чтобы определять эффективность усиления SWA. Значения, приведенные здесь для  $T$  и  $\tau$ , не предназначены в качестве ограничения.  $T$  и/или  $\tau$  могут иметь и/или им могут быть присвоены такие значения, что влияние текущей стимуляции (доставляемой в  $t_k$ ) принимают в расчет.

[50] Предсказание усиления SWA после  $k$ -го тона,  $P_{SWA}$ , можно определять на

основании отслеживания вызванных медленных волн сна, например, с использованием подхода с контуром фазовой синхронизации (PLL) и предсказания фазы будущих медленных волн сна. На основании подхода PLL систему 10 можно выполнять с такой возможностью, что синусоидальную кривую с частотой, например, 1 Гц аппроксимируют к медленным волнам сна. Модуль 32 этапов сна, управляющий модуль 34, модуль 36 эффективности и/или модуль 38 корректировки можно выполнять с такой возможностью, что аппроксимацию осуществляют в реальном времени. На основании аппроксимации система 10 может предсказывать, когда (относительно медленной волны сна) следует доставлять акустический тон. Например, систему 10 можно выполнять с такой

возможностью, что акустический тон доставляют вблизи от отрицательного пика медленной волны сна.

[51] Частоту веретен,  $\sigma_T$ , можно определять на основании сонного веретена, которое определяют по EEG. Сонное веретено представляет собой таламокортикальный ритм, проявляющийся на EEG в виде коротких 11-15 Гц колебаний, который предположительно способен модулировать влияние внешних стимулов. Глубину сна при акустической стимуляции можно предсказывать по частоте веретен. Более высокая частота/плотность веретен указывает на большую глубину сна в присутствии акустической стимуляции. Частоту веретен можно считать высокой, если частота веретен превышает, например, 5 веретен в минуту. В случае высокой частоты веретен, инкрементное увеличение,  $\Delta_k$ , можно увеличивать, например, приблизительно на 20% от предыдущей интенсивности.

[52] Как показано на фиг. 4D, в ответ на преодоление (например, определяемое с помощью модуля 38 корректировки) уровнем пробуждения субъекта (например, определяемым с помощью модуля 32 этапов сна) порога уровня пробуждения (например, определяемого с помощью модуля 32 этапов сна) останавливают сенсорную стимуляцию и громкость возвращают на базовый уровень (например, с помощью модуля 38 корректировки). В ответ на вхождение субъекта в последующем периоде времени в медленноволновой сон (например, определяемый с помощью модуля 33 хронирования медленноволнового сна), перезапускают процесс постепенного увеличения интенсивности сенсорной стимуляции.

[53] Возвращаясь к фиг. 1, электронный накопитель 22 содержит электронные запоминающие среды, в которых в электронном виде хранят информацию. Электронные запоминающие среды электронного накопителя 22 могут содержать системный накопитель, который предоставлен как единое целое (т. е., является по существу несъемным) с системой 10, и/или съемный накопитель, который можно съемно подсоединять к системе 10, например, через порт (например, порт USB, порт Firewire и т. д.) или привод (например, привод дисков и т. д.). Электронный накопитель 22 может содержать одно или несколько из оптически читаемых запоминающих сред (например, оптические диски и т. д.), магнитно читаемых запоминающих сред (например, магнитная лента, магнитный жесткий диск, гибкий диск и т. д.), электрических запоминающих сред на основе зарядов (например, EPROM, RAM и т. д.), твердотельных запоминающих сред (например, флэш-привод и т. д.) и/или других электронно читаемых запоминающих сред. Электронный накопитель 22 может хранить алгоритмы программного обеспечения, информацию, определяемую с помощью процессора 20, информацию, получаемую от субъекта 12, и/или другую информацию, которая позволяет системе 10 функционировать должным образом. Например, электронный накопитель 22 может хранить информацию, связанную с уровнями интенсивности сенсорной стимуляции, предоставляемой субъекту 12 во время предыдущих сеансов сна и/или текущего сеанса сна. Электронный накопитель 22 может представлять собой (целиком или частично) отдельный компонент

в системе 10 или электронный накопитель 22 можно предоставлять (целиком или частично) как единое целое с одним или несколькими другими компонентами системы 10 (например, процессор 20).

5 [54] Пользовательский интерфейс 24 выполнен с возможностью предоставлять интерфейс между системой 10 и субъектом 12 и/или другими пользователями, через который субъект 12 и/или другие пользователи могут предоставлять информацию системе 10 и получать информацию от нее. Другие пользователи могут включать врачей, лиц, осуществляющих уход, и/или других пользователей. Это позволяет передавать данные, сигналы, результаты и/или инструкции и какие-либо другие передаваемые  
10 элементы, совместно обозначаемые как «информация», между пользователем (например, субъектом 12) и одним или несколькими из сенсорного стимулятора 16, датчика 18, процессора 20 и/или других компонентов системы 10. Например, EEG можно отображать лицу, осуществляющему уход, через пользовательский интерфейс 24.

[55] Примеры интерфейсных устройств, подходящих для включения в  
15 пользовательский интерфейс 24, включают клавишную панель, кнопки, переключатели, клавиатуру, ручки, рычаги, экран дисплея, чувствительный к прикосновениям экран, громкоговорители, микрофон, индикаторную лампу, слышимый сигнал, принтер, устройство тактильной обратной связи и/или другие интерфейсные устройства. В некоторых вариантах осуществления пользовательский интерфейс 24 содержит  
20 множество отдельных интерфейсов. В некоторых вариантах осуществления пользовательский интерфейс 24 содержит по меньшей мере один интерфейс, который предоставляют как единое целое с сенсорным стимулятором 16 и/или другими компонентами системы 10.

[56] Следует понимать, что другие способы связи, аппаратные или беспроводные,  
25 также предусмотрены настоящим раскрытием в качестве пользовательского интерфейса 24. Например, настоящее раскрытие рассматривает пользовательский интерфейс 24, который может быть интегрирован с интерфейсом съемного накопителя, предусмотренного электронным накопителем 22. В этом примере со съемного накопителя (например, интеллектуальной карты, флэш-привода, съемного диска и т.  
30 д.) в систему 10 можно загружать информацию, которая позволяет пользователю(ям) настраивать реализацию системы 10. Другие образцовые устройства ввода и способы, адаптированные для использования с системой 10 в качестве пользовательского интерфейса 24, включают, но не ограничиваясь этим, порт RS-232, РЧ канал, ИК канал, модем (телефонный, кабельный или другой). Вкратце, любой способ обмена  
35 информацией с системой 10 предусмотрен настоящим раскрытием в качестве пользовательского интерфейса 24.

[57] На фиг. 5 проиллюстрирован способ 500 для управления текущим сеансом сна субъекта с использованием системы управления. Система содержит один или несколько сенсорных стимуляторов, один или несколько датчиков и один или несколько  
40 процессоров, выполненных с возможностью исполнять модули компьютерной программы. Модули компьютерной программы содержат модуль этапов сна, модуль хронирования медленноволнового сна, управляющий модуль, модуль эффективности и модуль корректировки. Операции способа 500, представленные ниже, предназначены в качестве иллюстрации. В некоторых вариантах осуществления можно выполнять  
45 способ 500 с одной или несколькими дополнительными операциями, которые не описаны, и/или без одной или нескольких рассмотренных операций. Дополнительно, порядок, в котором операции способа 500 проиллюстрированы на фиг. 5 и описаны ниже, не предназначен в качестве ограничения.

[58] В некоторых вариантах осуществления способ 500 можно реализовать на одном или нескольких обрабатывающих устройствах (например, цифровой процессор, аналоговый процессор, цифровая схема, сконструированная для того, чтобы обрабатывать информацию, аналоговая схема, сконструированная для того, чтобы обрабатывать информацию, машина состояний и/или другие механизмы для электронной обработки информации). Одно или несколько обрабатывающих устройств могут включать одно или несколько устройств, исполняющих некоторые или все операции способа 500, в ответ на инструкции, хранимые в электронном виде в электронной запоминающей среде. Одно или несколько обрабатывающих устройств могут включать одно или несколько устройств, сконфигурированных через аппаратное обеспечение, встроенное программное обеспечение и/или программное обеспечение, разработанное специально для исполнения одной или нескольких операций способа 500.

[59] В операции 502 генерируют выходные сигналы, несущие информацию, связанную с текущим этапом сна субъекта во время текущего сеанса сна. В некоторых вариантах осуществления операцию 502 осуществляют с помощью одного или нескольких датчиков, аналогичных или схожих с датчиками 18 (показаны на фиг. 1 и описаны в настоящем документе).

[60] В операции 504 текущий этап сна субъекта определяют на основании выходных сигналов. В некоторых вариантах осуществления операцию 504 осуществляют с помощью модуля компьютерной программы, аналогичного или схожего с модулем 32 этапов сна (показанным на фиг. 1 и описанным в настоящем документе).

[61] В операции 506 определяют, находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне. Находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне, определяют на основании определений этапов сна. В некоторых вариантах осуществления медленноволновой сон может представлять собой сон на этапе N3. В некоторых вариантах осуществления операцию 506 осуществляют с помощью модуля компьютерной программы, аналогичного или схожего с модулем 32 этапов сна (показанным на фиг. 1 и описанным в настоящем документе).

[62] В операции 508 определяют отдельные периоды времени медленноволнового сна во время текущего сеанса сна. Отдельные периоды времени медленноволнового сна определяют на основании определений этапов сна. В некоторых вариантах осуществления операцию 508 осуществляют с помощью модуля компьютерной программы, аналогичного или схожего с модулем 33 хронирования медленноволнового сна (показанным на фиг. 1 и описанным в настоящем документе).

[63] В операции 510 одним или несколькими сенсорными стимуляторами управляют для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы субъекту в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна. Управление включает управление одним или несколькими сенсорными стимуляторами для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна. В некоторых вариантах осуществления первый уровень интенсивности можно определять на основании предыдущих сеансов сна субъекта. В некоторых вариантах осуществления операцию 510 осуществляют с помощью модуля компьютерной программы, аналогичного или схожего с управляющим модулем 34 (показанным на фиг. 1 и описанным в настоящем документе).

[64] В операции 512 определяют эффективность предоставляемых сенсорных стимулов. Эффективность связывают с увеличением медленноволновой активности, обусловленной сенсорными стимулами. Эффективность определяют на основании выходных сигналов. Определяют первую эффективность сенсорных стимулов,

предоставляемых на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени. В некоторых вариантах осуществления операцию 512 осуществляют с помощью модуля компьютерной программы, аналогичного или схожего с модулем 36 эффективности (показанным на фиг. 1 и описанным в настоящем документе).

5 [65] В операции 514 одному или нескольким сенсорным стимуляторам предписывают увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов. Увеличение основано на определяемой эффективности. Интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов  
10 увеличивают до второго уровня интенсивности на основании первой эффективности и/или другой информации. В некоторых вариантах осуществления увеличение интенсивности сенсорной стимуляции основано на информации, определяемой по алгоритму. Входные данные алгоритма могут включать определяемую эффективность,  
15 информацию, связанную с предсказываемым усилением SWA, определяемым по информации, связанной с EEG, информации, связанной с частотой/плотностью веретен, определяемой по EEG, и/или другой информации. В некоторых вариантах осуществления мощность EEG в диапазоне веретена (например, приблизительно от 11 до 15 Гц) можно использовать для того, чтобы обнаруживать сонные веретена и оценивать частоту/  
20 плотность веретен (веретен/минута). Более высокая частота/плотность веретен указывает на более высокий порог пробуждения по отношению к внешней стимуляции. Если частота/плотность веретен высока, то увеличение интенсивности стимуляции может  
25 быть больше, чем оно было бы, если частота/плотность веретен была бы низкой. В некоторых вариантах осуществления предсказание эффективности можно получать через аппроксимацию кривой к медленным волнам сна и экстраполяцию результата на моменты времени, в которые доставляют стимуляцию. В некоторых вариантах осуществления операцию 514 осуществляют с помощью модуля компьютерной  
30 программы, аналогичного или схожего с модулем 38 корректировки (показанным на фиг. 1 и описанным в настоящем документе).

[66] В операции 516 определение эффективности и после этого увеличение интенсивности повторяют один или несколько раз в течение отдельных периодов  
35 времени медленноволнового сна. Определение эффективности и увеличение интенсивности повторяют один или несколько раз до истечения отдельных периодов времени. Например, определяют вторую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на втором уровне интенсивности в течение первого отдельного  
40 периода времени медленноволнового сна, и одному или нескольким сенсорным стимуляторами предписывают увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности. В некоторых вариантах осуществления уровень интенсивности можно увеличивать один или несколько раз до тех пор, пока интенсивность не достигнет максимального уровня. В некоторых вариантах осуществления сенсорным стимуляторам предписывают прерывать предоставление сенсорных стимулов во время данного периода медленноволнового сна в ответ на  
45 преодоление уровнем пробуждения субъекта порога уровня пробуждения в течение данного периода медленноволнового сна. В некоторых вариантах осуществления сенсорным стимуляторам можно предписать снижать интенсивность сенсорной стимуляции во время данного периода медленноволнового сна в ответ на преодоление уровнем пробуждения субъекта порога уровня пробуждения в течение данного периода медленноволнового сна. В некоторых вариантах осуществления операцию 516 осуществляют посредством модулей компьютерной программы, аналогичных или схожих с модулем 32 этапов сна, модулем 36 эффективности и/или модулем 38 корректировки (показаны на фиг. 1 и описаны в настоящем документе).

[67] В формуле изобретения любые ссылочные позиции, помещенные между круглыми скобками, не следует толковать в качестве ограничения пункта формулы изобретения. Слово «содержит» или «включает» не исключает присутствия элементов или стадий, отличных от тех, которые перечислены в пункте формулы изобретения. В пункте формулы изобретения об устройстве, где перечислены некоторые средства, некоторые из этих средств можно реализовать посредством одного и того же элемента аппаратного обеспечения. Элемент в единственном числе не исключает присутствия множества таких элементов. В любом пункте формулы изобретения об устройстве, в котором перечислены некоторые средства, некоторые из этих средств можно реализовать посредством одного и того же элемента аппаратного обеспечения. Сам факт того, что определенные элементы изложены во взаимно отличающихся зависимых пунктах формулы изобретения, не указывает на то, что эти элементы не могут быть использованы в комбинации.

[68] Несмотря на то, что описание, которое приведено выше, предусматривает детали с целью иллюстрации на основании того, что в настоящее время считают наиболее практичными и предпочтительными вариантами осуществления, следует понимать, что такие детали служат лишь этой цели и что раскрытие не ограничено в явной форме раскрытыми вариантами осуществления, но, напротив, предназначено для того, чтобы покрывать модификации и эквивалентные компоновки, которые входят в сущность и объем приложенной формулы изобретения. Например, следует понимать, что в настоящем раскрытии предусмотрено, насколько это возможно, что один или несколько признаков какого-либо варианта осуществления можно комбинировать с одним или несколькими признаками какого-либо другого варианта осуществления.

(57) Формула изобретения

1. Система (10), выполненная с возможностью управлять текущим сеансом (12) сна субъекта, содержащая:

один или более сенсорных стимуляторов (16), выполненных с возможностью предоставлять сенсорные стимулы субъекту;

один или более датчиков (18), выполненных с возможностью генерировать выходные сигналы, которые несут непосредственно или опосредованно информацию, связанную с текущим этапом сна субъекта во время текущего сеанса сна; и

один или более процессоров (20), выполненных с возможностью исполнять модули компьютерной программы, причем модули компьютерной программы содержат:

модуль (32) этапов сна, выполненный с возможностью определять текущий этап сна субъекта на основании анализа информации, которую содержат выходные сигналы датчиков, модуль этапов сна выполнен с возможностью определять, находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне;

модуль (33) хронирования медленноволнового сна, выполненный с возможностью определять отдельные периоды времени медленноволнового сна во время текущего сеанса сна на основании определений этапов сна с помощью модуля этапов сна так, что отдельные периоды времени начинаются через предварительно определяемое количество времени после того, как модуль (32) этапов сна определяет, что субъект в настоящее время находится в медленноволновом сне, или так, что отдельные периоды времени заканчиваются через предварительно определяемое количество времени после того, как модуль (32) этапов сна определяет, что субъект в настоящее время находится в медленноволновом сне;

управляющий модуль (34), выполненный с возможностью управлять одним или

более сенсорными стимуляторами для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы заданной интенсивности субъекту в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна;

5 модуль (36) эффективности, выполненный с возможностью определять эффективность предоставляемых сенсорных стимулов, при этом эффективность связана с увеличением медленноволновой активности, обусловленной сенсорными стимулами, эффективность определяют на основании выходных сигналов, модуль эффективности выполнен с  
10 возможностью определять первую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на первом уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени; и

модуль (38) корректировки, выполненный с возможностью предписывать одному или нескольким сенсорным стимуляторам увеличивать интенсивность предоставляемых  
15 сенсорных стимулов на основании определяемой эффективности так, что интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов увеличивают до второго уровня интенсивности на основании первой эффективности,

причем модуль эффективности и модуль корректировки выполнены с возможностью  
20 повторять определение эффективности и увеличение интенсивности один или более раз в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна до истечения отдельных периодов времени так, что модуль эффективности определяет вторую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на втором уровне интенсивности в течение  
25 первого отдельного периода времени медленноволнового сна, и модуль корректировки предписывает одному или нескольким сенсорным стимуляторам увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности или прекращать предоставление сенсорной стимуляции субъекту в ответ на уровень  
30 пробуждения, определяемый с помощью модуля этапов сна.

2. Система по п. 1, причем модуль этапов сна выполнен с возможностью определять  
35 один или более уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна и модуль корректировки выполнен с возможностью предписывать сенсорным стимуляторам прерывать предоставление сенсорной стимуляции субъекту во время данного периода медленноволнового сна в ответ на  
40 преодоление уровнем пробуждения, определяемым с помощью модуля этапов сна, порога уровня пробуждения в течение данного периода медленноволнового сна, причем порог уровня пробуждения определен с помощью модуля этапов сна на основании одного или более из текущего сеанса сна, предыдущего сеанса сна субъекта или  
45 информации, связанной с предыдущими сеансами сна других людей, причем другие люди демографически соответствуют субъекту.

3. Система по п. 1, причем модуль этапов сна выполнен с возможностью определять  
50 один или более уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна и модуль корректировки дополнительно выполнен с возможностью предписывать одному или нескольким сенсорным стимуляторам снижать интенсивность сенсорной стимуляции, предоставляемой субъекту, в ответ на преодоление  
55 уровнем пробуждения субъекта порога уровня пробуждения, причем порог уровня пробуждения определен с помощью модуля этапов сна на основании одного или более из текущего сеанса сна, предыдущего сеанса сна субъекта или информации, связанной с предыдущими сеансами сна других людей, другие люди демографически соответствуют субъекту.

4. Система по п. 1, причем модуль корректировки выполнен с возможностью  
60 предписывать сенсорным стимуляторам увеличивать уровень интенсивности во время

данного периода времени медленноволнового сна до тех пор, пока уровень интенсивности не достигнет максимального уровня.

5 5. Система по п. 1, причем управляющий модуль выполнен с возможностью определять первый уровень интенсивности на основании предыдущих сеансов сна субъекта.

6. Способ управления текущим сеансом (12) сна субъекта посредством системы (10) управления, содержащей один или более сенсорных стимуляторов (16), один или более датчиков (18) и один или более процессоров (20), выполненных с возможностью исполнять модули компьютерной программы, модули компьютерной программы  
10 содержат модуль (32) этапов сна, модуль (33) хронирования медленноволнового сна, управляющий модуль (34), модуль (36) эффективности и модуль (38) корректировки, и способ включает:

15 генерирование, посредством одного или нескольких датчиков, выходных сигналов, которые несут непосредственно или опосредовано информацию, связанную с текущим этапом сна субъекта во время текущего сеанса сна;

определение, посредством модуля этапов сна, текущего этапа сна субъекта на основании анализа информации, которую содержат выходные сигналы датчиков;

определение, посредством модуля этапов сна, находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне, на основании определений этапов сна;

20 определение, посредством модуля хронирования медленноволнового сна, отдельных периодов времени медленноволнового сна во время текущего сеанса сна на основании определений этапов сна так, что отдельные периоды времени начинаются через предварительно определяемое количество времени после того, как модуль (32) этапов сна определяет, что субъект (12) в настоящее время находится в медленноволновом  
25 сне или так, что отдельные периоды времени заканчиваются через предварительно определяемое количество времени после того, как модуль (32) этапов сна определяет, что субъект (12) в настоящее время находится в медленноволновом сне;

30 управление, посредством управляющего модуля, одним или более сенсорными стимуляторами для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы заданной интенсивности субъекту в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна;

35 определение, посредством модуля эффективности, эффективности предоставляемых сенсорных стимулов, эффективность связывают с увеличением медленноволновой активности, обусловленной сенсорными стимулами, эффективность определяют на основании выходных сигналов так, что определяют первую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на первом уровне интенсивности в течение первого  
отдельного периода времени;

40 предписание, посредством модуля корректировки, одному или более сенсорным стимуляторам увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов на основании определяемой эффективности так, что интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов увеличивают до второго уровня интенсивности, на основании первой эффективности; и

45 повторение, посредством модуля эффективности и модуля корректировки, определения эффективности и увеличения интенсивности один или более раз в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна до истечения отдельных периодов времени так, что определяют вторую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на втором уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна, и предписывают одному или более сенсорным

стимуляторам увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности или прекращать предоставление сенсорной стимуляции субъекту в ответ на уровень пробуждения, определяемый с помощью модуля этапов сна.

5 7. Способ по п. 6, который дополнительно включает определение, посредством модуля этапов сна, одного или более уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна и предписание, посредством модуля корректировки, сенсорным стимулятором прерывать предоставление сенсорной стимуляции субъекту во время данного периода медленноволнового сна в ответ на  
10 преодоление уровнем пробуждения порога уровня пробуждения в течение данного периода медленноволнового сна, причем порог уровня пробуждения определяют с помощью модуля этапов сна на основании одного или более из текущего сеанса сна, предыдущего сеанса сна субъекта или информации, связанной с предыдущими сеансами сна других людей, причем другие люди демографически соответствуют субъекту.

15 8. Способ по п. 6, который дополнительно включает определение, посредством модуля этапов сна, одного или нескольких уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна и предписание, посредством модуля корректировки, одному или нескольким сенсорными стимуляторами снижать интенсивность сенсорной стимуляции, предоставляемой субъекту, в ответ на преодоление  
20 уровнем пробуждения субъекта порога уровня пробуждения, причем порог уровня пробуждения определяют с помощью модуля этапов сна на основании одного или нескольких из текущего сеанса сна, предыдущего сеанса сна субъекта или информации, связанной с предыдущими сеансами сна других людей, причем другие люди демографически соответствуют субъекту.

25 9. Способ по п. 6, который дополнительно включает предписание, посредством модуля корректировки, сенсорным стимулятором увеличивать уровень интенсивности во время данного периода времени медленноволнового сна до тех пор, пока уровень интенсивности не достигнет максимального уровня.

30 10. Способ по п. 6, который дополнительно включает определение первого уровня интенсивности на основании предыдущих сеансов сна субъекта.

11. Система (10), выполненная с возможностью управлять текущим сеансом (12) сна субъекта, содержащая:

средство (16) для предоставления сенсорных стимулов субъекту;

средство (18) для генерации выходных сигналов, несущих информацию,

35 непосредственно или опосредованно связанную с текущим этапом сна субъекта, во время текущего сеанса сна и

средство (20) для исполнения модулей компьютерной программы, модули компьютерной программы содержат:

40 средство (32) для определения текущего этапа сна субъекта на основании анализа информации, которую содержат выходные сигналы датчиков, средство для определения текущего этапа сна выполнено с возможностью определять, находится ли субъект в настоящее время в медленноволновом сне;

средство (33) для определения отдельных периодов времени медленноволнового сна во время текущего сеанса сна на основании определений этапов сна, причем отдельные  
45 периоды времени начинаются через предварительно определяемое количество времени после того, как модуль (32) этапов сна определяет, что субъект (12) в настоящее время находится в медленноволновом сне или отдельные периоды времени заканчиваются через предварительно определяемое количество времени после того, как модуль (32)

этапов сна определяет, что субъект (12) в настоящее время находится в медленноволновом сне;

средство (34) для управления средством для предоставления сенсорных стимулов для того, чтобы предоставлять сенсорные стимулы заданной интенсивности субъекту в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна;

средство (36) для определения эффективности предоставляемых сенсорных стимулов, причем эффективность связана с увеличением медленноволновой активности, обусловленной сенсорными стимулами, эффективность определяют на основании выходных сигналов, средство для определения эффективности выполнено с возможностью определять первую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на первом уровне интенсивности, в течение первого отдельного периода времени; и

средство (38) для предписания средству для предоставления сенсорных стимулов увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов на основании определяемой эффективности так, что интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов увеличивают до второго уровня интенсивности на основании первой эффективности,

причем средство для определения эффективности и средство для предписания выполнены с возможностью повторять определение эффективности и увеличение интенсивности один или более раз в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна до истечения отдельных периодов времени так, что средство для определения эффективности определяет вторую эффективность сенсорных стимулов, предоставляемых на втором уровне интенсивности в течение первого отдельного периода времени медленноволнового сна, и средство для предписания предписывает средству для предоставления сенсорных стимулов увеличивать интенсивность предоставляемых сенсорных стимулов до третьего уровня интенсивности или прекращать предоставление сенсорной стимуляции субъекту в ответ на уровень пробуждения, определяемый с помощью модуля этапов сна.

12. Система по п. 11, причем средство для определения текущего этапа сна выполнено с возможностью определять один или более уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна и средство для предписания выполнено с возможностью предписывать средству для предоставления сенсорных стимулов прерывать предоставление сенсорной стимуляции субъекту во время данного периода медленноволнового сна в ответ на превышение уровнем пробуждения, определяемым с помощью средства для определения текущего этапа сна, порога уровня пробуждения в течение данного периода медленноволнового сна, причем порог уровня пробуждения определен с помощью средства для определения текущего этапа сна на основании одного или более из текущего сеанса сна, предыдущего сеанса сна субъекта или информации, связанной с предыдущими сеансами сна других людей, причем другие люди демографически соответствуют субъекту.

13. Система по п. 11, причем средство для определения текущего этапа сна выполнено с возможностью определять один или более уровней пробуждения субъекта в течение отдельных периодов времени медленноволнового сна и средство для предписания выполнено с возможностью предписывать средству для предоставления сенсорных стимулов снижать интенсивность сенсорной стимуляции, предоставляемой субъекту, в ответ на преодоление уровнем пробуждения субъекта порога уровня пробуждения, причем порог уровня пробуждения определен с помощью средства для определения текущего этапа сна на основании одного или нескольких из текущего сеанса сна,

предыдущего сеанса сна субъекта или информации, связанной с предыдущими сеансами сна других людей, причем другие люди демографически соответствуют субъекту.

14. Система по п. 11, причем средство для предписания выполнено с возможностью предписания средству для предоставления сенсорных стимулов увеличивать уровень интенсивности во время данного периода времени медленноволнового сна до тех пор, пока уровень интенсивности не достигнет максимального уровня.

15. Система по п. 11, причем средство для управления выполнено с возможностью определять первый уровень интенсивности на основании предыдущих сеансов сна субъекта.

10

15

20

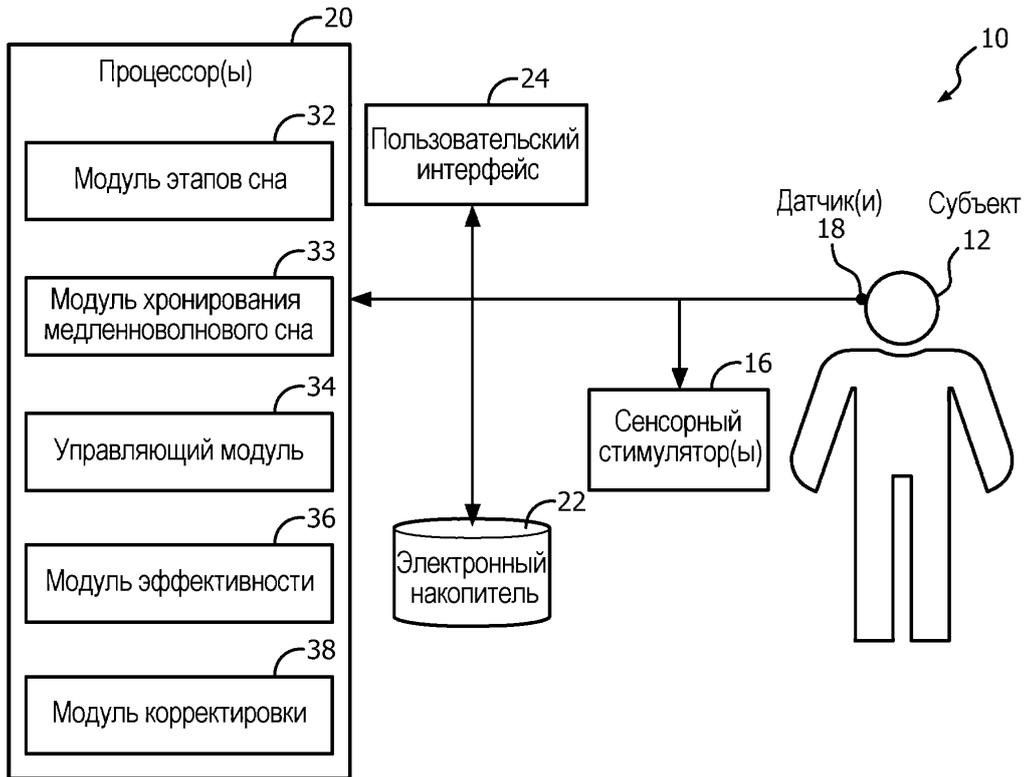
25

30

35

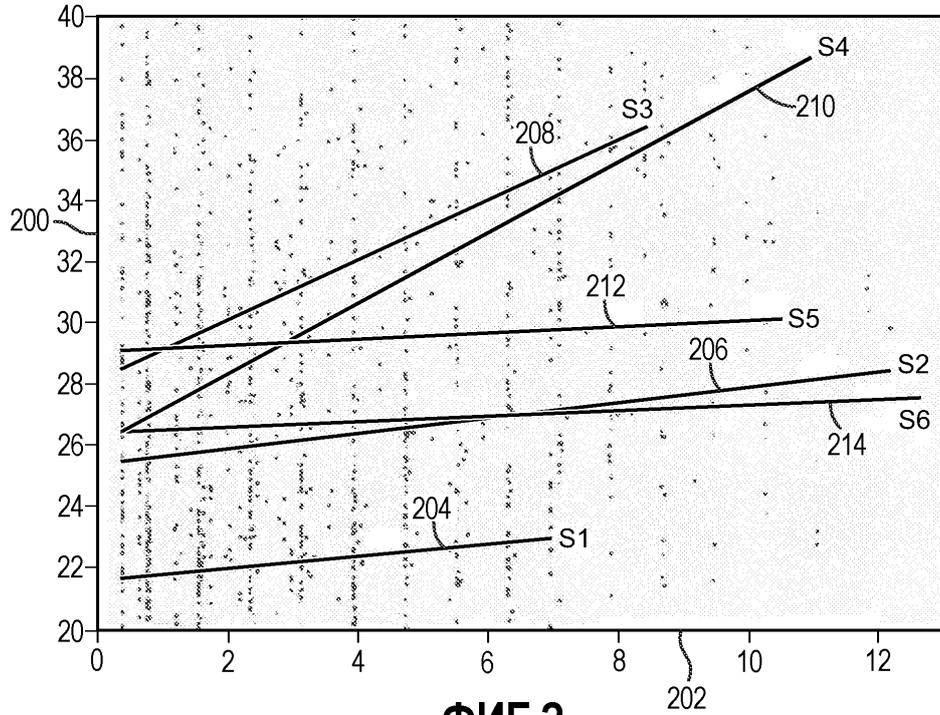
40

45

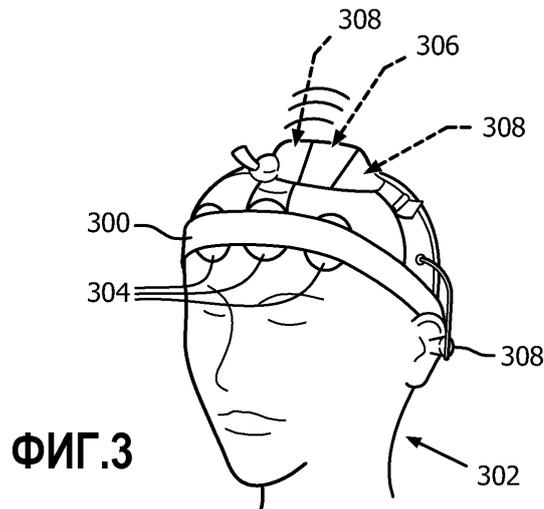


ФИГ.1

2/4

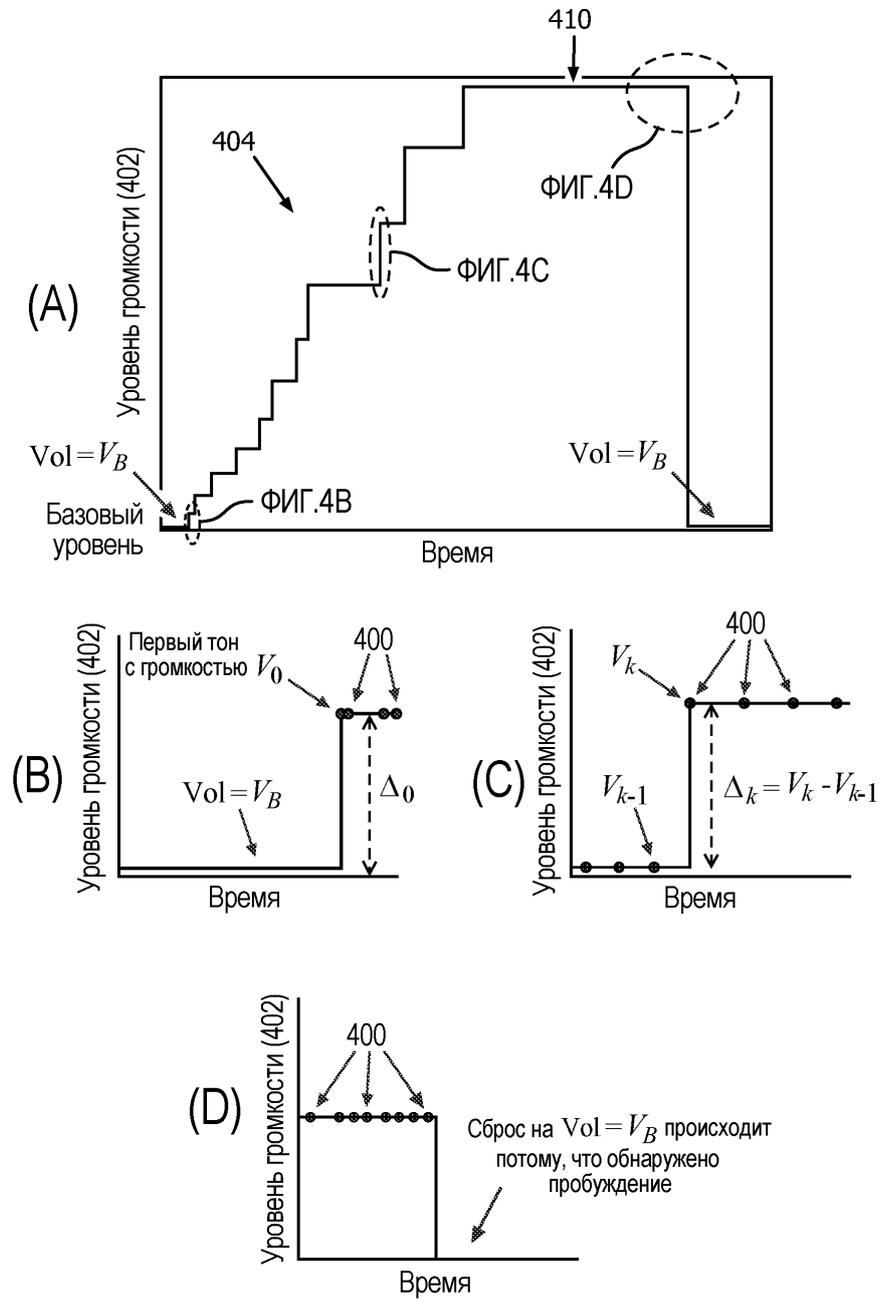


ФИГ.2



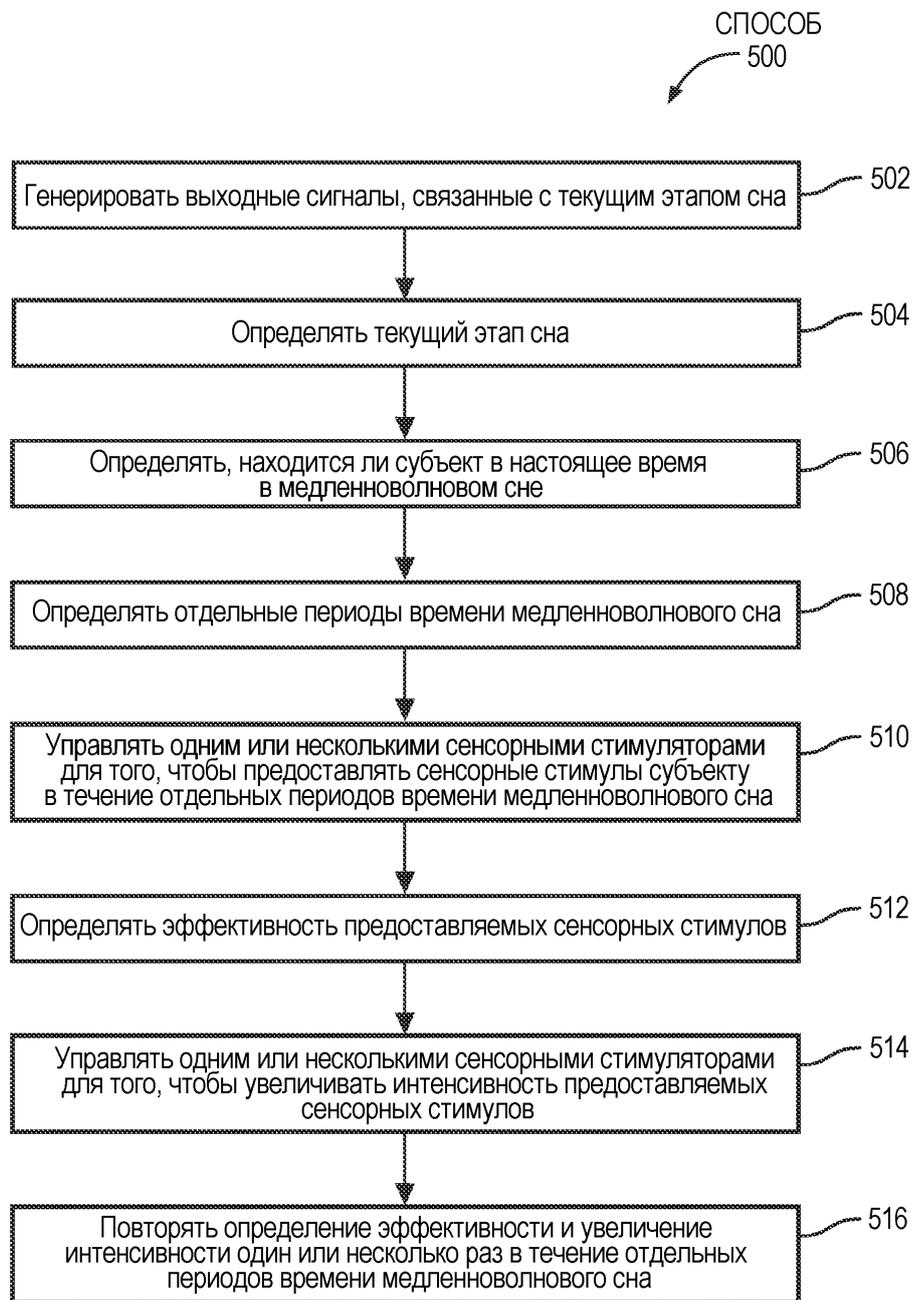
ФИГ.3

3/4



ФИГ.4

4/4



ФИГ.5