

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037313**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.03.10

(51) Int. Cl. **G01R 31/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201991072

(22) Дата подачи заявки
2011.04.26

(54) **УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОБЫТИЯ И СПОСОБ
РЕГИСТРАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

(31) **61/328,122; 61/426,472**

(56) **US-A1-20030050737
US-A1-20090043520
US-A1-20070114987**

(32) **2010.04.26; 2010.12.22**

(33) **US**

(43) **2019.09.30**

(62) **201791778; 2011.04.26**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
БЕЛКИН ИНТЕРНЭШНЛ, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
**Патель Шветак Н., Рейнолдс
Мэттью С., Гупта Сидхант,
Йоджисуаран Картик (US)**

(74) Представитель:
**Лебедев В.В., Угрюмов В.М.,
Глухарёва А.О., Гизатуллина Е.М.,
Строкова О.В., Костюшенкова М.Ю.,
Гизатуллин Ш.Ф., Пармонова К.В.
(RU)**

(57) Некоторые варианты осуществления могут относиться к аппаратуре, предназначенной для регистрации электрического состояния одного или нескольких электрических устройств. Одно или несколько электрических устройств подключены к сети электропитания и производят один или несколько высокочастотных электрических сигналов в сети электропитания. Аппаратура может содержать (а) модуль обработки, предназначенный для работы на процессоре вычислительного блока; (b) датчик, предназначенный для соединения с электрической розеткой. Датчик может содержать (а) приемник для сбора данных, предназначенный для получения одного или нескольких высокочастотных электрических сигналов через электрическую розетку и преобразования одного или нескольких высокочастотных электрических сигналов в один или несколько первых сигналов данных, если датчик соединен с электрической розеткой. Электрическая розетка может быть электрически соединена с сетью электропитания. Датчик связан с вычислительным блоком. Модуль обработки дополнительно предназначен для идентификации электрического состояния одного или нескольких электрических устройств, по меньшей мере, частично используя один или несколько первых сигналов данных. Высокочастотные электрические сигналы содержат электрические сигналы в диапазоне частот от 10 кГц до 3 МГц. Раскрыты другие варианты осуществления.

B1

037313

037313

B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Настоящая заявка является частичным продолжением и заявляет приоритет заявки США № 12/283869, поданной 16 сентября 2008 г., которая заявляет приоритет предварительной заявки США № 60/973188, поданной 18 сентября 2007 г. Настоящая заявка заявляет приоритет предварительной заявки США № 61/328122, поданной 26 апреля 2010 г., и предварительной заявки США № 61/426472, поданной 22 декабря 2010 г. Заявка США № 12/283869, предварительная заявка США № 60/973188, предварительная заявка США № 61/328122 и предварительная заявка США № 61/426472 включены в настоящую заявку посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится в целом к электрическим устройствам, и в частности к устройствам регистрации электрического события и способам регистрации и классификации потребления электроэнергии.

Предшествующий уровень техники

Многие современные подходы к регистрации и классификации активности электроприборов используют распределенную модель, в которой каждое электрическое устройство содержит специальный датчик, который следит за изменениями состояния устройства (например, включением и выключением устройства). Определение уровня устройства концептуально не вызывает затруднений, но требует много времени и дорогостоящей установки и обслуживания. Также были использованы методы непрямого определения, при которых микрофоны, акселерометры и видеорекамеры устанавливаются по всему зданию для определения активности электроприборов. Такие методы являются эффективными, но требуют дорогостоящей установки и обслуживания и могут также поставить под угрозу конфиденциальность при домашней установке. Например, один метод регистрации электрического события включает не прямое прослушивание активности переключателей и моторов с помощью микрофонов, распределенных по жилой площади.

Таким образом, имеет место необходимость или потенциальная возможность для получения пользы от аппаратуры или способа, которые могут предоставить подробную информацию об электрическом состоянии электрических устройств в доме или в ином здании, но которые также не требуют относительно дорогого развертывания и профессиональной установки.

Сущность изобретения

Некоторые варианты осуществления могут относиться к аппаратуре, предназначенной для регистрации электрического состояния одного или нескольких электрических устройств. Одно или несколько электрических устройств подключены к сети электропитания и производят высокочастотный электрический шум в сети электропитания. Аппаратура может содержать (а) модуль обработки, предназначенный для работы на процессоре вычислительного блока; и (б) датчик, предназначенный для соединения с электрической розеткой. Датчик может содержать (а) приемник для сбора данных, предназначенный для получения высокочастотного электрического шума через электрическую розетку и преобразования высокочастотного электрического шума в один или несколько первых сигналов данных, если датчик соединен с электрической розеткой. Электрическая розетка может быть электрически соединена с сетью электропитания. Модуль обработки также предназначен для идентификации электрического состояния одного или нескольких электрических устройств, по меньшей мере, частично используя один или несколько первых сигналов данных. Датчик связан с вычислительным блоком. Высокочастотный электрический шум предусматривает электрический шум в диапазоне частот от 10 кГц до 3 МГц.

Другие варианты осуществления относятся к способу регистрации и классификации потребления электроэнергии одним или несколькими электрическими устройствами. Одно или несколько электрических устройств присоединены к линии электропитания. Способ может включать захват двух или более электрических сигналов в линии электропитания, два или более электрических сигнала содержат по существу непрерывный электрический шум; регистрацию возникновения одного или нескольких электрических событий в линии электропитания, используя, по меньшей мере, по существу частично непрерывный электрический шум двух или более электрических сигналов; и ассоциирование одного или нескольких электрических событий с изменением электрического состояния по меньшей мере одного устройства из одного или нескольких электрических устройств. По существу непрерывный электрический шум двух или более электрических сигналов включает электрические сигналы, которые могут быть идентифицированы в линии электропитания по продолжительности примерно более 1 с.

Кроме того, другие варианты осуществления относятся к устройству регистрации электрического события, предназначенному для регистрации двух или более электрических событий в линии сети электропитания здания. Устройство регистрации электрического события может содержать (а) приемный модуль, предназначенный для получения и обработки одного или нескольких электрических сигналов, где один или несколько электрических сигналов содержат высокочастотную составляющую, при этом приемный модуль содержит (1) электрический интерфейс, предназначенный для связи с линией сети электропитания; (2) один или несколько фильтрующих контуров, соединенных с электрическим интерфейсом и предназначенных для передачи одной или нескольких частей одного или нескольких электрических сигналов; (3) модуль преобразователя, соединенный с выходом одного или нескольких фильт-

рующих контуров и предназначенный для преобразования одного или нескольких электрических сигналов в один или несколько сигналов данных; при этом один или несколько сигналов данных содержат информацию о высокочастотной составляющей одного или нескольких электрических сигналов; (b) модуль обработки, предназначенный для работы на процессоре, при этом модуль обработки содержит (1) модуль регистрации события, предназначенный для использования информации о высокочастотной составляющей одного или нескольких электрических сигналов для определения возникновения двух или более электрических событий; (2) модуль классификации, предназначенный для классификации двух или более электрических событий; (3) подготовительный модуль, предназначенный для корреляции первого типа события с первым событием из двух или более электрических событий и для корреляции второго типа события со вторым событием из одного или нескольких электрических событий. Два или более электрических событий содержат включение одного или нескольких электрических устройств, соединенных с линией сети электропитания здания, и включение одного или нескольких электрических устройств, соединенных с линией сети электропитания здания. Высокочастотная составляющая одного или нескольких электрических сигналов содержит электрические сигналы с частотой более 10 кГц.

Перечень фигур чертежей и иных материалов

Для облегчения дальнейшего описания вариантов осуществления приведены следующие графические материалы, на которых

на фиг. 1 изображен пример общей схемы типового устройства регистрации электрического события в соответствии с первым вариантом осуществления;

на фиг. 2 изображена блок-схема устройства регистрации электрического события, изображенного на фиг. 1, в соответствии с первым вариантом осуществления;

на фиг. 3 изображена типовая каскадная диаграмма диапазона частот, показывающей включение и выключение электрических устройств в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 4 изображена неполная схема соединения типового приемника для сбора данных устройства регистрации электрического события, изображенного на фиг. 1, в соответствии с первым вариантом осуществления;

на фиг. 5 изображена общая схема типового устройства регистрации электрического события в соответствии со вторым вариантом осуществления;

на фиг. 6 изображена блок-схема датчика устройства регистрации электрического события, изображенного на фиг. 5, в соответствии со вторым вариантом осуществления;

на фиг. 7 изображена блок-схема типового варианта осуществления способа предоставления устройства регистрации электрического события в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 8 изображена блок-схема типового варианта осуществления способа регистрации и классификации потребления электроэнергии одним или несколькими электрическими устройствами, подключенными к сети электропитания, в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 9 изображена блок-схема типового действия по использованию первых электрических сигналов для подготовки модуля обработки с целью корреляции первых сигналов данных с изменением электрического состояния конкретного электрического устройства в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 10 изображен график типовой сигнатуры флуктуационного шума в здании в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 11 изображен график типовой сигнатуры шума нового устройства в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 12 изображен график типовой сигнатуры шума нового электрического устройства после удаления флуктуационного шума в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 13 изображена таблица демографических данных для зданий, использованных для типовой установки типового устройства регистрации электрического события в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 14 изображена таблица, показывающая производительность типовой системы регистрации электрического события во время типовой установки, в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 15 изображена таблица матрицы неточностей, показывающая производительность типовой системы регистрации электрического события во время типовой установки в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 16 изображена другая таблица, суммирующая классификационные показатели точности при использовании минимального набора подготовительных данных типовой системы регистрации электрического события во время типовой развертки в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 17 изображена таблица производительности типовой системы регистрации события при классификации четырех электрических устройств, примененных в различных зданиях, используя 10-кратную проверку классификации, в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 18 изображен график, показывающий временную стабильность или изменение сигнатур в течение времени для четырех случайно выбранных электрических устройств путем визуализации векторов признаков в пространстве признаков в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 19 изображен график спектра, наблюдаемого системой регистрации электрического события, показывающий спектр шума, создаваемого четырьмя CFL (компактными флуоресцентными лампами) одного и того же типа, в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 20 изображен график спектра части данных из теста электрического устройства, которое было подключено к двум разным настенным розеткам в здании, в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 21 изображен график сигнала электромагнитных помех, созданных диммером на разных его уровнях, в соответствии с вариантом осуществления;

на фиг. 22 изображен график, показывающий короткий всплеск электромагнитных помех, который производят CFL при первом включении;

на фиг. 23 изображен компьютер, который является подходящим для реализации варианта осуществления вычислительного блока, изображенного на фиг. 1;

на фиг. 24 изображена характерная блок-диаграмма примера элементов, включенных в монтажные схемы внутри корпуса вычислительного блока, изображенного на фиг. 23.

Для простоты и ясности иллюстрации на фигурах изображен общий вид конструкции, а описания и детали хорошо известных признаков и методов могут быть опущены во избежание нежелательного затруднения понимания изобретения. Кроме того, элементы на фигурах изображены не обязательно в масштабе. Например, размеры некоторых элементов на фигурах могут быть увеличены по сравнению с другими элементами для лучшего понимания вариантов осуществления настоящего изобретения. Одни и те же номера позиций на разных фигурах соответствуют одним и тем же элементам.

Термины "первый", "второй", "третий", "четвертый" и тому подобные в описании и в формуле изобретения, если таковые имеются, используются для различения подобных элементов и не являются обязательными для описания конкретного последовательного или хронологического порядка. Следует понимать, что термины, используемые таким образом, являются взаимозаменяемыми при соответствующих обстоятельствах, таких как варианты осуществления, описанные в настоящей заявке, например могут применяться в последовательностях, отличных от изображенных или иным образом описанных в настоящей заявке. Кроме того, термины "содержать" и "иметь" и любые их вариации предназначены для обозначения неисключительного включения, такого как процесс, способ, система, предмет, устройство или аппаратура, которые составляют список элементов, не обязательно ограничивающийся этими элементами, но может содержать другие элементы, которые не указаны в прямой форме или не являются присущими такому процессу, способу, системе, предмету, устройству или аппаратуре.

Термины "слева", "справа", "спереди", "сзади", "сверху", "снизу", "над", "под" и тому подобные в описании и в формуле изобретения, если таковые имеются, используются в описательных целях и необязательно для описания постоянного взаимоположения. Следует понимать, что термины, используемые таким образом, являются взаимозаменяемыми при соответствующих обстоятельствах, таких как варианты осуществления изобретения, описанные в настоящей заявке, например, могут применяться в других ориентациях, отличных от изображенных или иным образом описанных в настоящей заявке.

Термины "соединение", "соединенный", "соединения", "соединяющий" и тому подобные должны пониматься в широком смысле и относиться к соединению двух или нескольких элементов или сигналов электрически, механически и/или другим способом. Два или более электрических элемента могут быть соединены электрически, но не соединены механически или другим способом, два или более механических элемента могут быть соединены механически, но не соединены электрически или другим способом, два или более электрических элемента могут быть соединены механически, но не соединены электрически или другим способом. Соединение может быть любым по времени, например постоянным, полупостоянным или мгновенным.

"Электрическое соединение" и тому подобные должны пониматься в широком смысле и содержать соединение при наличии любого электрического сигнала, будь то сигнал мощности, сигнал данных и/или другие типы или комбинации электрических сигналов. "Механическое соединение" и тому подобные должны пониматься в широком смысле и включать механическое соединение любых типов.

Отсутствие слова "съемно", "съемный" и тому подобных рядом со словом "соединенный" и тому подобными не означает, что рассматриваемое соединение и т.д. является или не является съемным.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Электроэнергия в линии электропитания может содержать электрический шум. Электрический шум, присутствующий в линии электропитания, может быть вызван работой электрического устройства, которое электрически соединено с линией электропитания. Данный тип электрического шума называется кондуктивной электромагнитной помехой (EMI). EMI могут быть делиться на два типа: кратковременный шум и непрерывный шум. В некоторых вариантах осуществления непрерывный или кратковременный электрический шум, который возникает при включении электрического устройства, не имеет той же формы электрического шума после нескольких электрических циклов переменного тока (например, один электрический цикл переменного тока составляет 1/60 с в США). Например, электрический шум компактной флуоресцентной лампочки (CFL) имеет одну форму в течение нескольких электрических циклов переменного тока до тех пор, пока CFL разогревается, и затем форма электрических шумов переходит в

другую форму после разогрева CFL. В другом примере электродвигатели постоянного тока характеризуются непрерывным шумом, но непрерывный шум электродвигателя постоянного тока может продолжаться только в течение микросекунд, но может повторяться каждый электрический цикл переменного тока до тех пор, пока электродвигатель постоянного тока работает. Описанное ниже устройство регистрации электрического события может регистрировать все эти типы электрического шума.

Кратковременный шум характеризуется малой продолжительностью, в течение которой он может наблюдаться, как правило, от десятков наносекунд до нескольких миллисекунд. С другой стороны, непрерывный шум (т.е. по существу непрерывный шум) может наблюдаться так долго, пока электрическое устройство работает. Во многих вариантах осуществления "непрерывный шум", как использовано в настоящей заявке, может означать повторяющийся, постоянный, непрерываемый или многократно повторяющийся шум. В этом же или других вариантах осуществления шум может быть непрерывным, если спектр шума повторяется каждый цикл переменного тока или сигнал электрического шума наблюдается без прекращения до тех пор, пока электрическое устройство работает. Шум может все еще считаться непрерывным шумом, если разрыв цикла переменного тока происходит во время шума.

Во многих примерах непрерывный электрический шум может быть распознаваемым в линии электропитания на протяжении большего отрезка времени, чем электрический цикл переменного тока. В другом примере непрерывный электрический шум может быть распознаваемым на протяжении меньшего отрезка времени, чем один цикл переменного тока, но электрические сигналы повторяются в трех или более электрических циклах переменного тока. В другом примере непрерывный электрический шум может являться электрическими сигналами, которые являются распознаваемыми в линии электропитания на протяжении большего отрезка времени, чем приблизительно 10 мс. В другом примере непрерывный электрический шум может являться электрическими сигналами, которые являются распознаваемыми в линии электропитания на протяжении большего отрезка времени, чем приблизительно 50 мс. В других примерах непрерывный электрический шум может являться электрическими сигналами, которые являются распознаваемыми в линии электропитания на протяжении большего отрезка времени, чем приблизительно 1 с. В еще одних дополнительных примерах непрерывный электрический шум может являться электрическими сигналами, которые являются распознаваемыми в линии электропитания на протяжении большего отрезка времени, чем приблизительно 10 с.

Как кратковременный, так и непрерывный шум также могут быть сосредоточены в узком диапазоне частот или распределены в широком диапазоне частот (т.е. являются широкополосным шумом). CFL является примером электрического устройства, генерирующего непрерывный шум, который проводится по линии электропитания вследствие его электрического соединения с линией сети электропитания. Поскольку электрическая распределительная система здания подключена параллельно к электрическому щитку здания, то кондуктивная ЕМІ широко распространяется от заданного электрического устройства по всей линии сети электропитания здания.

Непрерывный шум обычно является присущим работающему электрическому устройству и внутренней электронике. Такие устройства как шлифовальный станок создают электрический шум, синхронный с частотой сети переменного тока (60 Гц в США) и его гармониками (120 Гц, 180 Гц и т.д.) в связи с непрерывным замыканием и размыканием электрического контакта втулками двигателя такого типа электрического устройства.

Импульсный источник питания (SMPS) является источником электропитания, который содержит импульсный стабилизатор для обеспечения выходного напряжения, требуемого электрическими устройствами, использующими SMPS. Функцией SMPS является обеспечение стабилизированного выходного напряжения, обычно отличного по уровню от выходного напряжения, полученного от сети электропитания. Электрические устройства, использующие SMPS, становятся все более распространенными вследствие их более высокой эффективности, меньшего размера и меньшей цены по сравнению с традиционными источниками питания. Кроме того, производители все чаще используют SMPS в своей продукции для выполнения минимальных требований энергосбережения (например, программы Energy Star Министерства энергетики США). Например, большинство персональных компьютеров, а также флуоресцентных ламп в настоящее время используют SMPS. Более десяти лет назад большинство потребительских электронных устройств не были SMPS вследствие слабого состояния технологии производства SMPS и отсутствия дешевых однокристалльных SMPS.

Современные электрические устройства на базе SMPS генерируют шум, который синхронизирован с их внутренним генератором электропитания. Кроме того, в отличие от традиционных линейных регуляторов мощности SMPS не рассеивает избыточную мощность в виде тепла, но вместо этого сохраняет энергию с помощью катушки индуктивности и передает эту сохраненную энергию из линии электропитания на нагрузку по мере необходимости и, таким образом, затрачивает намного меньше энергии, чем традиционные источники электропитания. Ключевым моментом меньшего размера и эффективности SMPS является использование мощного трансистора для передачи сохраненной электроэнергии на высокой частоте, также известной в качестве частоты переключения. Частота переключения обычно намного выше частоты сети переменного тока 60 Гц (в США), так как при более высокой частоте требуются катушки индуктивности или преобразователи меньшего размера. Типичный SMPS работает на частотах от

десятков до сотен килогерц (кГц). Схема переключения может быть отрегулирована для выполнения требований электропитания электрического устройства, которое оснащается SMPS. Например, источник CFL оснащен SMPS для генерации высокого напряжения, необходимого для CFL. Переключающее действие, которое является краеугольным камнем принципа действия SMPS, генерирует большее количество EMI, сосредоточенных на частоте переключения.

Кроме того, большинство современных потребительских электронных приборов развиваются в направлении использования "программного коммутатора" вместо механического переключателя. В отличие от механического переключателя, программный коммутатор использует программно-управляемую кнопку переключения, которая электронным образом передает электроэнергию электрическому устройству. В данном типе переключателя непрякая активация электрического устройства с помощью программно-управляемого электронного переключателя уменьшает кратковременный шум, генерируемый в момент активации. Установлено, что несколько устройств, таких как ЖК-мониторы (жидкокристаллические мониторы) и DVD-проигрыватели, которые используют программный коммутатор, не генерируют заметный кратковременный шум. Программно-управляемые устройства, такие как ЖК-мониторы и DVD-проигрыватели, почти всегда сделаны на основе SMPS и, таким образом, устройство 100 регистрации электрического события (фиг. 1) может зарегистрировать изменение их состояния электропитания, контролируя производимые электрическими устройствами EMI.

Как и современные электронные устройства на основе SMPS, диммеры также производят непрерывный шум вследствие переключения по меньшей мере одного внутреннего двустороннего тиристорного переключателя. Этот непрерывный шум может быть использован для регистрации и идентификации нагрузок от управляемой диммером лампы накаливания. В отличие от узкополосного шума, производимого SMPS, диммер производит широкополосный шум в диапазоне сотен килогерц, который может быть смоделирован в виде распределения Гаусса, имеющего большое отклонение.

Кроме того, в Соединенных Штатах Федеральная комиссия связи (FCC) установила правила (например, раздел 47 "Свода федеральных правил", часть 15/18: "Потребительские ограничения на излучение") для любого электрического устройства, соединяемого с линией сети энергопитания, которые определяют максимальное количество EMI, которые электрическое устройство может передавать обратно в линию сети электропитания. Ограничение FCC и в настоящее время составляет 66 дБмкВ (количество децибел относительно одного микровольта) для частотного диапазона от 150 до 500 кГц, что составляет около -40 дБм (количество децибел относительно одного милливатта) при нагрузке в 50 Ом.

Теперь обратимся к графическим материалам. На фиг. 1 изображена общая схема типового устройства 100 регистрации электрического события в соответствии с первым вариантом осуществления. На фиг. 2 изображена блок-схема типовой системы 200, содержащей устройство 100 регистрации электрического события, в соответствии с первым вариантом осуществления. В некоторых вариантах осуществления устройство 100 регистрации электрического события может быть настроено на регистрацию электрического состояния одного или нескольких электрических устройств 290 (фиг. 2) в системе 200. Устройство 100 регистрации электрического события может быть также настроено на регистрацию одного или нескольких электрических событий в линии сети электропитания 150 здания в системе 200. Во многих примерах устройство 100 регистрации электрического события может использовать непрерывный шум в линии сети электропитания 150 вследствие электрических устройств 290 для регистрации электрического состояния электрических устройств 290 или для регистрации электрических событий в линии сети 150 электропитания. Система 200 и устройство 100 регистрации электрического события являются всего лишь типовыми и не ограничиваются вариантами осуществления, представленными в настоящей заявке. Устройство 100 регистрации электрического события может быть использовано во многих различных вариантах осуществления или примерах, не показанных или не изображенных особо в настоящей заявке.

В некоторых примерах электрическое устройство 290 генерирует один или несколько высокочастотных электрических сигналов. В различных вариантах осуществления высокочастотные электрические сигналы (например, электрические сигналы в диапазоне частот от 10 кГц до нескольких мегагерц) могут генерироваться одним или несколькими SMPS или другими электрическими компонентами (например, внутренними двусторонними тиристорными переключателями или внутренними генераторами (отличными от SMPS)) электрических устройств 290. В этих же самых или в других вариантах осуществления высокочастотные электрические сигналы могут быть циклоstationарными по отношению к электрическому циклу переменного тока сети 150 электропитания. Высокочастотные электрические сигналы могут быть циклоstationарными сигналами в широком понимании. В некоторых примерах высокочастотные электрические сигналы могут проявлять циклоstationарность во второй, третьей или четвертой составляющей статистики рангов.

Во многих вариантах осуществления высокочастотные электрические сигналы являются электрическими сигналами в диапазоне частот от 10 кГц до 3 МГц. В других вариантах осуществления высокочастотные электрические сигналы являются высокочастотными электромагнитными помехами в диапазоне частот от приблизительно 10 кГц до приблизительно 1 МГц. В других вариантах осуществления высокочастотные электрические сигналы являются высокочастотными электромагнитными помехами в диапа-

зоне частот от приблизительно 30 до приблизительно 300 кГц.

В тех же или других вариантах осуществления высокочастотные электрические сигналы являются электрическими сигналами с частотой свыше приблизительно 10 кГц. В некоторых вариантах осуществления устройство 100 регистрации электрического события может быть достаточно чувствительным для захвата непрерывного шума от -100 до -10 дБм в частотном диапазоне приблизительно от 10 кГц до приблизительно 3 МГц, или точнее от приблизительно 10 кГц до приблизительно 1 МГц.

В некоторых примерах одно или несколько электрических событий, зарегистрированных устройством 100 регистрации электрического события, могут содержать актуацию и деактуацию (т.е. включение и выключение) электрических устройств 290, соединенных с линией сети 150 электропитания. Одно или несколько электрических событий могут также являться событиями, в которых количество электроэнергии, переданное источником электропитания электрическому устройству другому электрическому устройству (например, поворот регулятора диммера), варьируется или ограничивается. Как использовано в настоящей заявке, каждое из электрических устройств 290 может иметь одно из трех состояний электропитания: (а) состояние включенного питания; (б) состояние ожидания; (с) состояние полностью выключенного питания. Состояние включенного питания предусматривает все состояния электропитания, когда электрическое устройство включено и потребление электроэнергии электрическим устройством превышает номинальное (т.е. оно не находится в состоянии ожидания или состоянии полностью выключенного питания).

Состояние ожидания является электрическим состоянием, когда электрическое устройство номинально выключено, но все еще потребляет электроэнергию для обеспечения одной или нескольких функций электрических устройств. Т.е. электрические устройства в состоянии ожидания номинально выключены, но все еще потребляют электроэнергию для обеспечения одной или нескольких стандартных, продолжительных или постоянных функций. Например, после того как пользователь выключает видеомаягнитофон (VCR) или устройство записи цифрового видео (DVR), VCR и DVR могут продолжать потреблять электроэнергию из линии сети 150 электропитания для подсветки одного или нескольких дисплеев на устройстве (например, часов или одного или нескольких LED (светодиодов)) и/или выполнения одной или нескольких внутренних функций. В этом случае, несмотря на то, что пользователь думает, что VCR или DVR выключены, VCR или DVR находятся фактически в режиме ожидания. В другом примере, после того как пользователь выключил электрическое устройство, электрическое устройство может продолжить потреблять электроэнергию для зарядки внутренней батареи и, таким образом, находиться в состоянии ожидания.

Состояние полностью выключенного питания является состоянием, когда электрическое устройство не потребляет никакой электроэнергии (т.е. в действительности потребление электроэнергии нулевое) из линии сети 150 электропитания. В случае VCR или DVR, которые потребляют электроэнергию даже после того, как пользователь выключил электрическое устройство, VCR или DVR могут быть переведены в полностью выключенное состояние путем отключения электрического устройства от линии сети 150 электропитания или подключения VCR или DVR к электрическому переключателю, который полностью прекращает потребление электроэнергии VCR или DVD.

Как использовано в настоящей заявке, "включение" и подобные фразы относятся к переводу электрического устройства в состояние включенного питания либо из состояния полностью выключенного питания, либо из состояния ожидания. Точно так же, как использовано в настоящей заявке, "выключение" и подобные фразы относятся к переводу электрического устройства из состояния включенного питания либо в состояние полностью выключенного питания либо в состояние ожидания. Кроме того, "состояние выключенного питания" и подобные фразы относятся либо к состоянию полностью выключенного питания, либо к состоянию ожидания. Кроме того, "состояние включенного питания" и подобные фразы относятся к состоянию включенного питания.

В некоторых примерах, которые будут обсуждаться ниже в отношении диммеров и телевизоров, устройство 100 регистрации электрического события может также регистрировать промежуточные состояния электрических устройств 290. Т.е. устройство 100 регистрации электрического события может регистрировать различные состояния включенного питания электрических устройств 290.

На фиг. 3 изображена типовая каскадная диаграмма 300 диапазона частот, показывающая включенные и выключенные электрические устройства в соответствии с вариантом осуществления. Как изображено на фиг. 3, если типовое электрическое устройство включено, наблюдается сигнатура узкополосного непрерывного шума, которая является непрерывной во время работы устройства. Кроме того, на фиг. 3 можно увидеть, что шум имеет наибольшую интенсивность в центре шума (например, на частоте переключения SMPS электрических устройств) и далее распространяется на нижние и верхние частоты с затуханием интенсивности. Затухание интенсивности может быть приблизительно смоделировано с помощью функции Гаусса, математическое ожидание которой расположено на частоте переключения. Данное распределение может быть связано с допустимостью ошибок компонентов, которые составляют ядро цепи переключения, а также характеристиками нагрузки источника электропитания. Если бы все электрические устройства и их компоненты являлись идеальными, то единственный пик узкополосного сигнала на частоте переключения был бы виден на фиг. 3. Допустимость ошибок компонентов SMPS также

может допускать разницу между иными идентичными устройствами, такими как различные блоки одной модели CFL. Наконец, линия электропитания сама по себе может выполнять функцию передачи (т.е. изменять индуктивность между источником собираемой информации и электрическим устройством) и может вносить дополнительные различия во множество подобных электрических устройств.

Возвращаясь к фиг. 1-2, устройство 100 регистрации электрического события может содержать (а) по меньшей мере один датчик 110, предназначенный для соединения по меньшей мере с одной электрической розеткой 151 линии сети 150 электропитания (т.е. линии электропитания в здании); и (b) по меньшей мере один вычислительный блок 120. В некоторых вариантах осуществления устройство 100 регистрации электрического события не содержит линию сети 150 электропитания, электрическую розетку 151 или электрические устройства 290. В различных вариантах осуществления устройство 100 регистрации электрического события также не содержит вычислительный блок 120. В некоторых примерах устройство 100 регистрации электрического события содержит модуль 222 обработки (фиг. 2), но не содержит вычислительный блок 120.

Датчик 110 может содержать (а) по меньшей мере один приемный модуль или приемник 211 для сбора данных; (b) контроллер 215; (c) устройство 216 связи с передатчиком; (d) источник 217 питания, предназначенный для обеспечения электроэнергией приемника 211 для сбора данных, контроллера 215 и устройства 216 связи. Вычислительный блок 120 может содержать (а) устройство 221 связи с приемником; (b) модуль 222 обработки; (c) модуль 230 хранения данных.

Не расценивая следующее как ограничение, простой пример использования устройства 100 регистрации электрического события содержит электрические устройства 290 (фиг. 2), генерирующие один или несколько высокочастотных электрических сигналов (например, ЕМІ) в линии сети 150 электропитания. Датчик 110 может выявлять высокочастотные электрические сигналы (например, непрерывный шум) в линии сети 150 электропитания и создавать один или несколько сигналов данных, которые содержат информацию о высокочастотных электрических сигналах. Датчик 110 может передавать сигналы данных вычислительному блоку 120, используя проводной и/или беспроводной способ связи. Вычислительный блок 120 может идентифицировать электрическое состояние электрических устройств 290, по меньшей мере, частично используя сигналы данных.

Приемник 211 для сбора данных может быть предназначен для приема и обработки одного или нескольких электрических сигналов из линии сети 150 электропитания. Электрические сигналы могут содержать высокочастотные составляющие (например, ЕМІ). Т.е. приемник 211 для сбора данных может быть предназначен для приема электрических сигналов с высокочастотными составляющими и преобразования электрических сигналов, и в частности высокочастотной составляющей, в один или несколько сигналов данных.

На фиг. 4 изображена неполная принципиальная схема типового приемника 211 для сбора данных в соответствии с первым вариантом осуществления. Согласно фиг. 2 и 4 в различных вариантах осуществления приемник 211 для сбора данных может содержать (а) по меньшей мере один электрический интерфейс 212, предназначенный для соединения с электрической розеткой 151 (фиг. 1) линии сети 150 электропитания; (b) один или несколько фильтрующих контуров 213; (c) по меньшей мере один модуль 214 преобразователя. В различных вариантах осуществления электрический интерфейс 212 может содержать двухштыревой или трехштыревой разъем электропитания.

В некоторых примерах фильтрующие контуры 213 могут быть электрически соединены с электрическим интерфейсом 212 и предназначены для фильтрации частей входящих электрических сигналов из сети электропитания. Фильтрующие контуры могут быть предназначены для передачи высокочастотного электрического шума. Например, приемник 211 для сбора данных может фильтровать частоту сети переменного тока (60 Гц в США) таким образом, что модуль 214 преобразователя не перегружается опорной частотой составляющей в 60 Гц. В этих же или других примерах фильтрующие контуры 213 могут содержать высокочастотный фильтр. В некоторых вариантах осуществления высокочастотный фильтр может иметь по существу плоскую частотную характеристику в диапазоне частот от 50 кГц до 30 МГц. Излом характеристики высокочастотного фильтра при 3 дБ может наблюдаться на частоте 36,7 кГц. Излом при 3 дБ дает достаточно широкую полосу для наблюдения полного диапазона ЕМІ и другого высокочастотного непрерывного шума в электрических сигналах. В некоторых примерах фильтрующие контуры 213 может также содержать аттенуатор на 10 дБ, так что постоянная нагрузка в 50 Ом представлена на входе приемника 211 для сбора данных независимо от частоты сигнала или состояния линии переменного тока. Кроме того, в некоторых примерах в целях безопасности и обеспечения изоляции от напряжения линии могут использоваться высоковольтные конденсаторы. В этих же или других примерах может использоваться полярность, изображенная на фиг. 4. Т.е. в одном варианте осуществления линия и нулевые линии не должны соединяться обратным образом и изолирующие конденсаторы с целью безопасности должны являться полиэфирными пленочными конденсаторами переменного тока.

В некоторых примерах фильтрующий контур может содержать конденсаторы 461, 462 и резисторы 463, 464, 465. Конденсаторы 461 и 462 могут являться конденсаторами с емкостью 0,1 мкФ (полиэфирными конденсаторами на 450 В). Резисторы 463 и 465 могут являться резисторами с сопротивлением 100 Ом и мощностью в 1 Вт. Резистор 464 может являться резистором с сопротивлением 75 Ом и мощностью

в 1 Вт.

Модуль 214 преобразователя может быть электрически соединен с фильтрующими контурами 213 и настроен на прием отфильтрованного сигнала от фильтрующих контуров 213. Модуль 214 преобразователя может быть настроен на преобразование одного или нескольких отфильтрованных сигналов в один или несколько сигналов данных. Один или несколько сигналов данных могут содержать информацию о высокочастотной составляющей одного или нескольких электрических сигналов. В некоторых примерах модуль 214 преобразователя может содержать аналого-цифровой преобразователь. В некоторых примерах аналого-цифровой преобразователь может дискретизировать отфильтрованный электрический сигнал с заданной частотой (например, 1 МГц). В одном примере модуль 214 преобразователя может содержать USRP (универсальную периферию программного радио).

В некоторых примерах устройство 216 связи может содержать беспроводной передатчик и устройство 221 связи может являться беспроводным передатчиком. В некоторых примерах электрические сигналы могут передаваться с использованием технологий WI-FI (беспроводного обмена данными), беспроводного протокола 802.11 IEEE (Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике) или беспроводного протокола Bluetooth 3.0+HS (высокая скорость). В дополнительных примерах эти сигналы могут передаваться через Zigbee (802.15.4), Z-Wave или специальный беспроводной стандарт. В других примерах устройство 216 связи может передавать электрические сигналы, используя сотовую связь или проводное соединение (например, используя провод).

В Северной Америке и во многих других частях мира обычно используется трехфазное электропитание в сети электропитания большинства зданий. В некоторых зданиях сильный шумовой сигнал может быть обнаружен в фазах линии сети 150 электропитания. Тем не менее, для некоторых частей некоторых зданий, которые не находятся на противоположной фазе от электрической розетки 151, к которой подключен электрический интерфейс 212, может быть сложно выявить электрические события. В некоторых примерах эта проблема может быть решена путем установки датчика 110 на каждой фазе (т.е. установки двух датчиков для здания, использующего трехфазное электропитание) или установки датчика 110 в доступной розетке на 240 В, если присутствуют обе фазы (например, в электрическом разъеме для сушилки). Установка двух датчиков 110 позволит устройству 100 регистрации электрического события захватывать события в обеих фазах, но также повысит вероятность появления сигнатур подобного вида для двух подобных устройств. Тем не менее, проблема появления сигнатур подобного вида может быть решена, если знать какой из двух датчиков 110 зарегистрировал событие.

В некоторых примерах модуль 222 обработки может содержать программное обеспечение и может содержать (а) подготовительный модуль 223, предназначенный для корреляции одного или нескольких электрических событий с одним или несколькими электрическими событиями разного типа; (b) модуль 224 регистрации события, предназначенный для определения возникновения одного или нескольких электрических событий, по меньшей мере, частично используя сигналы данных; (c) модуль 226 классификации, предназначенный для классификации типа одного или нескольких электрических событий; (d) модуль 225 связи, предназначенный для связи с пользователем.

Вычислительный блок 120 или модуль 222 обработки могут быть предназначены для идентификации электрического состояния электрических устройств 290, по меньшей мере, частично используя один или несколько первых сигналов данных (например, информацию о высокочастотной составляющей одного или нескольких электрических сигналов). В разных вариантах осуществления вычислительный блок 120 и/или модуль 222 обработки могут быть предназначены для измерения количества электроэнергии, потребляемого одним или несколькими электрическими устройствами, по меньшей мере, частично используя один или несколько сигналов данных от устройства связи 216. Например, модуль 222 обработки может быть предназначен для идентификации при включении или выключении первого из одного или нескольких электрических устройств 290, по меньшей мере, частично используя сигналы данных от устройства 216 связи.

Как будет подробнее описано ниже, в некоторых примерах кроме сигналов данных, полученных от датчика 110, модуль 222 обработки может использовать следующие типы данных для идентификации электрического состояния электрических устройств 290: (а) данные из базы данных от органа управления; (b) данные из одной или нескольких баз данных, которые содержат данные о ранее наблюдаемых сигналах данных; (c) данные от одного или нескольких марок электрических устройств; и/или (d) данные от пользователя, касающиеся идентификации одного или нескольких электрических устройств.

Как будет подробнее описано ниже, модуль 224 регистрации события предназначен для определения возникновения одного или нескольких электрических событий, по меньшей мере, частично используя сигналы данных от устройства 216 связи. Модуль 226 классификации может быть предназначен для определения конкретного электрического события в линии сети 150 электропитания. Модуль 226 классификации может быть предназначен для корреляции электрических событий в линии сети 150 электропитания с изменениями в состоянии электропитания конкретных электрических устройств.

Подготовительный модуль 223 может быть предназначен для корреляции конкретных электрических сигналов в линии сети 150 электропитания с конкретными электрическими событиями. Например, подготовительный модуль 223 может быть предназначен для определения соответствия конкретного

электрического события в линии сети 150 электропитания включению или выключению конкретного электрического устройства (например, флуоресцентной лампы, компьютера или стиральной машины).

В некоторых примерах подготовительный модуль 223 может быть предназначен для выполнения подготовительной или калибровочной последовательности для корреляции электрических событий, выявленных приемником 211 для сбора данных, с конкретными электрическими событиями. После выполнения калибровочной последовательности подготовительный модуль 223 может передать подготовительные корреляционные данные на модуль 226 классификации таким образом, что модуль 226 классификации может осуществлять корреляцию электрических событий, выявленных приемником 211 для сбора данных, с конкретным изменением состояния конкретного электрического устройства. Типовые подготовительные или калибровочные последовательности описаны в отношении действия 835 способа 800, изображенного на фиг. 8.

Модуль 225 связи может использоваться для передачи и получения информации от одного или нескольких устройств 100 регистрации электрического события. Например, пользователь может использовать модуль 225 связи для ввода информации во время выполнения подготовительной или калибровочной последовательности. Кроме того, модуль 225 связи может информировать пользователя о возникновении электрического события. В некоторых вариантах осуществления модуль 225 связи может использовать монитор 2306, клавиатуру 2304 и/или мышь 2310, которые изображены на фиг. 23.

Модуль 230 хранения данных может хранить информацию и данные, используемые подготовительным модулем 223, модулем 224 регистрации события, модулем 225 связи и модулем 226 классификации. В некоторых примерах модуль 230 хранения данных может содержать USB-устройство, подключенное через USB порт 2312 (фиг. 23), CD-ROM привод или DVD в CD-ROM приводе и/или DVD привод 2316 (фиг. 23), жесткий диск 2314 (фиг. 23) или память 2408 (фиг. 24).

Модуль 222 обработки может быть предназначен для работы на процессоре (например, Центральном процессоре (CPU) 2410, как изображено на фиг. 24) вычислительного блока 120. "Вычислительный блок", как использовано в настоящей заявке, может означать единственный компьютер, единственный сервер, группу или ряд компьютеров и/или серверов, расположенных в одном или нескольких местах. В одном примере вычислительный блок 120 может содержать компьютер, изображенный на фиг. 23 и 24. В некоторых примерах вычислительный блок 120 может находиться, по меньшей мере, частично рядом с пользователем. В других примерах пользователи могут иметь доступ к вычислительному блоку 120 через Интернет или другие сети.

В некоторых примерах вычислительный блок 120 может являться первым сервером. Первый сервер может являться домашним компьютером пользователя устройства 100 регистрации электрического события или компьютером, принадлежащим владельцу здания или управляемым владельцем здания, в котором установлено устройство 100 регистрации электрического события. В других примерах первый сервер может являться другим электрическим устройством (с процессором), расположенным в здании (например, системы управления домом или автоматизированной системы управления, охранной системы, системы кондиционирования). Первый сервер может содержать первую часть устройства 221 связи, модуль 230 хранения данных, подготовительный модуль 223, модуль 224 регистрации события, модуль 225 связи и модуль 226 классификации. Один или несколько вторых серверов (например, компьютер или сервер, принадлежащий или управляемый производителем или дистрибьютором устройства 100 регистрации электрического события, коммунальным предприятием или компанией обеспечения безопасности) может содержать вторую, возможно дублирующую, часть этих модулей. В этих примерах вычислительный блок 120 может содержать комбинацию из первого сервера и одного или нескольких вторых серверов.

На фиг. 5 изображена общая схема типового устройства 500 регистрации электрического события в соответствии со вторым вариантом осуществления. На фиг. 6 изображена блок-схема датчика 510 устройства 500 регистрации электрического события в соответствии со вторым вариантом осуществления. В некоторых вариантах осуществления устройство 500 регистрации электрического события может быть предназначено для регистрации электрического состояния одного или нескольких электрических устройств 290 (фиг. 2) системы 501. Устройство 500 регистрации электрического события может также быть предназначено для регистрации одного или нескольких электрических событий в линии сети 150 электропитания (фиг. 1 и 5) системы 501. Во многих примерах устройство 500 регистрации электрического события может использовать непрерывный шум в линии сети 150 электропитания вследствие электрических устройств 290 (фиг. 2) для регистрации электрического состояния электрических устройств 290 или для регистрации электрических событий в линии сети 150 электропитания. Электрические события, зарегистрированные устройством 500 регистрации электрического события, могут содержать актуацию и деактуацию (т.е. включение и выключение) электрических устройств 290 (фиг. 2), соединенных с линией сети 150 электропитания. Один или несколько электрических событий могут также являться событиями, в которых количество электроэнергии, переданное источником электропитания электрического устройства другим электрическим устройством (например, поворот регулятора диммера) варьируется или ограничивается. Система 501 и устройство 500 регистрации электрического события являются лишь типовыми и не ограничиваются представленными в настоящей заявке вариантами осуществления. Система 501

и устройство 500 регистрации электрического события могут использоваться во многих различных вариантах осуществления или примерах, не изображенных или не описанных особо в настоящей заявке.

Согласно фиг. 5 и 6 устройство 500 регистрации электрического события может содержать (a) датчик 510; (b) концентратор 540, предназначенный для подключения к электрической розетке 151 линии сети 150 электропитания; (c) роутер 505, предназначенный для соединения концентратора 540 с вычислительным блоком 120; (d) вычислительный блок 120. В других примерах концентратор 540 может быть соединен с вычислительным блоком 120 без использования роутера 505, в этом случае устройство 500 регистрации электрического события и система 501 не содержат роутер 505.

В некоторых примерах датчик 510 соединен по меньшей мере с одним электрическим щитком 552 и коммунальным ваттметром 553. В других примерах датчик 510 может быть объединен с или являться частью по меньшей мере одного электрического щитка 552 или коммунального ваттметра 553. В одном варианте осуществления устройство 500 регистрации электрического события не содержит электрический щиток 552, коммунальный ваттметр 553, линию сети 150 электропитания, электрическую розетку 151 или электрические устройства 290. В другом варианте осуществления устройство 500 регистрации электрического события также не содержит вычислительный блок 120 или роутер 505. В некоторых примерах устройство 500 регистрации электрического события может содержать модуль 222 обработки, но не содержать вычислительный блок 120.

Не расценивая следующее как ограничение, простой пример использования устройства 500 регистрации электрического события содержит электрические устройства 290 (фиг. 2), генерирующие один или несколько высокочастотных электрических сигналов. Датчик 510 может регистрировать высокочастотные электрические сигналы в линии сети 150 электропитания и создавать один или несколько сигналов данных, которые содержат информацию о высокочастотных электрических сигналах. Датчик 510 может передавать сигналы данных концентратору 540, используя технологию передачи информации по электрическим сетям (PLC) через линию сети 150 электропитания. Концентратор 540 может передавать сигналы данных вычислительному блоку 120, используя проводной или беспроводной способ связи. Вычислительный блок 120 может идентифицировать электрическое состояние одного или нескольких электрических устройств, по меньшей мере, частично используя сигналы данных.

Согласно фиг. 5 и 6 датчик 510 может содержать (a) приемник 611 для сбора данных; (b) контроллер 615; (c) устройство 616 связи; (d) источник 617 питания. В некоторых примерах контроллер 615 и источник 617 питания могут быть подобными или такими же, как контроллер 215 и источник 217 питания соответственно на фиг. 2. Подобный датчику 110 (фиг. 1 и 2) датчик 510 может быть предназначен для регистрации непрерывного шума в линии сети 150 электропитания путем обработки одного или нескольких электрических сигналов в линии сети 150 электропитания. В некоторых вариантах осуществления датчик 510 может быть предназначен для получения электрических сигналов с высокочастотной составляющей и преобразования электрических сигналов, и в частности высокочастотной составляющей электрических сигналов, в один или несколько сигналов данных.

Приемник 611 для сбора данных может содержать (a) один или несколько трансформаторов 628 и 629 тока; (b) один или несколько фильтрующих контуров 613; (c) по меньшей мере один модуль 614 преобразователя.

Трансформаторы 628 и 629 тока могут использоваться для измерения количества переменного тока, проходящего через проводник. Трансформаторы 628 и 629 тока могут производить слабый, легкоизмеримый сигнал, который пропорционален большей силе тока в проводнике. В частности, трансформаторы 628 и 629 тока измеряют количество тока, проходящего через два проводника, соединяющих электрический щиток 552 с коммунальным ваттметром 553, используя один трансформатор тока для каждой фазы переменного тока. Общее количество электроэнергии, потребляемое зданием, является суммарной электроэнергией, передаваемой каждой фазой переменного тока.

В других примерах трансформаторы 628 и 629 тока не являются трансформаторами тока. Трансформаторы 628 и 629 тока могут являться любыми устройствами, которые могут измерять величину тока, такими как датчики Холла, пояса Роговского, трансформаторы тока или шунтирующие резисторы. Например, трансформаторы 628 и 629 тока могут являться шунтирующими резисторами. Т.е. переменный ток может проходить через малое сопротивление, и приемник 611 для сбора данных может измерять низкое напряжение на резисторе с малым сопротивлением. Данное измеренное низкое напряжение пропорционально количеству тока, проходящего через два проводника, соединяющих электрический щиток 552 с коммунальным ваттметром 553.

В некоторых примерах фильтрующие контуры 613 предназначены для фильтрации частей входящих электрических сигналов из линии сети электропитания. Например, фильтрующие контуры 613 могут фильтровать основную частоту линии переменного тока (60 Гц в США), так что модуль 614 преобразователя не перегружается опорной частотой составляющей в 60 Гц. В этих же или других примерах фильтрующие контуры 613 могут содержать высокочастотный фильтр. В некоторых вариантах фильтрующие контуры 613 могут быть подобными или такими же самыми, как фильтрующие контуры 213, изображенные на фиг. 2.

Модуль 614 преобразователя может быть электрически соединен с фильтрующими контурами 613 и

может быть предназначен для приема отфильтрованного сигнала от фильтрующих контуров 613. Модуль 614 преобразователя может быть предназначен для преобразования одного или нескольких отфильтрованных сигналов в один или несколько сигналов данных. Сигналы данных могут содержать информацию о высокочастотной составляющей электрических сигналов. В некоторых примерах модуль 614 преобразователя может содержать: (а) аналого-цифровой преобразователь 619; (б) процессор 618 цифровой обработки сигналов.

В различных вариантах осуществления устройство 616 связи может содержать PLC передатчик. PLC передатчик может являться передатчиком для передачи данных через проводник, используемый для передачи электроэнергии (например, линию сети 150 электропитания). Устройство 616 связи может быть электрически соединено с линией сети 150 электропитания и может быть предназначено для передачи сигналов данных на концентратор 540 через линию сети 150 электропитания. В этих же или других примерах PLC передача между устройством 616 связи и концентратором 540 может быть двунаправленной. В других примерах устройство 616 связи может быть подобным или идентичным устройству 216 связи и может передавать сигнал данных непосредственно на роутер 505 и/или вычислительный блок 120.

Концентратор 540 может содержать (а) электрический интерфейс 641, предназначенный для соединения с электрической розеткой 151 (фиг. 5) линии сети 150 электропитания (фиг. 5); (б) устройство 643 связи.

В различных вариантах осуществления электрический интерфейс 641 может содержать двухштыревой или трехштыревой разъем электропитания. В некоторых примерах электрический интерфейс 641 может также содержать PLC приемник. PLC приемник электрического интерфейса 212 может быть предназначен для приема сигналов данных от устройства 616 связи датчика 510 через линию сети 150 электропитания. В некоторых примерах электрический интерфейс 641 может также содержать PLC передатчик.

Устройство связи 643 может быть электрически соединено с электрическим интерфейсом 641 и принимать сигнал данных от электрического интерфейса 641. В некоторых вариантах осуществления устройство 643 связи может содержать беспроводной передатчик. Беспроводной передатчик может передавать сигналы данных на вычислительный блок 120 через роутер 505 (или непосредственно на вычислительный блок 120). В других примерах устройство 643 связи может быть соединено с роутером 505 и/или вычислительным блоком 120 с помощью провода и передавать сигналы данных через провод. В других примерах концентратор 540 может быть объединен с или являться частью вычислительного блока 120 или роутера 505.

На фиг. 7 изображена блок-схема типового варианта осуществления способа 700 предоставления устройства регистрации электрического события в соответствии с вариантом осуществления. Способ 700 является лишь типовым и не ограничивается вариантами осуществления, представленными в настоящей заявке. Способ 700 может быть применен во многих различных вариантах осуществления или примерах, не изображенных или не описанных особо в настоящей заявке. В некоторых вариантах осуществления действия, операции и/или процессы способа 700 могут быть выполнены в соответствии с представленным порядком. В других вариантах осуществления действия, операции и/или процессы способа 700 могут быть выполнены в любом ином подходящем порядке. В других вариантах осуществления одно или несколько действий, операций и/или событий способа 700 могут быть объединены или пропущены.

Согласно фиг. 7 способ 700 включает действие 710 по предоставлению по меньшей мере одного приемника для сбора данных. В некоторых вариантах осуществления приемник для сбора данных может быть настроен на прием и обработку одного или нескольких электрических сигналов из линии сети электропитания и преобразование электрических сигналов в первые сигналы данных. Например, приемник для сбора данных может быть таким же или идентичным приемнику 211 для сбора данных, изображенному на фиг. 2, или приемнику 611 для сбора данных, изображенному на фиг. 6. В тех же или других примерах действие 710 может предусматривать предоставление второго приемника для сбора данных. В некоторых примерах первый приемник для сбора данных может быть соединен с первой фазой линии сети электропитания здания, а второй приемник для сбора данных может быть соединен со второй фазой линии сети электропитания здания.

Способ 700, изображенный на фиг. 7, продолжается действием 715 по предоставлению устройства связи. В некоторых вариантах осуществления устройство связи может содержать передатчик и может быть предназначено для передачи первых сигналов данных. Например, устройство связи может быть подобным или идентичным устройству 216 связи, изображенному на фиг. 2, или устройству 616 связи, изображенному на фиг. 6.

Далее способ 700, изображенный на фиг. 7, предусматривает действие 720 по предоставлению контроллера. Например, контроллер может быть подобным или идентичным контроллеру 215, изображенному на фиг. 2, или контроллеру 615, изображенному на фиг. 6.

Далее способ 700, изображенный на фиг. 7, включает действие 725 по электрическому соединению устройства связи, приемника для сбора данных и контроллера. Например, электрическое соединение устройства связи, приемника для сбора данных и контроллера может быть подобным или идентичным электрическому соединению устройства 216 связи, приемника 211 для сбора данных и контроллера 215, изображенных на фиг. 2, или электрическому соединению устройства 616 связи, приемника 611 для сбо-

ра данных и контроллера 615, изображенных на фиг. 6.

Способ 700, изображенный на фиг. 7, продолжается действием 730 по предоставлению вычислительного блока. В некоторых вариантах осуществления вычислительный блок может быть предназначен для определения изменения в электрических состояниях одного или нескольких электрических устройств, используя первые сигналы данных. Например, вычислительный блок может быть подобным или идентичным вычислительному блоку 120, изображенному на фиг. 1 и/или 5.

В некоторых примерах действие 730 может предусматривать предоставление вычислительного блока, содержащего: (а) устройство связи, предназначенного для приема сигналов данных от устройства связи; (b) подготовительный модуль, предназначенный для корреляции одного или нескольких электрических событий с одним или несколькими различными типами электрических событий; (с) модуль регистрации события, предназначенный для определения возникновения электрического события (событий); (d) классификационный модуль, предназначенный для классификации типа электрического события (событий); и (е) модуль связи, предназначенный для связи с пользователем. Например, устройство связи, подготовительный модуль, модуль регистрации события, классификационный модуль и/или модуль связи могут быть подобными или идентичными устройству 221 связи, подготовительному модулю 223, модулю 224 регистрации события, классификационному модулю 226 и модулю 225 связи соответственно, изображенным на фиг. 2.

На фиг. 8 изображена блок-схема варианта осуществления способа 800 регистрации и классификации потребления электроэнергии одним или несколькими электрическими устройствами, подключенными к сети электропитания, в соответствии с вариантом осуществления. Способ 800 является лишь типовым и не ограничивается вариантами осуществления, представленными в настоящей заявке. Способ 800 может быть применен во многих различных вариантах осуществления или примерах, не изображенных или не описанных особо в настоящей заявке. В некоторых вариантах осуществления действия операции и/или процессы способа 800 могут быть выполнены в соответствии с представленным порядком. В других вариантах осуществления действия операции и/или процессы способа 800 могут быть выполнены в любом ином подходящем порядке. В других вариантах осуществления одно или несколько действий, операций и/или событий в способе 800 могут быть объединены или пропущены.

Согласно фиг. 8 способ 800 содержит действие 810 по соединению приемника для сбора данных с линией сети электропитания. В некоторых примерах приемник для сбора данных может содержать электрический интерфейс. Электрический интерфейс может быть предназначен для соединения с линией сети электропитания. Например, электрический интерфейс может являться двухштыревой или трехштыревой электрической вилкой, и электрическая вилка может быть соединена с электрической настенной розеткой линии сети электропитания. В других примерах приемник для сбора данных может быть соединен с электрическим щитком и/или коммунальным ваттметром здания. В некоторых вариантах осуществления действие 810 может предусматривать соединение одного приемника для сбора данных с каждой фазой двухфазной линии сети электропитания. В некоторых примерах приемник для сбора данных и электрический интерфейс могут быть подобными или идентичными приемнику 211 для сбора данных и электрическому интерфейсу 212 соответственно, изображенным на фиг. 2. Приемник для сбора данных может также быть подобным или идентичным приемнику 611 для сбора данных, изображенному на фиг. 6.

Способ 800, изображенный на фиг. 8, продолжается действием 815 по захвату одного или нескольких первых электрических сигналов из линии сети электропитания. В некоторых примерах захваченный электрический сигнал содержит электрический шум, а точнее непрерывный электрический шум с основной частотой. В различных примерах непрерывный электрический шум может содержать высокочастотную электромагнитную помеху (например, электрические сигналы в диапазоне частот от десяти до сотен килогерц). Во многих вариантах осуществления приемник для сбора данных может захватывать первые электрические сигналы.

Далее способ 800, изображенный на фиг. 8, предусматривает действие 820 по преобразованию первых электрических сигналов в один или несколько первых сигналов данных. В некоторых примерах преобразование первых электрических сигналов может сначала предусматривать фильтрацию электрических сигналов, используя фильтрующие контуры, а затем преобразование отфильтрованных сигналов в цифровые сигналы, используя модуль преобразователя. В различных примерах высокочастотный фильтр может быть применен к первым электрическим сигналам для фильтрации, например, частоты переменного тока, гармоник частоты переменного тока и/или других частот. После этого отфильтрованные электрические сигналы могут быть преобразованы в первые сигналы данных путем подачи отфильтрованных электрических сигналов в модуль преобразователя (например, аналого-цифровой преобразователь), который, например, может производить дискретизацию отфильтрованных электрических сигналов с частотой 1 МГц. В некоторых примерах фильтрующие контуры и модуль преобразователя могут быть подобными или идентичными фильтрующим контурам 213 и модулю 214 преобразователя, изображенным на фиг. 2, и/или фильтрующим контурам 613 и модулю 614 преобразователя, изображенным на фиг. 6.

Далее способ 800, изображенный на фиг. 8, предусматривает действие 825 по передаче первых сигналов данных. В некоторых вариантах осуществления первые электрические сигналы могут быть переданы посредством передатчика. Например, передатчик может быть подобным или идентичным устрой-

ству 216 связи, изображенному на фиг. 2, или устройству 616 связи, изображенному на фиг. 6. В некоторых примерах передатчик может являться беспроводным передатчиком. В других примерах первые сигналы данных могут передаваться посредством проводной связи. В других примерах первые сигналы данных могут передаваться посредством комбинации проводной и беспроводной связи. Например, сигнал может быть передан от приемника для сбора данных на концентратор через линии электропитания и посредством беспроводной связи передан от концентратора на вычислительный блок.

Способ 800, изображенный на фиг. 8, продолжается действием 830 по приему первых сигналов данных. В некоторых вариантах осуществления первые электрические сигналы могут быть приняты приемником. Например, приемник может быть подобным или идентичным приемнику устройства 221 связи, изображенному на фиг. 2. В некоторых примерах приемник может являться беспроводным приемником. В других примерах первые сигналы данных могут быть приняты проводным приемником через провод или приняты посредством комбинации проводного и беспроводного приемников.

Далее способ 800, изображенный на фиг. 8, предусматривает действие 835 по использованию первых электрических сигналов для подготовки модуля обработки, работающего на вычислительном модуле, для корреляции первых сигналов данных с изменением в электрическом состоянии конкретного электрического устройства. На фиг. 9 изображена типовая блок-схема действия 835 по использованию первых электрических сигналов данных для подготовки модуля обработки для корреляции первых сигналов данных с изменением в электрическом состоянии конкретного электрического устройства в соответствии с вариантом осуществления.

Первой операцией действия 835, изображенного на фиг. 9, является операция 911 по подготовке первых сигналов данных. В некоторых примерах первые сигналы данных помещают в буфер в виде 2048-точечных векторов и выполняют быстрые преобразования Фурье (FFT) первых сигналов данных для получения сигнала частотного диапазона. 2048 точек могут быть распределены равномерно по ширине спектра в 500 кГц, который дает разрешение в 244 Гц на элемент дискретизации при FFT. FFT вектор или частотный вектор вычисляется 244 раза/с. В других примерах могут использоваться другие размеры FFT элемента дискретизации и число точечных векторов. В некоторых вариантах осуществления подготовка первых сигналов данных производится модулем регистрации события. Например, модуль регистрации события может быть подобным или идентичным модулю 224 регистрации события, изображенному на фиг. 2.

Следующей операцией действия 835, изображенного на фиг. 9, является операция 912 по регистрации возникновения одного или нескольких электрических событий в сети электропитания. Большинство устройств SMPS генерируют шумовые пики, которые на 8-60 дБ выше нижнего уровня флуктуационного шума первых сигналов данных. В большинстве зданий нижний уровень флуктуационного шума может варьироваться непредсказуемо в диапазоне от -90 до -70 дБм по всему спектру. Вследствие высокой нестабильности флуктуационного шума вектор входной частоты может быть усреднен по времени для получения стабильного уровня шума. В некоторых примерах может использоваться усредненное скользящее окно с предопределенным размером окна (например, двадцать пять). Использование слишком маленького размера окна может привести к увеличению количества ложноположительных срабатываний, в то время как большой размер окна может увеличить количество времени, требуемого системой для регистрации ближайших событий, происходящих одновременно в качестве отдельных событий.

В некоторых примерах модуль регистрации события может вычислять математическое ожидание заданного количества частотных векторов и сохранять его в качестве сигнатуры флуктуационного шума в модуле 230 хранения данных (фиг. 2). На фиг. 10 изображен график 1000 примера сигнатуры флуктуационного шума здания в соответствии с вариантом осуществления.

Затем новое окно рассчитывают через каждое предопределенное число частотных векторов и вычисляют вектор разницы с сигнатурой нового флуктуационного шума. Если электрическое устройство включено и новый шум в частотном диапазоне передается в линию сети электропитания, то вектор разницы отражает это изменение. Таким образом, данный вектор разницы допускает сегментацию события. На фиг. 11 изображен пример графика 1100 сигнатуры шума нового устройства в соответствии с вариантом осуществления. На фиг. 12 изображен пример графика 1200 сигнатуры шума нового электрического устройства после того, как флуктуационный шум был удален в соответствии с вариантом осуществления.

В различных вариантах осуществления модуль регистрации события может сканировать вектор разницы с целью нахождения любых значений свыше предопределенного порога. Модуль регистрации события может использовать глобальный порог, который устанавливается один раз и используется в разных зданиях. В некоторых примерах порог на 8 дБ выше флуктуационного шума может являться достаточным пороговым значением уровня мощности. Вследствие того, что векторы в окне усреднены, если окно только частично совпадает с событием, модуль регистрации события все еще может правильно его зарегистрировать, но вектор разницы отразит меньшую величину. Для уменьшения данной потенциальной проблемы, если событие зарегистрировано, вычисляется новый вектор разницы с использованием следующего цикла окна. После регистрации события вектор флуктуационного шума обновляется таким образом, чтобы отразить новый уровень шума сети электропитания.

Во многих примерах модуль регистрации события может определять амплитудные или частотные

составляющие выше порога, используя вектор разницы, и может использовать функцию Гаусса для извлечения математического ожидания, амплитуды и параметров дисперсии. Например, на фиг. 12 изображена типовая амплитуда (A), математическое ожидание (μ) и дисперсия (σ) электрического сигнала от вновь включенного устройства. Изменение амплитуды может быть положительным или отрицательным в зависимости от того, было ли устройство включено или выключено. Сигнатуры шума являются обратными по отношению друг к другу при переходах в противоположное состояние (т.е. включение и выключение имеет обратные сигнатуры шума).

Вектор признаков для потенциального события может быть создан модулем регистрации события с использованием параметров средней частоты, которая обычно соответствует глобальному максимуму частотной составляющей. Другие пики могут также быть представлены в виде гармоник. Во многих примерах модуль регистрации события может применять метод KNN (метод k - ближайших соседей) ($k=1$) с использованием евклидовой метрической системы и обратного взвешивания для создания вектора признаков.

Далее действие 835, изображенное на фиг. 9, включает операцию 913 по ассоциированию конкретных электрических устройств с конкретными электрическими событиями. В некоторых примерах подготовительный модуль может выполнять подготовительный или калибровочный процесс с участием пользователя для создания данного ассоциирования.

Если система регистрации электрического события использует метод, основанный на использовании отпечатков пальцев для идентификации устройства, то ей может понадобиться подготовительный процесс для получения сведений о параметрах различных устройств здания. В некоторых примерах эта подготовка обычно осуществляется путем включения пользователем каждого устройства по меньшей мере один раз.

В других примерах другим источником информации для базы данных сигнатур электрического шума может являться облачный источник информации. Может быть создана центральная база данных, которая может являться общей для всех устройств регистрации электрического события. Если пользователь отмечает новое устройство, то оно становится частью общего хранилища, позволяя при будущих запросах использовать информацию для идентификации нового электрического устройства. Например, пользователь может иметь доступ к онлайн базе данных сигнатур популярного потребительского электронного устройства, представленных другими пользователями, которые прошли через процесс калибровки.

Кроме того, поскольку принятая ЕМІ является моделированным сигналом, то возможно создание таких баз данных сигнатур без физического включения устройства или без физического доступа к нему. Это может быть реализовано путем получения информации из отчета соответствии устройства требованиям FCC (Федерального агентства по связи) Правительства США и из других технических спецификаций, которые содержат частоту и величину излучения в дБмкВ для пиков различного шума, который излучают конкретные электрические устройства.

Например, потребительские электронные устройства должны пройти определенную сертификацию, например FCC, которое гарантирует, что ЕМІ, генерируемые ими, находятся в определенных допустимых пределах. Результатом сертификации является общедоступный документ, который описывает электрические спецификации и шумовые характеристики оборудования. Информация может быть получена из общедоступных документов, которые могут использоваться для создания базы данных, которая содержит расчетные резонансные частоты для различных устройств. Другие источники данной информации могут быть получены из спецификаций внутренних интегральных схем и генераторов, используемых в потребительских электронных устройствах.

Согласно фиг. 2 вычислительный блок 120 (фиг. 1) может хранить результаты процесса ассоциирования или калибровки в модуле 230 хранения данных (фиг. 2). Данная информация может быть в дальнейшем использована для ассоциирования одной или нескольких сигнатур шума с конкретными электрическими событиями.

В этих же или других примерах модуль 230 хранения данных может содержать базу данных сигнатур электрического шума электрических устройств. В некоторых примерах сигнатуры электрического шума электрических устройств могут быть предоставлены третьей стороной (например, производителем устройства 100 (фиг. 1) и/или 500 (фиг. 5)) регистрации электрического события.

В тех же или других вариантах осуществления процесс калибровки может содержать процесс маркировки, если пользователь устройства 100 регистрации электрического события помогает связать электрическое устройство с конкретным электрическим событием. В некоторых вариантах осуществления подготовительная последовательность учитывает участие пользователя устройства 100 регистрации электрического события, включающего и выключающего каждое из электрических устройств (или, по меньшей мере, включающего и выключающего электрические устройства, использующие SMPS в доме или другом здании) до тех пор, пока модуль 223 подготовки работает и записывает электрические события в линии сети 150 электропитания.

Для идентификации электрических событий модуль 223 подготовки (или модуль 224 регистрации события) может применять шаговый детектор скользящего окна, который непрерывно ищет изменения величины сегментированных данных. Модуль 223 подготовки (или модуль 224 регистрации события)

может активировать шаговый детектор, если он встречает монотонно возрастающий или убывающий сигнал со скоростью изменения выше полученного или predetermined порога.

В некоторых примерах полученный порог устанавливается на уровне произвольно большого значения и уменьшается малыми шагами. Для каждого шага модуль 223 подготовки (или модуль 224 регистрации события) может сегментировать случайный поднабор событий, которые возникают в изоляции. Если рассчитывается правильное количество событий, то порог принимается. Если нет, то порог уменьшается и процесс повторяется. Например, если поднабор содержит четыре события, то должно быть четыре шага увеличения и четыре шага уменьшения сегментации. Подготовительный модуль 223 (или модуль 224 регистрации события) может монотонно уменьшать порог обнаружения до тех пор, пока не появится данная картина. В этом случае полученный порог устанавливается с минимальным контролем или вмешательством человека. В других вариантах осуществления подготовительный модуль 223 может устанавливать пороговое значение, равное predetermined величине (например, восемь дБ).

После подачи питания на каждое электрическое устройство пользователь может отметить каждое электрическое событие, зарегистрированное модулем 223 подготовки, используя модуль 225 связи. Например, если пользователь (1) включает или выключает телевизор; (2) включает или выключает в комнате каждую из четырех флуоресцентных ламп, то первые два электрических события, зарегистрированных устройством 100 регистрации события, могут быть отмечены как включение и выключение телевизора, а последующие восемь электрических событий могут быть отмечены как включение и выключение каждой лампочки. Подобным образом пользователь может включать и выключать все электрические устройства в доме или здании и производить подобную операцию маркировки.

В других примерах устройство 225 связи может содержать часть, которая может работать на мобильном электрическом устройстве (например, iPhone® или iPad®, разработанные Apple Computers, Inc., Купертино, Калифорния), которое позволяет пользователю отмечать с помощью временных отметок время возникновения конкретного электрического события. В этих примерах пользователь может включать и выключать мобильное устройство электропитания на всех электрических устройствах в здании до тех пор, пока переносит электрическое устройство, использующее часть модуля 225 связи. Пользователь может использовать модуль 225 связи для отметки при возникновении электрического события. Например, в то время, когда подготовительный модуль 223 работает и записывает электрические события, пользователь может включить ноутбук и нажать кнопку на электрическом устройстве, вследствие чего электрическое устройство начнет записывать описание электрического события и время возникновения события.

Подготовительный модуль 223 может осуществлять корреляцию данных, записанных мобильным электрическим устройством, и электрических сигналов, записанных приемником 211 для сбора данных. В некоторых примерах мобильное электрическое устройство может передавать данные мгновенно (например, в реальном времени) вычислительному блоку 120, а в других примерах данные могут быть переданы вычислительному блоку 120 после окончания подготовительного события (например, в пакетном режиме).

В дополнительных примерах пользователь может включать или выключать все электрические устройства в здании, и подготовительный модуль 223 может иметь доступ к сигнатурам электрического шума электрических устройств, которые сохранены в модуле 230 хранения данных (или в онлайн базе данных), и автоматически ассоциировать электрические события с сигнатурами электрического шума конкретных электрических устройств. В различных вариантах осуществления пользователь может вводить информацию об электрических устройствах здания (например, производителя, номер модуля и/или серийный номер) для содействия подготовительному модулю 223 в ассоциировании электрических событий с сигнатурами электрического шума электрических устройств здания. Т.е. подготовительный модуль 223 может сравнивать сигнатуры электрического шума, определенные приемником 211 для сбора данных (фиг. 2), с сохраненными сигнатурами электрического шума электрических устройств здания для ассоциирования электрических событий с конкретными электрическими устройствами.

В различных вариантах осуществления вместо проведения подготовительной последовательности подготовительный модуль 223 или модуль 226 классификации может получить доступ к базе данных сигнатур электрического шума, если новое электрическое устройство включается в первый раз во время работы устройства 100 регистрации электрического события. В этом случае сигнатура электрического шума нового электрического устройства может сравниваться с сигнатурами электрического шума из базы данных для нахождения совпадающей сигнатуры.

В тех же или других примерах если электрическое событие не может быть идентифицировано с использованием базы данных сигнатур электрического шума, электрическое событие может быть отмечено вручную. В некоторых примерах подготовительный модуль 223 может классифицировать электрическое устройство по категории устройства (например, телевизор), и пользователь может осуществить точную маркировку (например, Sony KDL-40V TV). Если пользователь имеет большое количество таких электрических устройств, то он может включать или выключать электрические устройства, а устройство 100 регистрации электрического события может генерировать список маркировок категорий, который может обновляться на основе более точной информации. После окончания ассоциирования конкретных элек-

трических устройств с конкретными сигнатурами шума в качестве части операции 911, изображенной на фиг. 9, действие 835, изображенное на фиг. 9, завершается.

Со ссылкой снова на фиг. 8, способ 800 продолжается действием 840 по захвату вторых электрических сигналов из сети электропитания. Действие 840 может быть подобным или идентичным действию 815.

Способ 800, изображенный на фиг. 8, продолжается действием 845 по преобразованию вторых электрических сигналов во вторые сигналы данных. Действие 845 может быть подобным или идентичным действию 820.

Далее способ 800, изображенный на фиг. 8, предусматривает действие 850 по передаче вторых сигналов данных. Действие 850 может быть подобным или идентичным действию 825.

Далее способ 800, изображенный на фиг. 8, предусматривает действие 855 по приему вторых сигналов данных. Действие 855 может быть подобным или идентичным действию 830.

Способ 800, изображенный на фиг. 8, продолжается действием 860 по регистрации возникновения одного или нескольких электрических событий в сети электропитания. Действие 860 может быть подобным или идентичным операции 912, изображенной на фиг. 9. В данном действии модуль регистрации события может обнаруживать пики электрических сигналов свыше предопределенного порога.

Далее способ 800, изображенный на фиг. 8, предусматривает действие 865 по ассоциированию одного или нескольких электрических событий с изменением электрического состояния по меньшей мере одного электрического устройства из одного или нескольких электрических устройств. В некоторых примерах изменение электрического состояния электрического устройства может представлять собой переход из одного из: (а) из состояния полностью выключенного питания (или состояния ожидания) в состояние включенного питания; или (b) состояния включенного питания в состояние полностью выключенного питания (или состояния ожидания).

В тех же или других вариантах осуществления электрические события могут являться следствием перехода из первого состояния, обеспечивающего первое состояние электропитания электрического устройства, ко второму состоянию, обеспечивающему второе состояние электропитания электрического устройства. В данном примере первое состояние электропитания отличается от второго состояния электропитания. В некоторых вариантах осуществления первое состояние электропитания и второе состояние электропитания не являются выключенными состояниями электропитания.

Модуль 224 регистрации события (фиг. 2) может определять пики выше порога, используя вектор разницы, и подбирает функцию Гаусса для извлечения математического ожидания, параметров амплитуды и дисперсии. Векторы признаков генерируются для каждого сегментированного события и впоследствии могут быть использованы для построения модели на основе метода KNN. Модель на основе метода KNN может использоваться для автоматического определения источника электрических событий. Модуль 224 регистрации события (фиг. 2) может применять метод KNN ($k=1$) с использованием евклидовой метрической системы и обратного взвешивания.

В тех же или других примерах после того, как модуль 224 регистрации события (фиг. 2) определяет пик электрического сигнала от приемника 211 для сбора данных (фиг. 2), модуль 224 регистрации события может выделить из сигнала три признака:

(1) относительную величину шага изменения; (2) отклонение в изменении потока; и (3) увеличение или уменьшение времени неизвестного события. Данные три признака могут быть полезны для устранения неоднозначности электрических устройств.

Модуль 224 регистрации события (фиг. 2) может использовать информацию, собранную об электрическом событии, для ассоциирования его с конкретным электрическим устройством. Например, модуль 224 регистрации события (фиг. 2) может сравнивать сигнатуру электрического события с сигнатурами, сохраненными вследствие подготовительного события, для определения того, какое электрическое устройство вызывает событие, и типа события.

Далее способ 800, изображенный на фиг. 8, предусматривает действие 870 по отображению информации об одном или нескольких электрических событиях для пользователя. В некоторых вариантах осуществления модуль 225 связи (фиг. 2) может отображать информацию об одном или нескольких электрических событиях для пользователя. Информация может быть отображена в различных формах. В некоторых вариантах осуществления электрическое состояние двух или более электрических устройств здания для конкретного отрезка времени может быть представлено пользователю в форме диаграммы. В некоторых вариантах осуществления информация об одном или нескольких электрических событиях может быть отображена в реальном времени. После действия 870 действия 840, 845, 850, 855, 860, 865 и 870 могут повторяться каждый раз при возникновении нового электрического события для идентификации электрического события. Используя данные действия, система может регистрировать и классифицировать потребление электроэнергии одним или несколькими электрическими устройствами.

Результаты испытания типового варианта осуществления устройства 100 регистрации электрического события приведены в настоящей заявке. Как будет подробно описано ниже, результат испытания типового варианта осуществления устройства 100 регистрации электрического события (фиг. 1) имел среднюю точность классификации 93,82% при идентификации и классификации непрерывного шума электрических событий на уровне индивидуального электрического устройства (например, конкретного

телевизора, ноутбука или CFL лампы).

Типовой вариант осуществления устройства 100 регистрации электрического события был испытан в электрической сети на 120 В, 60 Гц. Тем не менее устройство 100 регистрации электрического события (фиг. 1) может легко применяться в электрической сети, использующей другую частоту и рабочее напряжение, с минимальными изменениями в аппаратном и программном обеспечении. Для зданий, которые имеют проводку с расщепленной фазой (т.е. две ветви по 120 В, которые на 180° сдвинуты по фазе), в некоторых примерах переходное затухание между двумя фазами позволяет устройству 100 регистрации электрического события (фиг. 1) продолжать наблюдение в одном месте и захватывать события с обеих фаз.

Устройства были размещены в семи различных зданиях, используя типовой вариант осуществления устройства 100 регистрации электрического события (фиг. 1). Данные были собраны с одного здания за больший период времени (т.е. за шесть месяцев), а с остальных зданий за меньший период времени. Данный подход показывает общую применимость устройства 100 регистрации электрического события (фиг. 1) к различному ряду зданий, а также долгосрочную временную стабильность устройства 100 регистрации электрического события (фиг. 1). На фиг. 13 изображена таблица 1300 демографических данных для зданий, использованных для типовой установки типового устройства 100 регистрации электрического события, в соответствии с вариантом осуществления.

Для каждого здания доступная электрическая розетка с двумя электрическими гнездами была выбрана случайным образом. Типовой датчик 110 был подключен к одной электрической розетке 151, а другая электрическая розетка использовалась для обеспечения питания вычислительного блока 120 (фиг. 1). Вычислительный блок 120 (фиг. 1) генерирует шум ЕМІ, но этот шум ЕМІ вычитается как часть флуктуационного шума. После установки были сделаны заметки по каждому электрическому устройству здания, которое оснащено импульсным источником питания. Этот список включал лампы накаливания, которые управлялись регулятором диммера, в дополнение к любым осветительным приборам с CFL лампами. Для диммеров события были собраны только на уровнях 0 и 100% освещения вследствие проблемы точной и повторимой установки промежуточных уровней диммера. Подробный анализ диммеров будет представлен далее. Собранные маркировки затем были введены в программу маркировки, использующую наземный контроль данных.

Электрические устройства зданий были испытаны в два этапа. На первом этапе каждое устройство индивидуально включалось и выключалось от пяти до шести раз для того, чтобы убедиться в том, что была захвачена отдельная для каждого устройства сигнатура. Каждый раз, когда система регистрации электрического события регистрировала событие (т.е. при включении электрического устройства), признаки автоматически извлекались и передавались в список ожидания программы маркировки, использующей наземный контроль данных. Как только события были захвачены, эти события отмечались, используя программу маркировки, использующую наземный контроль данных. Этот процесс был осуществлен для всех электрических устройств здания.

На втором этапе сбора данных в каждом здании целью являлся сбор данных в рамках естественных условий, при которых пересекающиеся и одновременно происходящие события могли возникнуть. Для создания более естественных условий владельцев здания просили выполнять определенный вид действий, таких как просмотр телевизора, приготовление еды и т.д., в то время как случайные устройства и/или логические группы устройств были включены. Например, DVD-проигрыватель, цифровое кабельное телевидение и/или игровая консоль включались, а затем включался телевизор для имитации просмотра телевизора с помощью универсального пульта дистанционного управления.

В дополнение к электрическим устройствам, уже находящимся в каждом из тестовых зданий, данные были собраны с одного и того же адаптера питания ноутбука, с одних и тех же двух CFL и с одного и того же устройства для зарядки камеры в каждом из зданий. Для имитации естественного использования каждого из устройств эти электрические устройства перемещали по зданию и подключали к любой доступной розетке. Такой предусмотренный анализ стабильности этих сигнатур шума был выполнен в различных зданиях.

Данные, собранные программой маркировки, использующей наземный контроль данных, были помечены временной меткой, отмечены и сохранены в XML (расширенный язык описания документов) базе данных. Поскольку во время тестов было собрано больше признаков, чем необходимо, то XML база данных позволяет легко фильтровать и анализировать данные для генерации выходных данных в формате, который может быть непосредственно импортирован или обработан.

Для испытания временной стабильности долгосрочной работоспособности устройства регистрации электрического события типовой вариант осуществления устройства регистрации электрического события был размещен в одном из зданий на срок более шести месяцев. События собирали и отмечали на протяжении всего этого периода времени, используя незначительную модификацию программы маркировки, использующей наземный контроль данных, примененную в других зданиях. Каждый раз после регистрации события программа регистрации помещает извлеченные признаки в список ожидания и генерирует звуковой сигнал. Жильцов здания просили соотносить события с электрическим устройством, которое они включили, используя программу маркировки.

Программа маркировки была разработана с существенно упрощенным интерфейсом, требующим только выбрать марки устройств из списка выбора на экране. Если пользователь не отметил событие в списке ожидания в течение более шести минут, то он отмечался в качестве неизвестного и удалялся из списка ожидания. Эта особенность позволила жильцам избежать любых ошибочно зарегистрированных событий и игнорировать события, если жители не могли воспользоваться устройством маркировки в кратчайшие сроки. Несмотря на то, что эта особенность является удобной, она также приводила к тому, что утрачивались отметки реальных событий, которые жильцы пропустили или решили проигнорировать. Тем не менее, целью этого устройства был сбор как можно большего количества отметок наземного контроля данных, возможных в течение длительного периода времени.

Всего было собрано 2576 электрических событий из семи зданий. Наибольшее количество событий было получено от освещения с использованием либо CFL, либо диммеров. Большинство других обнаруживаемых устройств являлось обычными потребительскими электронными устройствами, такими как ЖК (жидкокристаллические) или LED (светодиодные) телевизоры, игровые консоли, персональные компьютеры, адаптеры питания и т.д.

Такие устройства как сушилки и электрические плиты не генерировали события в некоторых тестовых зданиях. Обычно такие устройства имеют большую резистивную нагрузку и, следовательно, не издают высокочастотный шум. События непрерывного шума наблюдались от стиральной машины в доме H7, поскольку только в доме H7 была современная высокоэффективная стиральная машина, соответствующая стандарту Energy Star, которая генерировала непрерывный шум. Непрерывный электрический шум исходил от ее электронно-управляемого мотора постоянного тока, питаемого от SMPS. Кроме того, для большинства крупных устройств использование SMPS считается нецелесообразным по сравнению с общим потреблением электроэнергии устройством.

Для определения производительности классификации актуации электрических устройств здания способ классификации оценивался с использованием двух различных операций. В первой операции производительность нашего классификатора с использованием метода KNN оценивалась, используя десятикратную перекрестную проверку для каждого здания. Во второй проверке минимальный подготовительный набор (одиночный подготовительный пример для каждого интересующего устройства) использовался для имитации более практической ситуации с реальными условиями. На фиг. 14 изображена таблица 1400, показывающая производительность типовой системы регистрации электрического события во время типовой установки, в соответствии с вариантом осуществления. При использовании десятикратной перекрестной проверки наблюдалась общая средняя точность 91,75%.

При анализе матриц неточностей для каждого из зданий было обнаружено, что для H5 и H6 наблюдалось несоответствие между некоторыми световыми устройствами. На фиг. 15 изображена таблица 1500 матрицы неточностей, показывающая производительность типовой системы регистрации электрического события во время типовой установки, в соответствии с вариантом осуществления. На основе данных было отмечено, что модуль обработки правильно идентифицировал подобные осветительные приборы (т.е. подобную модель и марку), которые располагались в разных комнатах. Тем не менее, дома H5 и H6 содержали комнаты, в которых подобные модели флуоресцентных осветительных приборов были установлены пространственно рядом друг с другом (на расстоянии 1-2 футов), которые производили очень похожие сигнатуры шума. Таким образом, именно эти лампы не имели достаточных различий, находясь на недостаточно большом расстоянии по линии сети электропитания, чтобы различить эти лампы.

Использование аппаратного обеспечения с более высоким разрешением по частоте может частично решить данную проблему. Также может быть приемлемым для некоторых устройств логическое объединение или группирование освещения, которое пространственно совмещено. Используя данный последний подход была улучшена производительность типовой системы регистрации электрического события во время типового размещения после группирования подобных моделей ламп или устройств, которые находятся на расстоянии 1-2 футов друг от друга, в качестве одного события. Данный подход дает увеличение точности классификации для H5 (92,4%) и H6 (91,8%) при средней общей точности 93,82%.

Низкая точность для дома H2 наблюдалась вследствие несоответствия между двумя устройствами одной марки, которые находились на противоположной фазе точки установки устройства 100 регистрации электрического события. Часть второго этажа в доме H2 показала очень слабую связь между электрическими фазами, что заставило нас подключить устройство 100 регистрации электрического события в такую фазу и, таким образом, привело к тому, что некоторые сигнатуры стали выглядеть очень похожими. Данная проблема может быть решена, например, путем использования двух разных устройств 100 регистрации электрического события по одному на каждой из двух фаз или установки одного устройства 100 регистрации электрического события на розетку в 240 В с расщепленной фазой.

Поскольку N-кратная перекрестная проверка обычно является оптимистичной и не является истинной мерой ожидаемой классификационной производительности для реальной системы, то контрольный анализ был проведен с использованием минимального подготовительного набора, т.е. одной сигнатуры события для каждого устройства для моделирования и дальнейшего применения к тестовому набору. Например, владелец здания, вероятно, будет готов предоставить только несколько подготовительных событий для каждого устройства. На фиг. 16 изображена другая таблица 1600, суммирующая классифи-

кационные показатели точности при использовании минимального набора подготовительных данных типовой системы регистрации электрического события во время типовой установки, в соответствии с вариантом осуществления. С использованием данного подхода для проверки была установлена точность 89,25%.

Поскольку не существует двух зданий с полностью одинаковой электрической сетью и с совершенно разным флуктуационным шумом, представленным в линии электропитания, то правдоподобность сигнатур шума по всем зданиям была также рассмотрена.

Было осуществлено применение двух устройств, которые совместно привели к предположению о том, что обнаруженный сигнал для электрического устройства в одном здании может быть использован для классификации подобного электрического устройства в другом здании. При применении первого устройства сигнал ЕМІ устройства подтвердил независимость от здания, в котором он использовался. Таким образом, сигнал является подлинным в отношении функционирования электрического устройства. При применении второго устройства сигнал ЕМІ подтвердил совместимость в дисперсионных пределах с несколькими, но подобными устройствами. Т.е. сигналы ЕМІ от устройств одной и той же марки и модели являются по существу подобными.

Применение первого устройства включало сбор данных о каждом из четырех предварительно выбранных устройств в каждом из семи зданий. Устройство подтвердило правдоподобность сигнала по всем зданиям на основе результатов классификации. Средняя точность десяти испытаний для теста десятикратной перекрестной проверки составила 96,87%. Для трех из четырех устройств точность классификации составила 100%. Данный результат дает веские основания предполагать, что эти устройства генерировали подобные сигналы. Только одно устройство - адаптер электропитания ноутбука - показало плохой результат. На фиг. 17 изображена таблица 1700 производительности типовой системы регистрации события при классификации четырех электрических устройств, использованных в различных зданиях, используя 10-кратную проверку классификации, в соответствии с вариантом осуществления;

Адаптер электропитания ноутбука было сложнее идентифицировать, поскольку конкретный извлеченный вектор признаков для данного устройства в доме Н6 отличался незначительно от других зданий. Тем не менее, при более подробном рассмотрении шум, генерируемый адаптером электропитания ноутбука, имел гармонический пик, который был очень близок по амплитуде к несущей частоте. Данное граничное расхождение привело к тому, что модуль обработки принял первую гармонику в качестве несущей частоты в Н6 и, таким образом, извлек другой вектор признаков. Простой подход для частичного решения данной проблемы состоит в применении модуля классификации, который классифицирует событие только в том случае, если расстояние между вектором признаков события и ближайшим соседом при использовании метода KNN превышает определенный порог. Если порог не превышен, то модуль классификации может построить новый вектор признаков, используя следующий наибольший пик. При использовании данного нового способа точность классификации для ноутбука составила 100%.

При применении второго устройства были собраны данные о восьми 20-дюймовых ЖК-мониторах марки Dell®, являющихся подобными моделями. Данная модель ЖК-монитора также была одновременно обнаружена в домах Н5 и Н7. Сигнатура ЕМІ для одного из мониторов была заменена сигнатурой ЕМІ других девяти мониторов, полученной в другом здании или другом доме. Например, модуль обработки был подготовлен с использованием сигнатуры из дома Н7 и испытан в доме Н5. Данный тест подтвердил, что в случае, если сигнатуры любых ЖК-мониторов отличались, он неверно классифицируется в качестве другого устройства. Все тесты показали точность 100%, приводя к предположению о том, что подобные марки и модели устройств производят подобные сигнатуры.

Кроме того, для любой сигнатуры или системы классификации, основанной на использовании отпечатков пальцев, временная стабильность является важной. Модуль классификации должен исправно работать в течение месяцев (или, в идеале, лет) без обязательной часто повторяемой подготовки, которая требует, чтобы основополагающие признаки оставались стабильными в течение продолжительного периода времени.

Для подтверждения стабильности сигнатур шума в течение продолжительного периода времени из нашего набора данных долгосрочного размещения были выбраны электрические устройства, которые отвечают двум критериям: (1) устройства были зафиксированы в их местах установки на время размещения, и (2) устройства никоим образом не заменяли (например, замена ламп не осуществлялась). Для этих устройств были извлечены случайным образом выбранные вектора сигнатур ЕМІ, распределенные на период шестимесячной проверки.

На фиг. 18 изображен график 1800, показывающий временную стабильность или изменение сигнатур в течение времени для четырех случайно выбранных электрических устройств путем визуализации векторов признаков в пространстве признаков в соответствии с вариантом осуществления. Было отмечено, что долгосрочное временное изменение являлось подобным тому, что отмечалось при краткосрочном временном изменении этих электрических устройств, и что ни один из кластеров не был перекрыт.

Для того, чтобы лучше понять, каким образом временное изменение влияет на точность классификации с течением продолжительного периода времени, были созданы тестовые наборы для каждого электрического устройства, включая все события, которые возникли более чем за одну неделю до последнего

дня размещения, и был создан подготовительный набор, содержащий электрические события от всех электрических устройств, которые возникли за последнюю неделю. Данная установка подтвердила, что модуль обработки обнаружит неверные классификации, если сигнатуры непрерывного шума в тестовом наборе имели отклонения свыше расстояния между кластерами электрического устройства. Тесты показали точность 100%, используя классификатор на основе метода KNN, который показывает, что электрические устройства являются в значительной степени стабильными в течение продолжительного периода времени. Важно отметить, что данное долгосрочное применение охватывало летний и зимний периоды.

Обычным явлением для здания является наличие большого количества подобных устройств, такое как наличие множества телевизоров или, еще чаще, ламп, во всех из которых применены CFL лампы одной и той же марки. Данное множество идентичных устройств может вызвать проблемы, особенно если подобные устройства не могут быть сгруппированы в единую объединенную группу. Например, группирование двух потолочных светильников в спальне может являться приемлемым, но группирование ламп, которые находятся в разных комнатах или на разных этажах, может являться неприемлемым.

Допуски на компоненты в компонентах, которые составляют схему переключения электрических устройств, обычно дают достаточную изменчивость частоты переключения таким образом, что математическое ожидание распределения Гаусса, наблюдаемое в линии сети электропитания, является также изменяемым. На фиг. 19 изображен график 1900 спектра, наблюдаемого системой регистрации электрического события, показывающий спектр шума, создаваемого четырьмя CFL лампами одной и той же модели, приобретенными в упаковке из четырех ламп, в соответствии с вариантом осуществления. Используя лампы, приобретенные в упаковке, убедитесь в том, что лампы относятся к одной и той же партии производства. Отметим, что спектры не перекрываются даже для CFL из одной партии.

Система регистрации электрического события способна различить эти признаки, если наблюдение происходит изолированно, т.е. развязывающий трансформатор линии использовался для создания бесшумной линии электропитания для этого отдельного применения. При более высоком разрешении аналого-цифрового преобразователя и более FFT данный недостаток может быть устранен. Таким образом, увеличенное разрешение может обеспечить лучшую дифференцируемость.

Поскольку кондуктивные ЕМІ распространяются через линию электропитания, то они оказывают влияние несколькими способами, но наиболее ощутимо электрический сигнал ослабляется в зависимости от индуктивности сети между источником шума и точкой измерения. Таким образом, два идентичных устройства, генерирующих идентичные ЕМІ, могут выглядеть по-разному в исходной точке измерения в зависимости от того, где устройства подключены вдоль линии электропитания, которая наблюдалась при применении в зданиях.

Чтобы убедиться в этом, электрическое устройство было подключено в двух различных местах в здании, и были загружены необработанные спектральные данные, которые зарегистрированы системой регистрации электрического события. На фиг. 20 изображен график 2000 спектра части данных из теста электрического устройства, которое подключалось в двух разных местах в здании, в соответствии с вариантом осуществления. Достоверность среднего значения или места нахождения пика вместе с соответствующими параметрами Гаусса, извлеченными из формы, дали возможность точно идентифицировать мобильное устройство, такое как адаптер ноутбука, вопреки изменениям амплитуды наблюдаемых признаков. Кроме того, в пределах здания подобные устройства, размещенные в различных частях здания, могут быть дифференцированы путем наблюдения за формой характеристики спектра ЕМІ электрического устройства. Данный результат подтверждает, что количество установленных устройств, присутствующих в здании (т.е. количество CFL ламп в доме или количество телевизоров определенного типа), может быть определено.

Правдоподобность двух различных типов устройств, имеющих одно и то же математическое ожидание распределения Гаусса и дисперсию, очень мала. В лучшем случае правдоподобность может равняться $1/(\text{размер FFT})$, которое является правдоподобностью двух электрических устройств, имеющих одну и ту же среднюю частоту. При значении размера FFT в 2048 данная правдоподобность равняется 0,05%. На практике, из-за расположения и использования распределенных параметров Гаусса, действительная правдоподобность значительно ниже.

В отличие от устройств на основе SMPS, диммеры генерируют широкополосный сигнал своими внутренними двусторонними тиристорными переключателями. Система регистрации электрического события может быть настроена на использование распределения Гаусса на фазе извлечения признаков.

Таким образом, широкополосный шум, издаваемый диммером, моделируется на основе распределения Гаусса даже в том случае, когда равномерное распределение с ограничением по полосе частот было бы более уместным. Установлено, что для устройств, управляемых диммером, наблюдалось распределение Гаусса с большой дисперсией. На фиг. 21 изображен график 2100 ЕМІ сигналов, созданных диммером на разных его уровнях, в соответствии с вариантом осуществления.

Разница в сигнатуре шумов, генерируемых на различных уровнях диммера, позволяет устройству 100 регистрации электрического события (фиг. 1) идентифицировать диммер, а также устанавливать уровень диммера. Поскольку невозможно подготовить данные для различных уровней, то модель характеристики шума может быть построена, и может быть определено, как характеристики шума зависят от уров-

ня диммера или угла отсечки двустороннего тиристорного переключателя.

Производительность и надежность модуля классификации зависит только от используемых признаков, так что может быть желательным исследовать и извлекать более расширенные признаки из основополагающих сигналов. Существует множество других потенциально полезных признаков, которые могут быть использованы модулем классификации. Например, некоторые устройства производят характерную картину ЕМІ, которая сохраняется в течение короткого промежутка времени после их включения. Т.е. эти электрические устройства производят узкополосные кратковременные ЕМІ во время запуска SMPS. Эти кратковременные помехи характеризуются низкой частотой. На фиг. 22 изображен график 2200, показывающий короткий всплеск ЕМІ, который производят типовые CFL лампы при первом включении питания. Кратковременный всплеск происходит от схемы запуска CFL, которая необходима для разогрева лампы для работы. Точно так же другие устройства, такие как современные телевизоры и DVD-проигрыватели, которые содержат несколько источников электропитания и обеспечивающую электронику, также создают сигнатуры шума при включении, которые могут дать дополнительную информацию для определения категории электрических устройств. В другом примере модуляция SMPS управляет подсветкой, которая может использоваться для вывода изменений канала и контента, появляющегося на телевидении.

В некоторых примерах устройства 100 регистрации электрического события (фиг. 1) вычислительный блок 120 (фиг. 1) использует допущение о том, что математическое ожидание или местоположение пиков ЕМІ не изменяется при работе устройства. Данное допущение может быть ложным для некоторых типов устройств. Например, в ЖК телевизорах определенной марки частота переключения их источника электропитания зависит от яркости экрана. Таким образом, для ЖК телевизора данной марки математическое ожидание пиков ЕМІ изменяется по мере изменения содержимого экрана. В некоторых примерах вычислительный блок 120 (фиг. 1) может заблокировать на время изменение пика шума и извлечь временные признаки или шаблоны из этих данных.

Кроме того, некоторые устройства с моторами, такие как стиральная машина или посудомоечная машина, генерируют картины низкочастотного периодического шума в своих системах управления моторами, которые могут быть использованы для идентификации устройства и его состояния. Например, в доме Н7 было замечено, что стиральная машина в своем цикле стирки производит перемежающийся шум на частоте примерно 0,1 Гц, в отличие от постоянного шума во время своего вращательного цикла. Такие признаки могут быть использованы вычислительным модулем для построения конечного автомата или статической модели для более детальной классификации.

Различные примеры устройства регистрации электрического события могут регистрировать почти одновременные события, т.е. события с разницей в 102 мс. Т.е. два события, между возникновением которых проходит более 102 мс, могут быть успешно зарегистрированы в качестве отдельных событий различными примерами устройства регистрации электрического события, используя одну отдельную частоту дискретизации и усредненный размер окна. Если одновременные события происходят в период времени менее 102 мс при использовании этих различных примеров устройства регистрации электрического события, то отдельные электрические события регистрируются в качестве единого события, и извлеченные признаки являются набором признаков от большего количества устройств. Таким образом, основополагающие признаки остаются неизменными, но описываются в качестве одного события. Вычислительный модуль может использовать различные подходы классификации для выделения этих смешанных признаков и идентификации индивидуальных устройств.

На фиг. 23 изображен типовой вариант осуществления компьютерной системы 2300, которая является подходящей для реализации варианта осуществления по меньшей мере части устройства 100 регистрации электрического события (фиг. 1). Вычислительный блок 120 (фиг. 1) может содержать одну или несколько компьютерных систем 2300. Компьютерная система 2300 содержит шасси 2302, содержащее одну или несколько монтажных схем (не показаны), USB (универсальная последовательная шина) порт 2312, привод 2316 компакт-диска для однократной записи данных (CD-ROM) и/или цифрового видеодиска (DVD) и жесткий диск 2314. Характерная блок-диаграмма элементов, включенных в монтажную схему внутри шасси 2302, изображена на фиг. 24. Центральный процессор (CPU) 2410, изображенный на фиг. 24, соединен с системной шиной 2414, изображенной на фиг. 24. В различных вариантах осуществления архитектура CPU 2410 может соответствовать любому множеству коммерчески распространяемых семейств архитектур процессоров.

Системная шина 2414 также соединена с запоминающим устройством 2408, которое содержит как постоянное запоминающее устройство (ROM), так и оперативное запоминающее устройство (RAM). Энергонезависимые части запоминающего устройства 2408 или ROM могут быть закодированы с помощью загрузочной кодовой последовательности, подходящей для восстановления компьютерной системы 2300 (фиг. 23) в функциональное состояние после сброса системы. Кроме того, запоминающее устройство 2408 может содержать микрокод, такой как базовая система ввода-вывода (BIOS). В некоторых примерах модуль 230 хранения данных (фиг. 2) может содержать запоминающее устройство 2408, USB (универсальная последовательная шина) порт 2312, жесткий диск 2314 и/или привод 2316 CD-ROM или DVD.

В изображенном на фиг. 24 варианте осуществления различные устройства ввода/вывода, такие как контроллер 2404 дисков, графический адаптер 2424, видео контроллер 2402, адаптер 2426 клавиатуры, адаптер 2406 мыши, сетевой адаптер 2420 и один или несколько других адаптеров 2422 устройств ввода/вывода, могут быть соединены с системной шиной 2414. Адаптер 2426 клавиатуры, контроллер 2404 дисков и адаптер 2406 мыши соединены соответственно с клавиатурой 2304 (фиг. 23 и 24), USB портом 2312 (фиг. 23 и 24) и мышью 2310 (фиг. 23 и 24) компьютерной системы 2300 (фиг. 23). В то время как графический адаптер 2424 и видеоконтроллер 2402 обозначены в качестве дискретных единиц на фиг. 24, видеоконтроллер 2402 может быть интегрирован с графическим адаптером 2424 или наоборот в других вариантах осуществления. Видеоконтроллер 2402 подходит для обновления монитора 2306 (фиг. 23 и 24) при отображении картинок на экране 2308 (фиг. 23) компьютерной системы 2300 (фиг. 23). Контроллер 2404 дисков может управлять жестким диском 2314 (фиг. 23 и 24) и приводом 2316 CD-ROM или DVD (фиг. 23 и 24). В других вариантах осуществления дискретная единица может быть использована для управления каждым из этих устройств отдельно.

Несмотря на то, что многие другие компоненты компьютерной системы 2300 (фиг. 23) не показаны, такие компоненты и их взаимосвязь хорошо известны специалистам в данной области. Соответственно в настоящей заявке нет необходимости обсуждать дополнительные детали, касающиеся построения и состава компьютерной системы 2300 и монтажных схем внутри шасси 2302 (фиг. 23).

При работе компьютерной системы 2300, изображенной на фиг. 23, программные команды, сохраненные на USB устройстве в USB порту 2312, на CD-ROM, или DVD в приводе 2316 CD-ROM, и/или DVD, на жестком диске 2314 или в запоминающем устройстве 2408 (фиг. 24), выполняются CPU 2410 (фиг. 24). Часть программных команд, сохраненных в этих устройствах, может быть подходящей для осуществления способов 800, изображенных на фиг. 8.

Несмотря на то, что изобретение было описано согласно конкретным вариантам осуществления, специалистам в данной области техники будет понятно, что различные изменения могут быть осуществлены без отступления от сути и объема изобретения. Соответственно раскрытие вариантов осуществления изобретения имеет целью показать объем изобретения и не предназначено для ограничения. Предполагается, что объем изобретения должен быть ограничен только пределами, требуемыми прилагаемой формулой изобретения. Например, среднему специалисту в данной области техники будет очевидно, что действия 710, 715, 720, 725 и 730, изображенные на фиг. 7, действия 810, 815, 820, 825, 830, 835, 840, 845, 850, 855, 860, 865 и 870, изображенные на фиг. 8, и операции 911-913, изображенные на фиг. 9, могут состоять из многих различных действий, операций и выполняться многими различными модулями во многих различных порядках, что любой элемент, изображенный на фиг. 1-2 и 4-6, может быть модифицирован и что вышеуказанное описание некоторых из этих вариантов осуществления не обязательно представляет полное описание всех возможных вариантов осуществления.

Все элементы, заявленные в каждом отдельно взятом пункте формулы изобретения, являются существенными для варианта осуществления, заявленного в отдельно взятом пункте формулы изобретения. Следовательно, замена одного или нескольких заявленных элементов представляет собой восстановление, а не ремонт. Кроме того, полезные эффекты, другие преимущества и решения в отношении проблем были описаны со ссылкой на конкретные варианты осуществления. Полезные эффекты, преимущества и решения задач и любой элемент или элементы, которые могут привести к любому полезному эффекту, преимуществу или решению, возникшему или ставшему более выраженным, тем не менее, не следует рассматривать в качестве критичных, требуемых или существенных признаков или элементов любого или всех пунктов формулы изобретения, если только такие полезные эффекты, преимущества, решения или элементы не указаны в таком пункте формулы изобретения.

Кроме того, варианты осуществления и ограничения, раскрытые в настоящей заявке, не предназначены для общестности в соответствии с доктриной об отказе от авторских прав, если варианты осуществления и/или ограничения: (1) явным образом не заявлены в пунктах формулы изобретения; и (2) являются эквивалентами или потенциальными эквивалентами выраженных элементов и/или ограничений в пунктах формулы изобретения в соответствии с доктриной эквивалентов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство обнаружения потребления электроэнергии, содержащее вычислительный блок; датчик, выполненный с возможностью соединения с электрической розеткой, причем датчик содержит приемник для сбора данных, выполненный с возможностью приема электрического шума через электрическую розетку и преобразования электрического шума в один или более первых сигналов данных, когда датчик соединен с электрической розеткой; при этом электрическая розетка электрически соединена с сетью электропитания; датчик является обмениваемым данными с вычислительным блоком; и вычислительный блок дополнительно выполнен с воз-

возможностью определения использования одного или более электрических устройств, подключенных к сети электропитания, по меньшей мере, частично с использованием одного или более первых сигналов данных.

2. Устройство по п.1, в котором

вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью определения электроэнергии, потребляемой одним или более электрическими устройствами, по меньшей мере, частично с использованием одного или более первых сигналов данных.

3. Устройство по п.1 или 2, в котором

вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью определения сигнатуры флуктуационного шума одного или более первых сигналов данных; вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью определения одной или более амплитудных или частотных составляющих в одном или более первых сигналах данных, которые являются предопределенной пороговой величиной, выше по значению сигнатуры флуктуационного шума одного или более первых сигналов данных;

вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью связи по меньшей мере одного электрического устройства из одного или более электрических устройств с одной или более амплитудных или частотных составляющих в одном или более первых сигналах данных.

4. Устройство по пп.1, 2 или 3, в котором

приемник для сбора данных выполнен с возможностью приема электрического шума, который содержит по существу непрерывный электрический шум в сети электропитания; и

по существу непрерывный электрический шум содержит первый электрический шум, являющийся идентифицируемым в сети электропитания в течение первого отрезка времени, который длиннее, чем один электрический цикл переменного тока, или второй электрический шум, являющийся идентифицируемым в сети электропитания в течение второго отрезка времени, который короче, чем один электрический цикл переменного тока, но при этом второй электрический шум является повторяющимся в трех или более электрических циклах переменного тока.

5. Устройство по пп.1, 2, 3 или 4, в котором вычислительный блок содержит

модуль регистрации события, выполненный с возможностью использования одного или более первых сигналов данных для определения, что одно или более электрических событий являются случившимися;

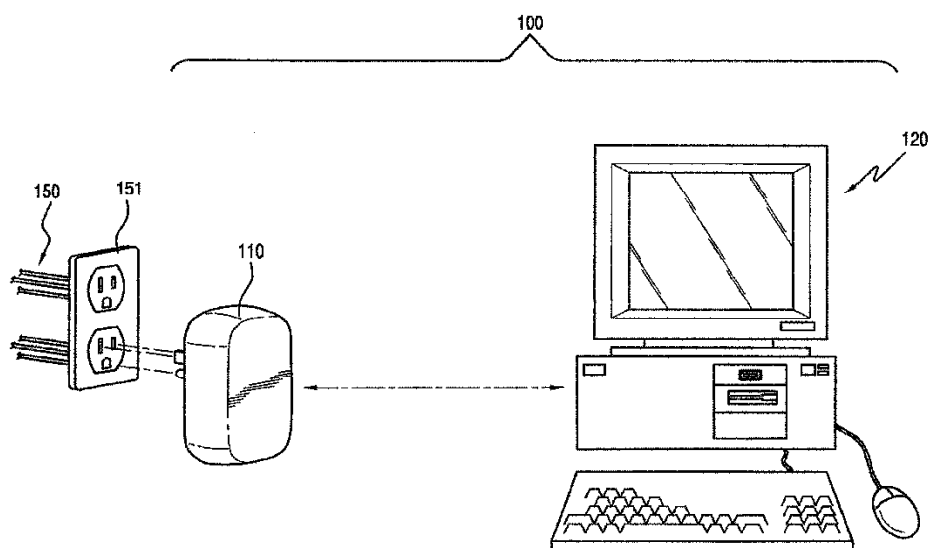
модуль классификации, выполненный с возможностью определения использования одного или более электрических устройств с использованием одного или более электрических событий;

модуль подготовки, выполненный с возможностью установления соотношения между событием первого типа с первым событием одного или более электрических событий, а также события второго типа со вторым событием одного или более электрических событий.

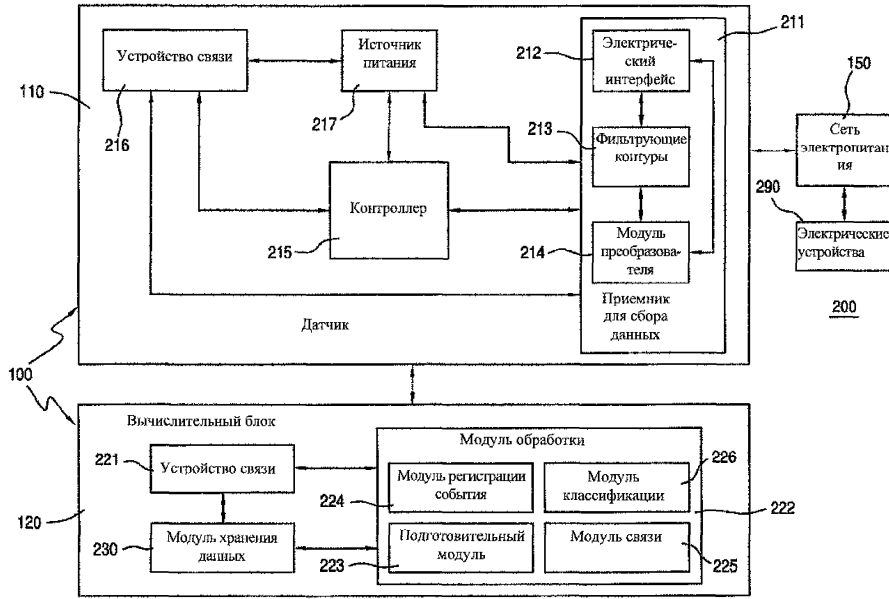
6. Устройство по пп.1, 2, 3, 4 или 5, в котором

приемник для сбора данных выполнен с возможностью приема электрического шума, который содержит по существу непрерывный электрический шум в сети электропитания;

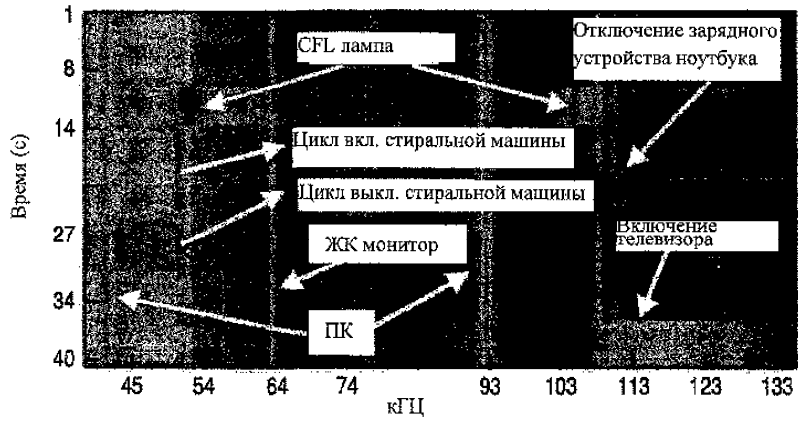
по существу непрерывный электрический шум содержит высокочастотные сигналы, которые являются циклически стационарными по отношению к электрическому циклу переменного тока в сети электропитания.



Фиг. 1

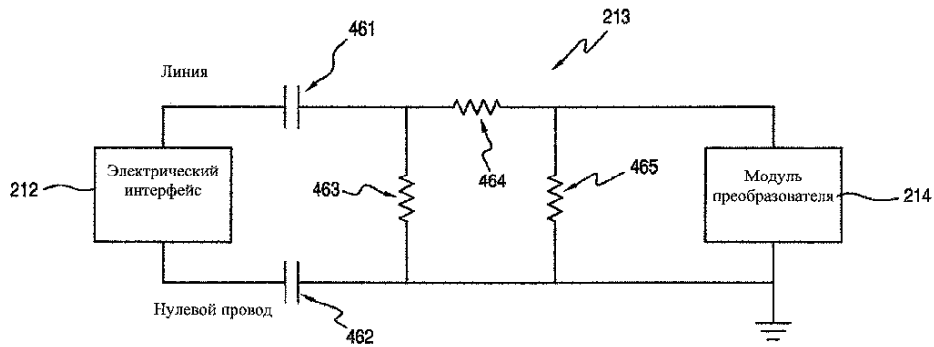


Фиг. 2

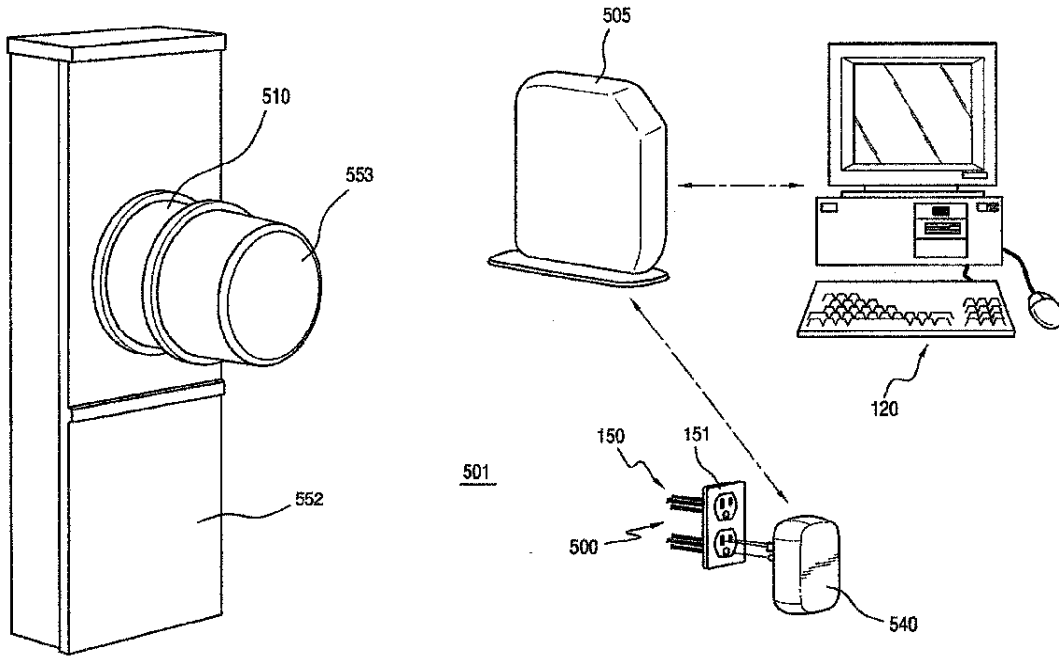


300

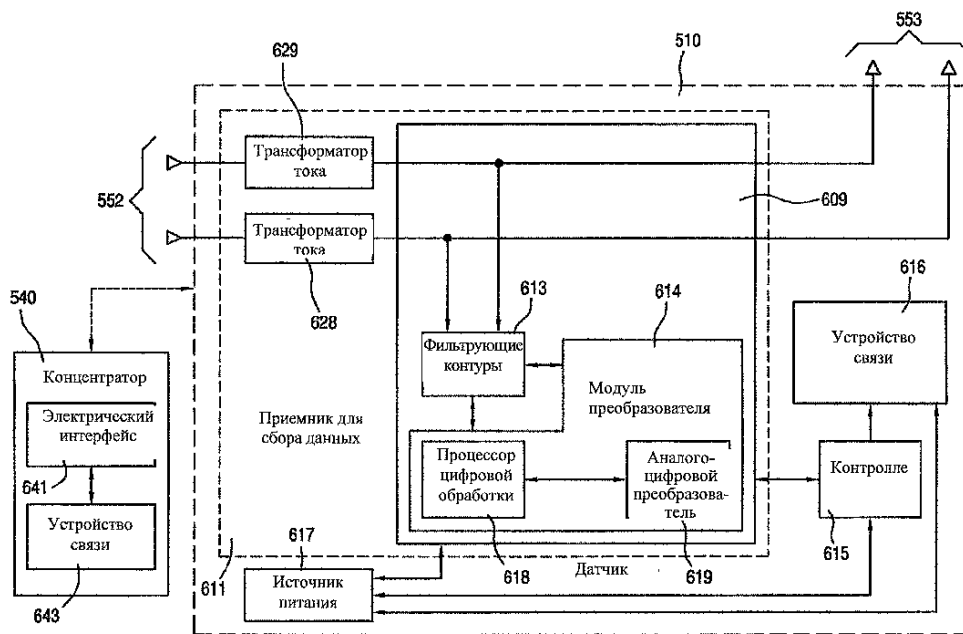
Фиг. 3



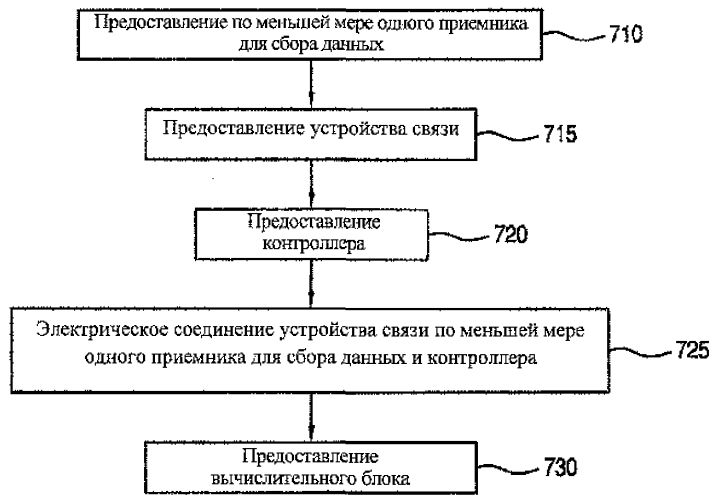
Фиг. 4



Фиг. 5

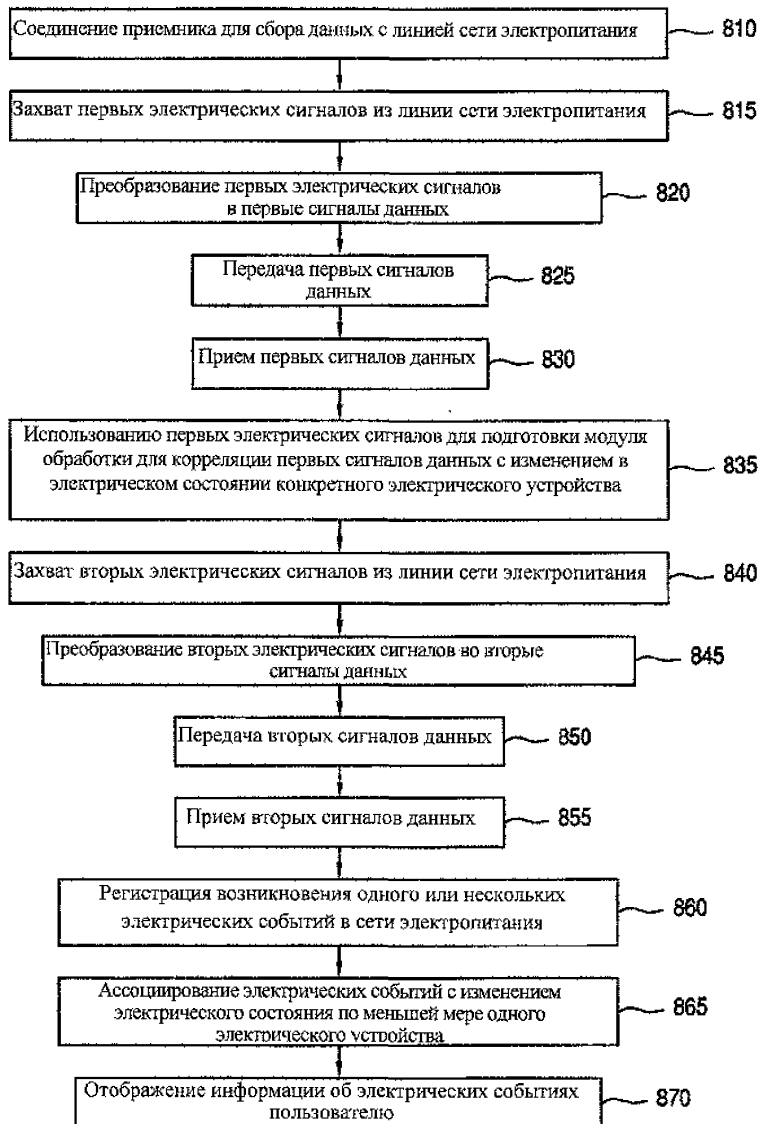


Фиг. 6



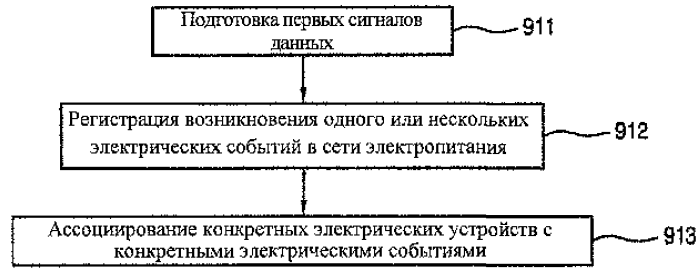
700

Фиг. 7



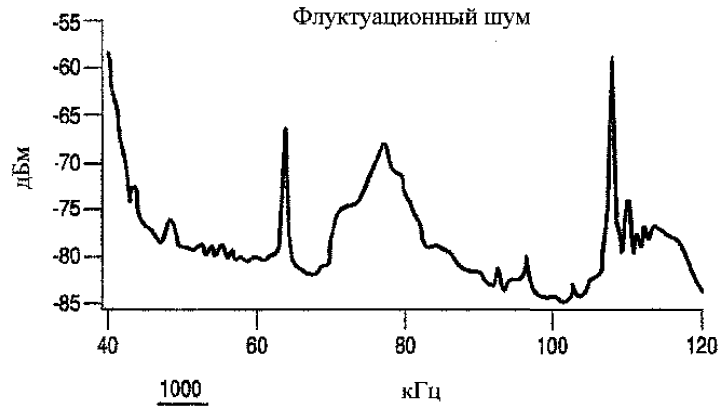
800

Фиг. 8



835

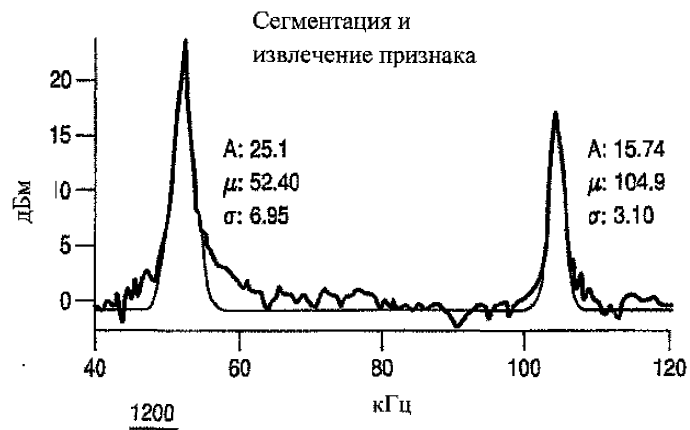
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

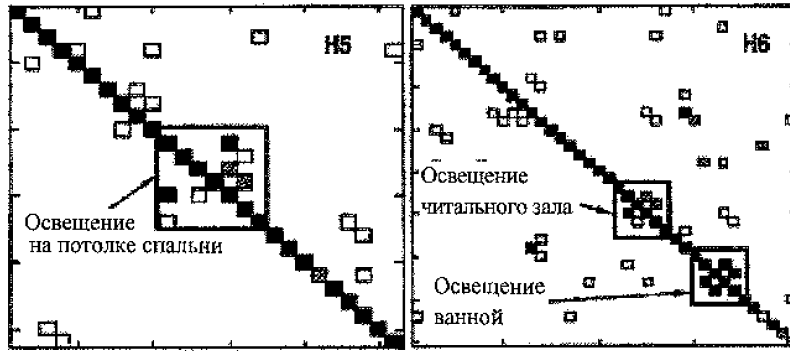


Фиг. 12

ID	Style/Year Remodeled	Size/Floors	No. of Test Devices
Площадь/этажи	Кол-во испытываемых приборов	750 sq. ft.	Дом
	Family/2003/NA	3000 sq. ft./ 2 flrs.	Кол-во событий
Квартира/1985/н.д.	Single Family/1974/2009	1200 sq. ft./2 flrs. + basement	13
Для одной семьи/2003/н.д.	Apartment/1910/NA	450 sq. ft./ 1 flr.	7
Для одной семьи/1974/2009	Single Family/1960/NA	1700 sq. ft./ 1flr.	13
	Single Family/1926/2003	2800 sq. ft./2 flrs. + basement	20
Квартира/1910/н.д.	Apartment/2009/NA	657 sq. ft./ 1 flr.	16
<u>1300</u>			
Для одной семьи/1960/н.д.	1700 кв. фут./ 1 эт.	Всего	
Для одной семьи/1926/2003	2800 кв. фут./ 2 эт. + подвал		
Квартира/2009/н.д.	657 кв. фут./ 1 эт.		

Home	No. of Events	10 Fold Cross Validation (%)		Minimal Training Set
		As Is	Combined	
10-кратная перекрестная проверка (%)		Минимальный набор		46
Как есть - Комбинированная		подготовительных данных		73
H3				62
H4	108	97,23	97,23	93,81
H5	198	85,35	92,42*	90,53
H6	404	84,41	91,83*	84,61
H7	1358	92,85	92,85	85,13
Total	2576	91,75	93,82	89,25
<u>1400</u>				

Фиг. 13-14



1500

Фиг. 15

Дом	10-кратная перекрестная проверка (%)		Минимальный набор подготовительных данных
	Как есть	Комбинированная	
H1	96,29	96,29	93,46
H2	89,65	89,65	83,73
H3	96,47	96,47	93,52
H4	97,23	97,23	93,81
H5	85,35	92,42*	90,53
H6	84,41	91,83*	84,61
H7	92,85	92,85	85,13
Всего	91,75	93,82	89,25

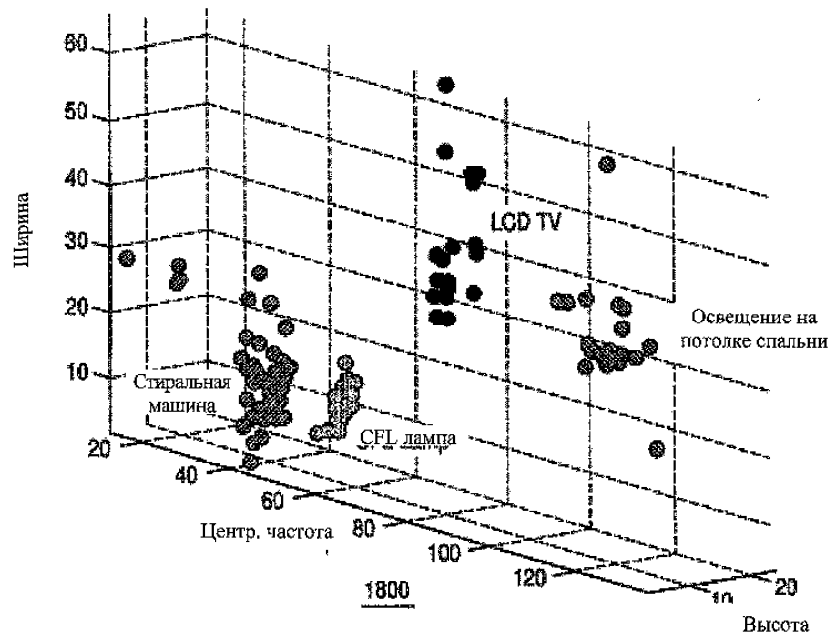
1600

Фиг. 16

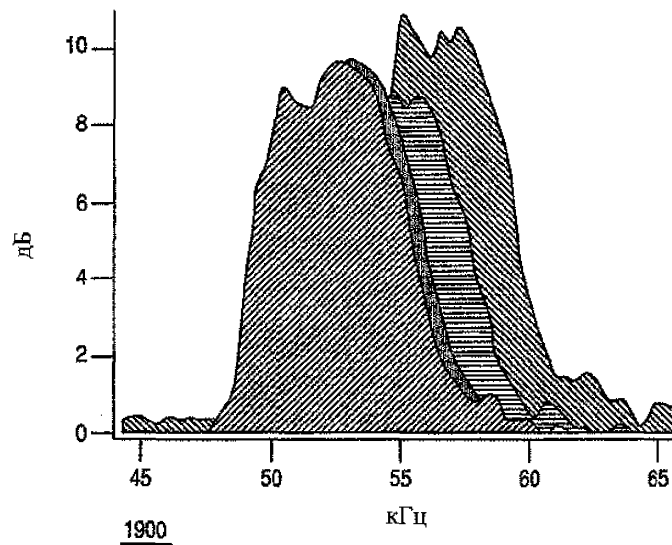
Устройство	10-кратная перекрестная проверка (%)
Зарядное устройство камеры	100
Ноутбук	87,5
CFL лампа 23Вт	100
CFL лампа 12Вт	100
Сводные данные	96,87

1700

Фиг. 17

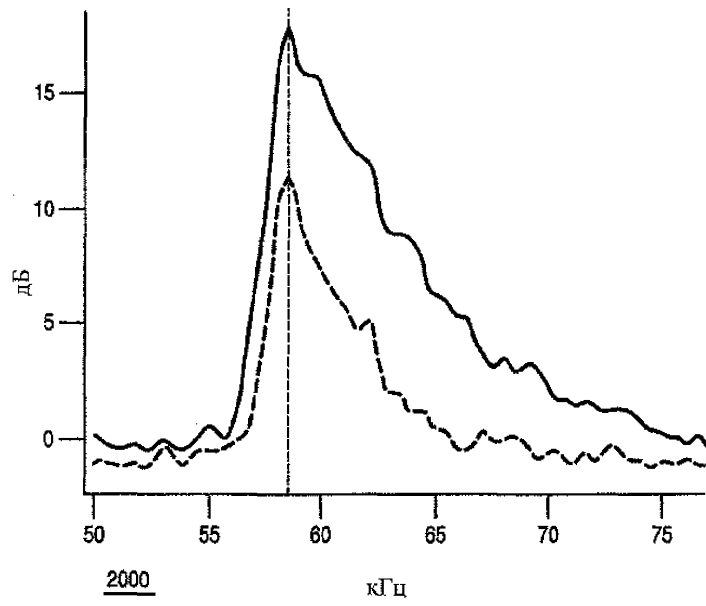


Фиг. 18

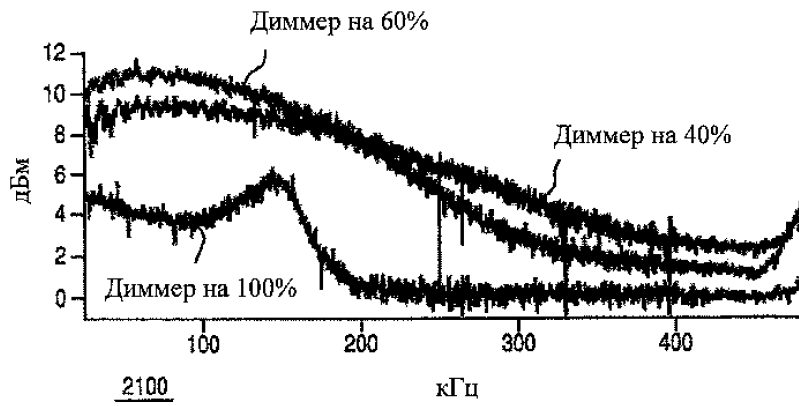


1900

Фиг. 19

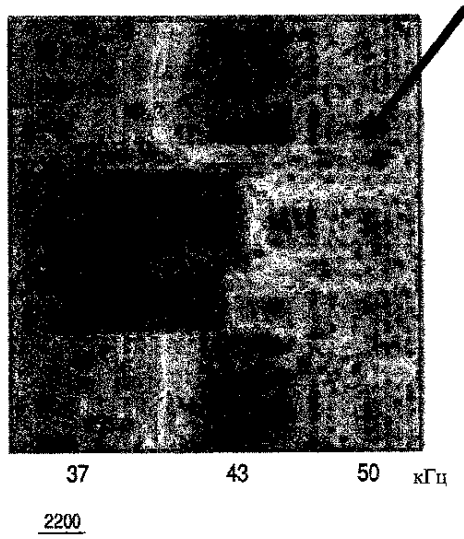


Фиг. 20

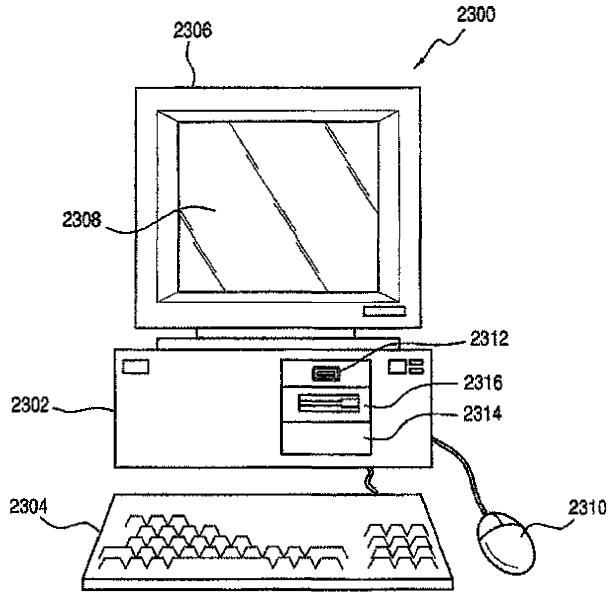


Фиг. 21

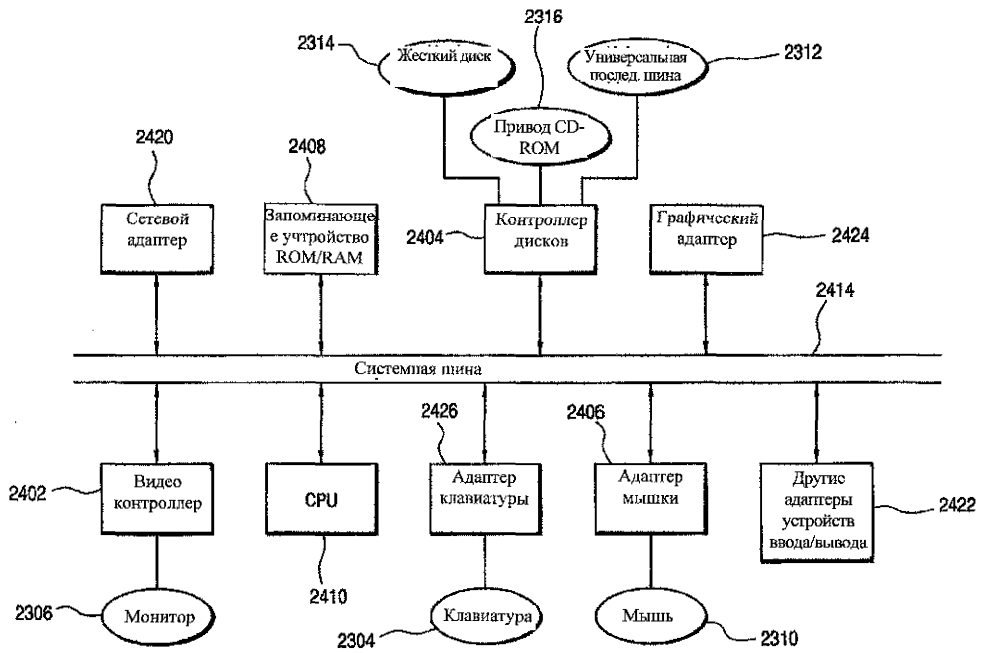
Всплеск ЕМІ при
включении



Фиг. 22



Фиг. 23



Фиг. 24

