



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H02J 3/06 (2019.05); H02J 13/00 (2019.05)*

(21)(22) Заявка: 2018134128, 27.09.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.09.2018

Дата регистрации:  
03.09.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.09.2018

(45) Опубликовано: 03.09.2019 Бюл. № 25

Адрес для переписки:  
115432, Москва, ул. Трофимова, 8А, кв. 12,  
Маркину Д.Н.

(72) Автор(ы):

Травников Руслан Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Травников Руслан Анатольевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2518178 C2, 10.06.2014. RU  
2212746 C2, 20.09.2003. RU 2330939 C1,  
10.08.2008. US 6624532 B1, 23.09.2003.

(54) Способ агрегированного управления пространственно распределенной электрической нагрузкой

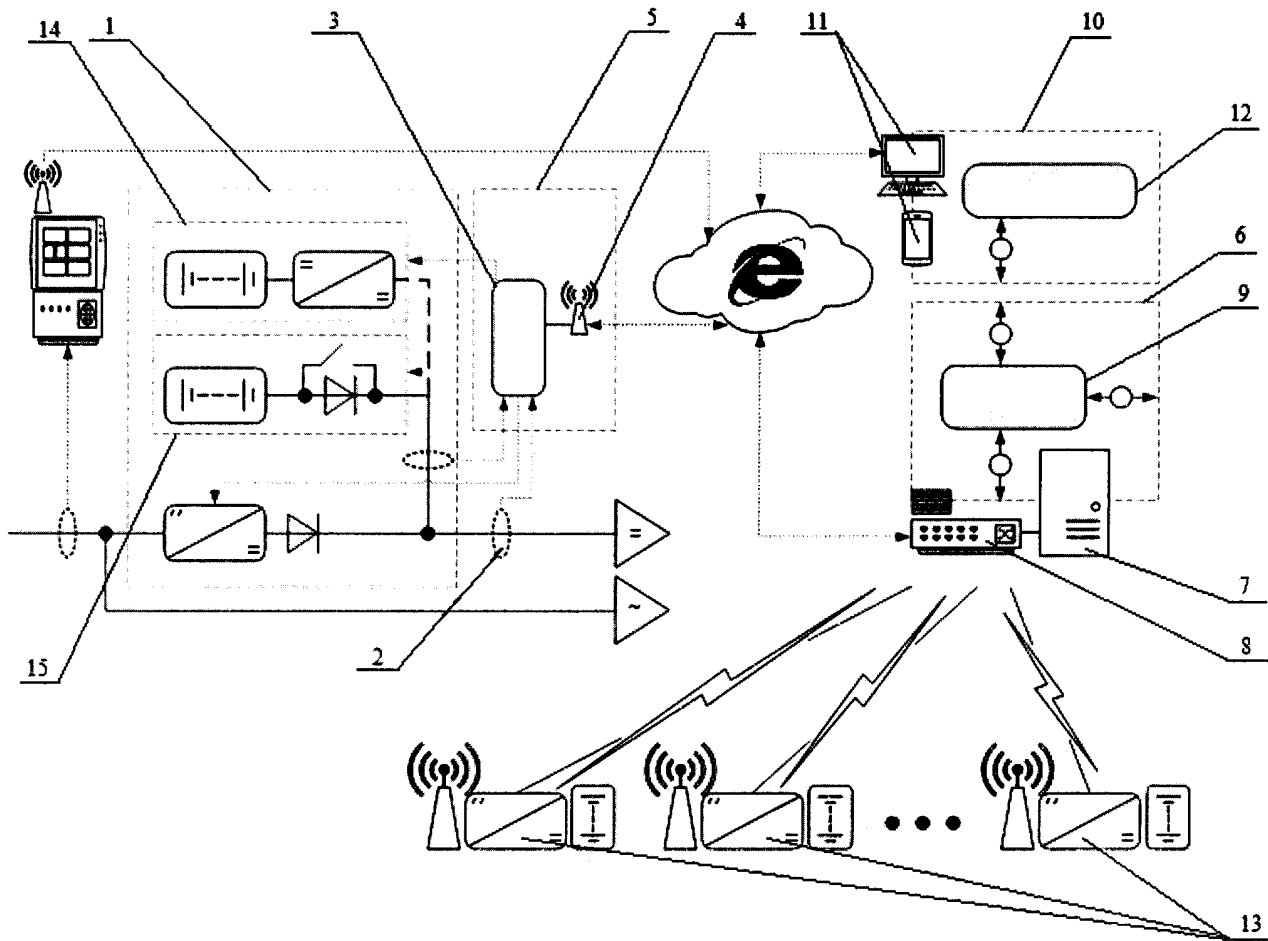
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники. Предложен способ агрегированного управления пространственно распределенной электрической нагрузкой, выполняемый на базе аппаратно-программного комплекса (АПК) и обеспечивающий поддержание баланса генерируемой и потребляемой активной мощности; планирование

загрузки генерирующих мощностей с учетом резерва по разгрузке потребителей; вторичного и первичного регулирования частоты; управление стоимостью электрической энергии (мощности) для потребителя, снижение объема покупки электрической энергии (мощности) в часы ее максимальной стоимости. 3 з.п. ф-лы, 7 ил.

RU 2 699 048 C1

RU 2 699 048 C1



Фиг. 4



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H02J 3/06 (2019.05); H02J 13/00 (2019.05)*

(21)(22) Application: **2018134128, 27.09.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**27.09.2018**

Registration date:  
**03.09.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **27.09.2018**

(45) Date of publication: **03.09.2019** Bull. № 25

Mail address:

**115432, Moskva, ul. Trofimova, 8A, kv. 12,  
Markinu D.N.**

(72) Inventor(s):

**Travnikov Ruslan Anatolevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Travnikov Ruslan Anatolevich (RU)**

(54) **METHOD FOR AGGREGATED CONTROL OF SPATIALLY DISTRIBUTED ELECTRIC LOAD**

(57) Abstract:

FIELD: electrical equipment.

SUBSTANCE: invention relates to the electrical equipment. Disclosed is a method for aggregated control of spatially distributed electric load, performed on the basis of hardware-software complex (HSC).

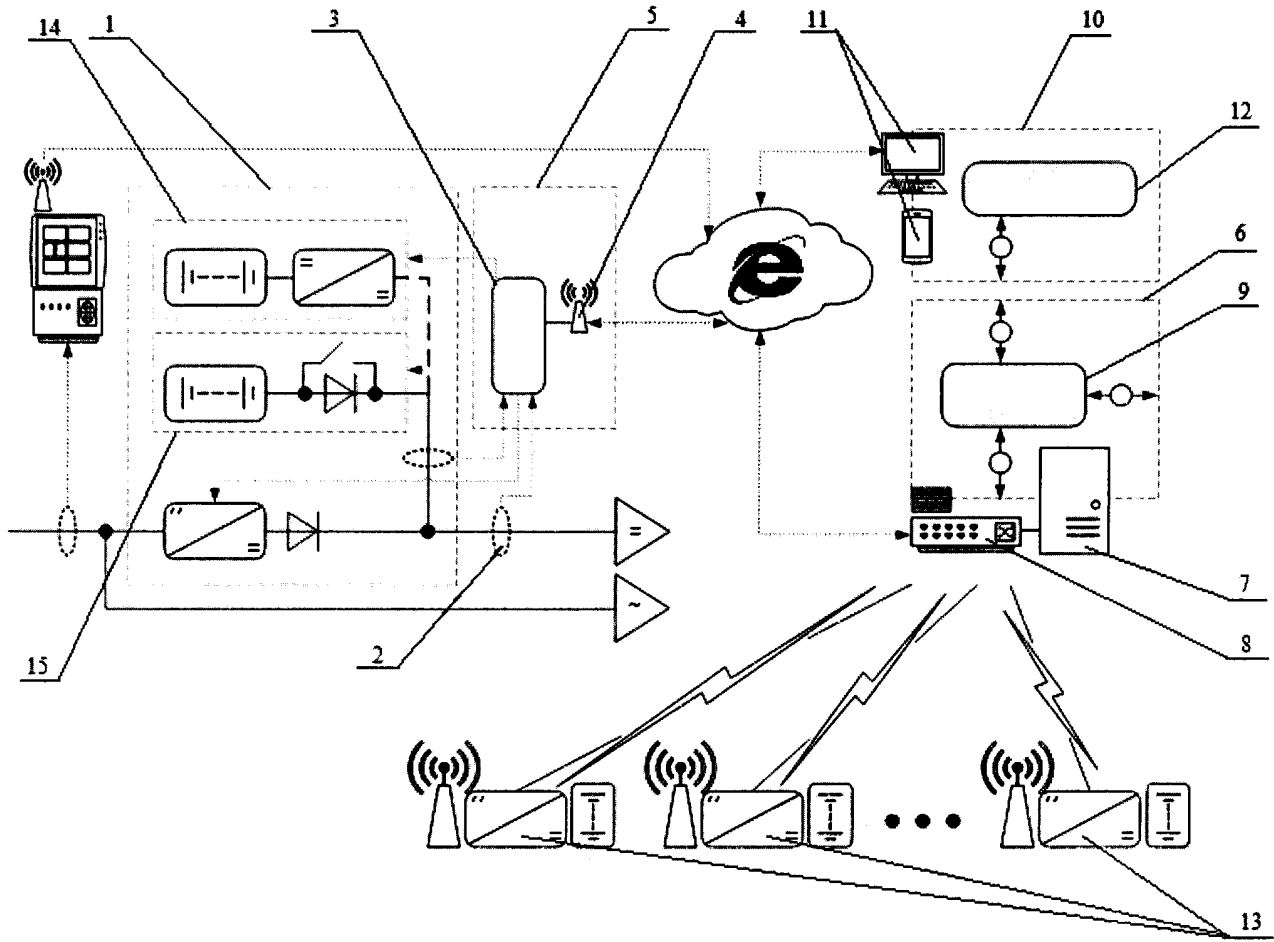
EFFECT: method provides maintaining balance of generated and consumed active power; planning of

loading of generating capacities taking into account a reserve for unloading of consumers; secondary and primary frequency control; controlling the cost of electric energy (power) for a consumer, reducing the volume of buying electric energy (power) during hours of its maximum cost.

4 cl, 7 dwg

**RU 2 699 048 C1**

**RU 2 699 048 C1**



Фиг. 4

## Область техники

Заявленное изобретение относится к области аппаратно-программных решений и алгоритмов управления (аппаратно-программный комплекс - АПК), направленных на решение задачи агрегированного управления пространственно распределенной электрической нагрузкой малой мощности на централизованную электрическую сеть.

Для целей настоящей заявки нижеприведенные термины имеют следующее значение:

Автономные источники генерации электрической энергии солнечные батареи для производства электроэнергии, ветряные электрогенераторы для производства электрической энергии, тепловые электростанции малой мощности.

Агрегированное управление пространственно распределенной электрической нагрузкой - это управление режимами (непосредственное и/или опосредованное) потребления электрической энергии (мощности) от централизованной электрической сети оборудованием группы потребителей электрической энергии (мощности) в целях:

консолидации и продажи совокупности регулировочных способностей этих электропотребителей, как единого объекта электропотребления в качестве товара/ услуги на оптовом рынке электрической энергии (мощности), розничных рынках электрической энергии (мощности);

консолидации и продажи совокупности регулировочных способностей этих электропотребителей, как единого объекта электропотребления в качестве товара/ услуги на рынке системных услуг;

в целях реализации механизмов ценозависимого электропотребления.

Аккумуляторы электрической энергии и/или накопители электрической энергии - источники ЭДС многоразового действия, предполагающие циклическое использование (через заряд-разряд) для накопления и последующей отдачи энергии.

Аппаратно-программный комплекс (АПК) - совокупность аппаратных решений, программных решений, а также алгоритмов управления, направленных на решение задачи агрегированного управления пространственно распределенной электрической нагрузкой малой мощности на централизованную электроэнергетическую сеть.

Источники электрической энергии - Электрическая сеть бесконечной мощности,

Автономные источники генерации электрической энергии, Аккумуляторы электрической энергии или накопители электрической энергии.

Регулирование частоты в энергосистеме (частотное регулирование) - это процесс поддержания частоты переменного тока в энергосистеме в допустимых пределах.

Система управления - Система адаптивного управления элементами системы электропитания постоянного тока (далее - Система управления).

Система электропитания - преобразователи электрической энергии, в том числе запитанные от электрической сети бесконечной мощности, аккумуляторы электрической энергии или накопители электрической энергии, Автономные источники генерации электрической энергии (далее Система электропитания), коммутационные аппараты электрической энергии, измерительные датчики, информационные каналы связи.

Ценозависимое потребление электрической энергии (мощности) от централизованной электрической сети - это снижение объема покупки (потребления) электрической энергии (мощности) от централизованной электрической сети электропотребителем в часы максимальной стоимости электрической энергии (мощности) в централизованной электрической сети, в целях снижения затрат на покупку электрической энергии (мощности).

Централизованная электрическая сеть бесконечной мощности совокупность производственных и иных имущественных объектов электроэнергетики, связанных

единым процессом производства и передачи электрической энергии в условиях централизованного оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике.

Уровень техники

Известны способы управления распределенными источниками питания постоянного тока: СА 2904322 А1, 22.12.2016 (Концепция управления мощностью в распространенных системах DC).

Способ заключается в соединении нескольких обычных или альтернативных генераторов, нагрузок и/или элементов аккумуляирования энергии, физически отделенных друг от друга в системе распределения постоянного тока, и предусматривает предоставление общей шины постоянного тока для соединения всех элементов в распределенной системе постоянного тока с использованием силовых преобразователи. Первая группа одного или нескольких элементов используется для автоматического поддержания напряжения линии постоянного тока после заданного значения для обеспечения согласования нагрузки. Среднее напряжение промежуточного контура (заданное значение), поддерживаемое первой группой, изменяется, чтобы указать всем остальным элементам, подключенным к шине постоянного тока, как им необходимо изменить их выработку или потребление электроэнергии.

Известны устройства согласования мощности: СА 2847979 А1, 02.10.2014 (DC-DC Конвертеры).

Осуществляется передача мощности между двумя цепями постоянного тока, причем каждая схема является биполярной или соединена в ее середине, включает в себя: соединение высоковольтной шины через пару индукторов, расположенных параллельно; соединение шины низкого напряжения через пару индукторов; связывая высоковольтную шину, шину низкого напряжения и индукторы с помощью активных переключателей и диодов, чтобы обеспечить: (i) конфигурацию хранения, в которой энергия передается из одной из шин и хранится в индукторах; и (ii) конфигурацию выпуска, в которой энергия выделяется из индукторов и переносится на другой из автобусов.

Известно исследование по использованию объектов сотовой связи для управления пространственно распределенной нагрузкой в целях поддержания частоты в единой электрической сети в заданных пределах:

Usage of telecommunication base station batteries in demand response for frequency containment disturbance reserve: Motivation, background and pilot results (Pari Alaperä, Pekka Manner, Johan Salmelin, Heli Antila Technology and New Ventures Fortum Power and Heat Oy Espoo, Finland).

В качестве наиболее близкого аналога заявленного изобретения можно принять техническое решение, известное из патентного документа RU 2518178 С2, 10.06.2014. Известное решение представляет собой систему и способ для управления электроэнергетической системой.

Указанное решение содержит центральный орган управления электроэнергетической системы, который управляет электроэнергетической системой на основании данных, сгенерированных компонентами (например, датчиками) электросети и энергетической системы. Решение направлено на «обновление» существующей электроэнергетической системы так, чтобы она могла работать более эффективно и надежно, и для поддержания дополнительных услуг для потребителей.

Однако известное решение, в частности, не обладает возможностями поддержания баланса генерируемой и потребляемой активной мощности (постоянного тока); планирования загрузки генерирующих мощностей с учетом резерва по разгрузке потребителей (постоянного тока); вторичного и первичного регулирования частоты;

управления стоимостью электрической энергии (мощности) для потребителя (постоянного тока), снижения объема покупки электрической энергии (мощности) в часы ее максимальной стоимости.

5 Таким образом, в качестве задачи, на решение которой направлено заявленное изобретение, рассматривается устранение отмеченных выше недостатков уровня техники, при этом техническим результатом, обеспечиваемым изобретением, является реализация указанных возможностей при осуществлении способа агрегированного управления пространственно распределенной электрической нагрузкой, выполняемого на базе аппаратно-программного комплекса (АПК).

10 Раскрытие сущности изобретения

Предпосылками к необходимости создания заявленного изобретения является следующее.

В настоящий момент стабильная работа единой энергосистемы РФ достигается за счет:

- 15 - управление режимами работы Единой энергетической системы Российской Федерации, обеспечение ее надежного функционирования и устойчивого развития;
- обеспечение соблюдения установленных технологических параметров функционирования электроэнергетики и стандартных показателей качества электрической энергии при условии экономической эффективности процесса оперативно-
- 20 диспетчерского управления и принятия мер для обеспечения исполнения обязательств субъектов электроэнергетики по договорам, заключаемым на оптовом рынке электрической энергии и розничных рынках;
- обеспечение централизованного оперативно-технологического управления Единой энергетической системой России.

25 Технически, задача поддержания стабильности работы единой энергосистемы сводится к необходимости поддержания баланса вырабатываемой и потребляемой электроэнергии. Показателем такого баланса является значение частоты сети.

В настоящий момент поддержание баланса генерируемой и потребляемой активной мощности в энергосистеме происходит посредством ручного или автоматического (а

30 чаще и того, и другого одновременно) изменения нагрузки генераторов электростанций.

Заявленный способ управления на базе АПК является инструментом управления электрической нагрузкой (снижения и повышения) на стороне потребителя, что обеспечивает аналогичный с управлением генерацией эффект для поддержания баланса генерируемой и потребляемой активной электрической мощности в единой

35 энергетической системе и изолированно работающих энергосистемах.

Заявленное изобретение позволяет, оперируя работой маломощных пространственно распределенных потребителей с нагрузкой по постоянному току и объединяя данные объекты в управляемой по единому алгоритму массив нагрузки, при достаточный суммарной мощности, решать следующие системные задачи в масштабах единой

40 энергетической системы:

- поддержание баланса генерируемой и потребляемой активной мощности;
- планирование загрузки генерирующих мощностей с учетом резерва по разгрузке потребителей;
- вторичное и первичное регулирование частоты;
- 45 - управление стоимостью электрической энергии (мощности) для потребителя и снижение объема покупки электрической энергии (мощности) в часы ее максимальной стоимости.

Для решения задач регулирования частоты (поддержания значения частоты в

установленном диапазоне) АПК должен обеспечивать следующие параметры управления нагрузкой:

При отклонении частоты, вызывающем необходимость реализации первичной мощности (Фиг. 1):

- 5 - реализация не менее половины требуемой первичной мощности за время не более 10 с;
- реализация всей требуемой первичной мощности за время не более 2 мин.

При скачкообразном отклонении частоты за пределы «мертвой полосы» первичного регулирования (Фиг. 2):

- 10 - половина требуемой первичной мощности в пределах заданного резерва первичного регулирования должна быть реализована не более чем за 15 с;
- полностью не более чем за 30 с.

Для обеспечения достижения данных параметров регулирования частоты, а также возможности решения задач планирования резерва мощности и управления стоимостью электроэнергии (мощности) для потребителя, АПК должен удовлетворять следующим требованиям:

Функциональные требования:

- Чтение в режиме реального времени электрических параметров работы каждого объекта - ток, напряжение, частота сети, емкость АКБ;
- 20 - Синхронизация времени для каждого объекта, присвоение меток времени считанным значениям;
- Расчет на уровне каждого объекта значения мощности: потребляемой объектом по стороне АС, потребляемой нагрузкой DC, потребляемой и выдаваемой АКБ, другими источниками питания на объекте;
- 25 - Ведение паспорта каждого объекта управления, включая принадлежность, местоположение, номинальную мощность, категорийность энергоснабжения и пр.;
- получение статуса каждого объекта и группы объектов в части наличия связи, аварий в работе оборудования;
- получение текущих данных по каждому объекту и суммарных значений по группе 30 объектов;
- получение информации с рынков электроэнергии;
- получение и обработка команд системного оператора (Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС»)) на корректировку нагрузки;
- 35 - накопление и обработка статистических данных;
- автоматический расчет размера резервной емкости АКБ, доступной мощности по группе объектов;
- удаленное управление режимами работы объектов; Параметрические требования:
- одновременное управление большим количеством объектов, имеющих суммарное 40 значение нагрузки, достаточное для достижения системного эффекта (не менее 100 тыс.единиц);
- точность определения доступной мощности на загрузку/разгрузку не менее 2%;
- суммарное время реакции на команды системного оператора не более 10 с (см. Фиг. 3);
- 45 - глубина прогноза доступной мощности и энергоемкости агрегированных накопителей - не менее 1 часа;
- достоверность прогноза доступной мощности и энергоемкости агрегированных накопителей - не менее 90%.



Учитывая изложенное, в рассмотрению предлагается способ агрегированного управления пространственно распределенной электрической нагрузкой малой мощности на централизованную энергетическую сеть, содержащий этапы, на которых обеспечивают аппаратно-программный комплекс (АПК), включающий три уровня:

5 объектная часть, серверная часть и клиентская часть, при этом количество объектов объектного уровня не ограничено и является единым массивом мощности для серверной части АПК, при этом на серверной части АПК осуществляют расчет агрегированных значений таким образом, что получив команду от системного оператора, серверная часть АПК выполняет расчет изменения потребляемой мощности по каждому объекту

10 и формирует для каждого из множества объектов команды, которые передаются одновременно на все контролируемые объекты с использованием каналов связи, при этом обеспечивают передачу информации со скоростью, позволяющей управляющему оборудованию на объекте, получив команду от серверной части АПК, выполнить регулирование мощности потребления в отведенный системным оператором срок, при

15 этом способы регулирования мощности потребления на объекте определяются составом и характеристиками силового оборудования, составляющего оснащение объекта, и реализуются посредством регулирования параметров работы данного силового оборудования с применением одного из физических принципов либо их комбинацией, где первый физический принцип заключается в том что, используют источники питания

20 с функцией стабилизации выходного напряжения (CV), при этом обеспечивают работу источников в режиме стабилизации напряжения с поддержанием равного уровня напряжения на источниках и распределением нагрузки между источниками в равных объемах при одинаковых напряжениях  $U_1 = U_2$  или пропорционально при регулировке напряжения на одном из источников в небольшом интервале; второй физический

25 принцип заключается в том, что обеспечивают работу одного источника в режиме стабилизации напряжения (CV), а другого (или нескольких других) в режиме стабилизации тока (CC), при этом напряжение на источниках CC должно быть выше, чем на CV, а распределение нагрузки осуществляется как: константное значение идет на источник CC, а остальное - на CV, т.е. при изменении нагрузки загрузка источника

30 CC не меняется и соответствует выставленному значению ограничения тока; третий физический принцип заключается в комбинации первого и второго физических принципов в зависимости от возможности реализации; четвертый физический принцип заключается в параллельной работе источников в части количества выдаваемой мощности (кВт\*ч) на отрезке времени.

35 Дополнительно способ характеризуется тем, что при нагрузке, выше суммарной нагрузки источников используют первый физический принцип, а при нагрузке, ниже суммарной нагрузки источников - второй физический принцип.

Также дополнительно способ характеризуется тем, что помимо регулирования мощности, осуществляют постоянный контроль параметров работы источников

40 питания, включая емкость АКБ, с периодической передачей через те же каналы связи, по которым приходят управляющие команды, информации в серверную часть АПК, где на основе этих данных происходит перерасчет параметров управления для каждого объекта, откуда информация поступает оператору в клиентскую часть АПК, где оператору предоставляют возможность агрегировано и дифференцировано оценивать

45 показатели работы распределенных объектов.

Специалисты в данной области техники могут оценить из вышеприведенных описаний раскрытия сущности изобретения, что широкое понимание настоящего изобретения может быть реализовано в самых разных формах. Описанное изобретение может быть

выполнено в порядке, отличном от описанного и заявленного в настоящей заявке, без отклонения от сущности настоящего изобретения. В этой связи, описанный объем изобретения не должен быть ограниченным, поскольку другие модификации станут очевидными для специалиста при изучении формулы указанного изобретения.

5 Далее приводится более подробное описание изобретения с целью раскрытия его сущности и подтверждением возможности осуществления на основании представленных в заявке материалов.

#### Осуществление изобретения

10 В настоящий момент объекты электрической нагрузки (напр. базовые станции сотовой связи) не являются управляемыми в части контролируемого снижения и повышения потребления электрической энергии (мощности) от централизованной электрической сети.

Также они не связаны как в части коммуникационной среды с единым центром управления, так и в части рассмотрения их как единого массива электрической нагрузки.

15 Для достижения изобретением требуемых характеристик необходимо:

- Сделать каждый объект управляемым, т.е. обеспечить управляемое по времени и величине снижение и повышение нагрузки объекта по команде извне.

20 - Объединить распределенные, управляемые по нагрузке объекты, в единый потребительский массив, работающий в соответствии с параметрами задаваемой величиной разгрузки.

- Реализовать мониторинг и расчет доступной мощности в реальном времени для обеспечения, как минимум, двухступенчатого включения разгрузки, причем, в заданном объеме.

25 Реализация данных возможностей достигается за счет применения следующих решений:

#### 1. Аппаратные решения:

30 - силовое управляемое оборудование, реализующее на физическом уровне возможность управления нагрузкой объекта путем полного или частичного замещения мощности, потребляемой объектом от централизованной электрической сети, на мощность других источников питания (например, АКБ), имеющихся на объекте;

- измерительные устройства, аппаратные средства вычислительной техники, оборудование связи, обеспечивающие автоматизацию/управляемость объекта.

#### 2. Программные решения:

35 - объектная часть, реализующая сбор и обработку данных на объекте, выдачу управляющих воздействий на силовое оборудование, обмен данными с центральным сервером. Как правило, представляет собой микропрограмму или "прошивку" для простейших средств автоматизации объекта - контроллеров;

40 - серверная часть, реализующая сбор данных с множества объектов автоматизации, обработку и агрегирование информации, выполнение расчетов, формирование индивидуальных параметров работы (уставок) и передачу управляющих воздействий на уровень объектов. Представляет собой специализированное серверное программное обеспечение, рассчитанное на обработку большого объема данных;

45 - клиентская часть, обеспечивающая пользовательский интерфейс для работы с данными - визуализация текущих параметров работы объектов, анализ данных, прогнозная аналитика, отчеты и пр.

3. Алгоритмы управления распределенной электрической нагрузкой. Реализуются на базе серверной части программного решения.

Данные решения составляют аппаратно-программный комплекс (АПК). Для

осуществления заявленного изобретения предлагается архитектура АПК, приведенная на Фиг. 4 (Структурная схема АПК).

АПК имеет трехуровневую структуру:

1. Объектная часть АПК, включающая:

- 5 - силовое оборудование (существующее и/или вновь устанавливаемое), в количестве и с возможностями, обеспечивающими на физическом уровне управление нагрузкой объекта (далее - комплект согласования мощности 1);  
 - измерительное 2, управляющее 3 и сетевое 4 оборудование в комплекте с программным обеспечением объектного уровня (далее комплект автоматизации объекта 5).

2. Серверная часть АПК 6, включающая серверное 7 и сетевое 8 оборудование, серверное программное обеспечение 9. Серверная часть АПК 6 может иметь как конкретную физическую локацию, так и располагаться в облачной инфраструктуре.

3. Клиентская часть АПК 10, включающая стационарные и мобильные рабочие места 11 пользователей АПК, реализованные как интерфейс оператора на web-странице или в мобильном приложении 12.

На структурной схеме АПК (Фиг. 4) показана связь между уровнями и компонентами АПК:

- взаимодействие программного обеспечения 9 серверной части 6 с объектами 13,  
 20 - взаимодействие программного обеспечения 9 серверной части с программным обеспечением клиентской части 10,  
 - взаимодействие программного обеспечения клиентской части 10 с программным обеспечением серверной части 9,  
 - взаимодействие программного обеспечения серверной части 9 с внешними системами (системный оператор, рынок электроэнергии и пр.).

Также на схеме показано два варианта подключения АКБ:

- 1 вариант (14) - подключение к общей шине постоянного тока через DC/DC-преобразователь с функцией регулирования выходных параметров (ток, напряжение). В данном случае управляющее оборудование контролирует значения тока и напряжения на шине постоянного тока и управляет работой DC/DC-преобразователя для обеспечения перетока мощности и параллельной работы AC/DC-преобразователя и АКБ на единую нагрузку.

- 2 вариант (15) - подключение к общей шине постоянного тока после AC/DC-преобразователя с функцией регулирования выходных параметров (ток, напряжение) через коммутационный узел, переключающий режимы заряда и разряда АКБ. В данном случае управляющее оборудование контролирует значения тока и напряжения на шине постоянного тока, управляет коммутационным узлом, а также управляет работой AC/DC-преобразователя для обеспечения перетока мощности и параллельной работы AC/DC-преобразователя и АКБ на единую нагрузку.

- 40 В работе комплекта согласования мощности, включающего два и более источника мощности, эксплуатируется четыре физических принципа (четыре принципа управления мощностью):

1. Работа источников 16 и 17 в режиме стабилизации напряжения (CV) с поддержанием равного уровня напряжения на источниках (Фиг. 5 - Фиг. 5 Стабилизация напряжения на источниках 16 и 17 при работе на общую нагрузку 18), где 18 - общая нагрузка. Нагрузка распределяется между источниками в равных объемах при одинаковых  $U_1 = U_2$  или пропорционально при регулировке напряжения на одном из источников в небольшом интервале.

2. Работа одного источника в режиме стабилизации напряжения (CV), а другого (или нескольких других) в режиме стабилизации тока (CC) - см. Фиг. 6 (Стабилизация тока на источнике 16 и стабилизация напряжения на источнике 17 при работе на общую нагрузку 18). Напряжение на источниках CC при этом должно быть выше, чем на CV. 5  
Распределение нагрузки: константное значение идет на источник CC, а остальное - на CV. Т.е. при изменении нагрузки загрузка источника CC не меняется и соответствует выставленному значению ограничения тока.

3. Комбинация 1 и 2 способа. Например, при нагрузке, выше суммарной мощности источников - 1 принцип, ниже - 2. При реализации алгоритма учитывается наличие 10  
информационной коммуникации между источниками (напр. общий вход усилителя ошибок, sense и пр.). В зависимости от возможности реализовать ту или иную связь выбирается соответствующий способ параллельной работы.

4. Параллельная работа источников в части количества выдаваемой мощности (кВт\*ч) на отрезке времени, которая:

а. Реализуется этапами способа по указанным выше пп. 1-3. 15

б. Реализуется попеременной работой источников на интервале времени, т.е. включением питания от одного источника при отключении другого источника с сохранением, при этом, бесперебойного питания нагрузки (Фиг. 7 - Попеременная 20  
работа источников 16 и 17 на общую нагрузку 18). Включаемые и отключаемые источники определяются алгоритмом компенсации исходя из экономической целесообразности в текущий момент времени.

Приведенные выше сведения предназначены для подтверждения возможность осуществления этапов способа, включенных в объем предложенной формулы изобретения. Однако из изложенного выше также следует, что правовые притязания 25  
заявителя в данной заявке с очевидностью распространяются как на способ агрегированного управления пространственно распределенной электрической нагрузкой, так и на систему, посредством которой данный способ реализуется, то есть на сам аппаратно-программный комплекс (АПК), сведения о составе которого раскрываются в материалах заявки.

Кроме того, приведенные сведения о частных вариантах воплощения составных 30  
частей АПК и вида связей между ними носят исключительно иллюстративный характер и не служат для ограничения объема правовой охраны заявленного изобретения. В частности, предусмотренные в составе АПК объекты (например, базовая станция сотовой связи) с очевидностью для специалиста могут быть заменены на любые 35  
известные из уровня техники устройства и комплексы, в отношении которых необходимо обеспечить регулирование согласно этапам заявленного способа. Также и связи между всем входящими в состав АПК средствами могут быть представлены любыми известными из уровня техники вариантами (например, проводное (включая оптоволокно) или беспроводное (включая Wi-Fi, сотовую связь и др.) соединения), а 40  
также типов протоколов связи (Интернет, Ethernet и др.) с минорными изменениями в аппаратно-программной части средств.

Заявитель полагает, что приведенные, в частности, на Фиг. 4 сведения позволяют в дальнейшем производить включение в формулу изобретения признаков, характеризующих как составные элементы АПК, так и связи между ними, поскольку 45  
для специалиста они явным образом следуют из чертежей и иных содержащихся в заявке материалов. В то время как подробное раскрытие в описании отмеченных выше признаков будет явно излишним и приведет к увеличению объема материалов заявки с затруднением понимания сущности заявленного изобретения.

Таким образом, используя описанный выше способ, характеристика которого приведена в предлагаемой формуле изобретения, позволяет обеспечить поддержание баланса генерируемой и потребляемой активной мощности; планирование загрузки генерирующих мощностей с учетом резерва по разгрузке потребителей; вторичного и первичного регулирования частоты; управление стоимостью электрической энергии (мощности) для потребителя, снижение объема покупки электрической энергии (мощности) в часы ее максимальной стоимости.

(57) Формула изобретения

1. Способ агрегированного управления пространственно распределенной электрической нагрузкой малой мощности на централизованную энергетическую сеть, содержащий этапы, на которых обеспечивают аппаратно-программный комплекс (АПК), включающий три уровня: объектная часть, серверная часть и клиентская часть, при этом количество объектов объектного уровня не ограничено и является единым массивом мощности для серверной части АПК, при этом на серверной части АПК осуществляют расчет агрегированных значений таким образом, что, получив команду от системного оператора, серверная часть АПК выполняет расчет изменения потребляемой мощности по каждому объекту и формирует для каждого из множества объектов команды, которые передаются одновременно на все контролируемые объекты с использованием каналов связи, при этом обеспечивают передачу информации со скоростью, позволяющей управляющему оборудованию на объекте, получив команду от серверной части АПК, выполнить регулирование мощности потребления в отведенный системным оператором срок, при этом способы регулирования мощности потребления на объекте определяются составом и характеристиками силового оборудования, составляющего оснащение объекта, и реализуются посредством регулирования параметров работы данного силового оборудования с применением одного из физических принципов либо их комбинацией, где первый физический принцип заключается в том, что используют источники питания с функцией стабилизации выходного напряжения (CV), при этом обеспечивают работу источников в режиме стабилизации напряжения с поддержанием равного уровня напряжения на источниках и распределением нагрузки между источниками в равных объемах при одинаковых напряжениях  $U_1 = U_2$  или пропорционально при регулировке напряжения на одном из источников в небольшом интервале; второй физический принцип заключается в том, что обеспечивают работу одного источника в режиме стабилизации напряжения (CV), а другого (или нескольких других) в режиме стабилизации тока (CC), при этом напряжение на источниках CC должно быть выше, чем на CV, а распределение нагрузки осуществляется как: константное значение идет на источник CC, а остальное - на CV, т.е. при изменении нагрузки загрузка источника CC не меняется и соответствует выставленному значению ограничения тока; третий физический принцип заключается в комбинации первого и второго физических принципов в зависимости от возможности реализации; четвертый физический принцип заключается в параллельной работе источников в части количества выдаваемой мощности (кВт\*ч) на отрезке времени.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при нагрузке, выше суммарной нагрузки источников, используют первый физический принцип, а при нагрузке, ниже суммарной нагрузки источников – второй физический принцип.

3. Способ по любому из пп. 1 или 2, отличающийся тем, что помимо регулирования мощности осуществляют постоянный контроль параметров работы источников питания, включая емкость АКБ, с периодической передачей через те же

каналы связи, по которым приходят управляющие команды, информации в серверную часть АПК, где на основе этих данных происходит перерасчет параметров управления для каждого объекта, откуда информация поступает оператору в клиентскую часть АПК, где оператору предоставляют возможность агрегированно и дифференцированно оценивать показатели работы распределенных объектов.

4 Способ по п. 1, отличающийся тем, что четвертый физический принцип реализуется комбинацией первого, второго и третьего физических принципов или попеременной работой источников на интервале времени, т.е. включением питания от одного источника при отключении другого источника с сохранением при этом бесперебойного питания нагрузки, при этом включаемые и отключаемые источники определяются алгоритмом компенсации исходя из экономической целесообразности в текущий момент времени.

15

20

25

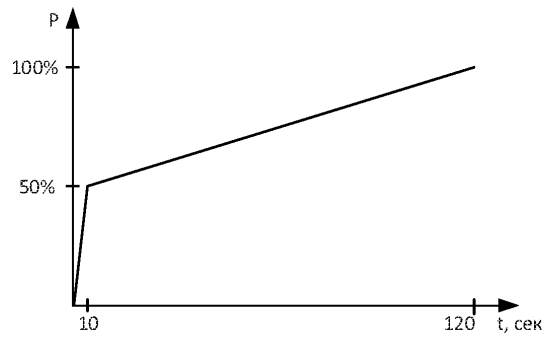
30

35

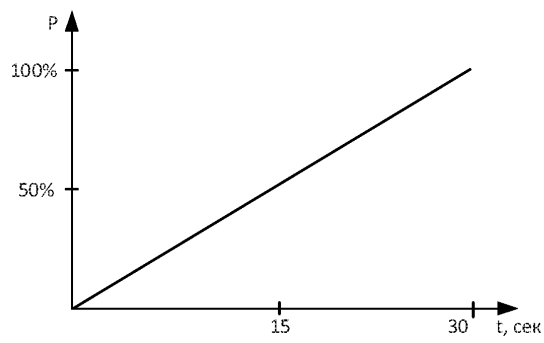
40

45

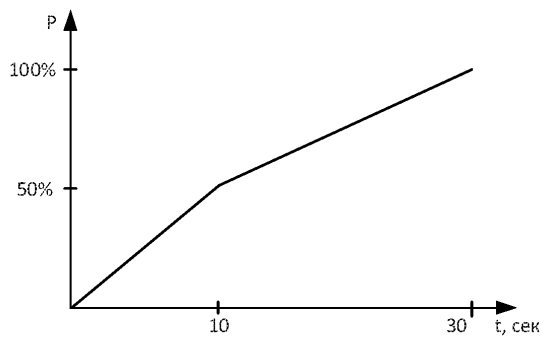
1



**Фиг. 1** Реализация первичной мощности

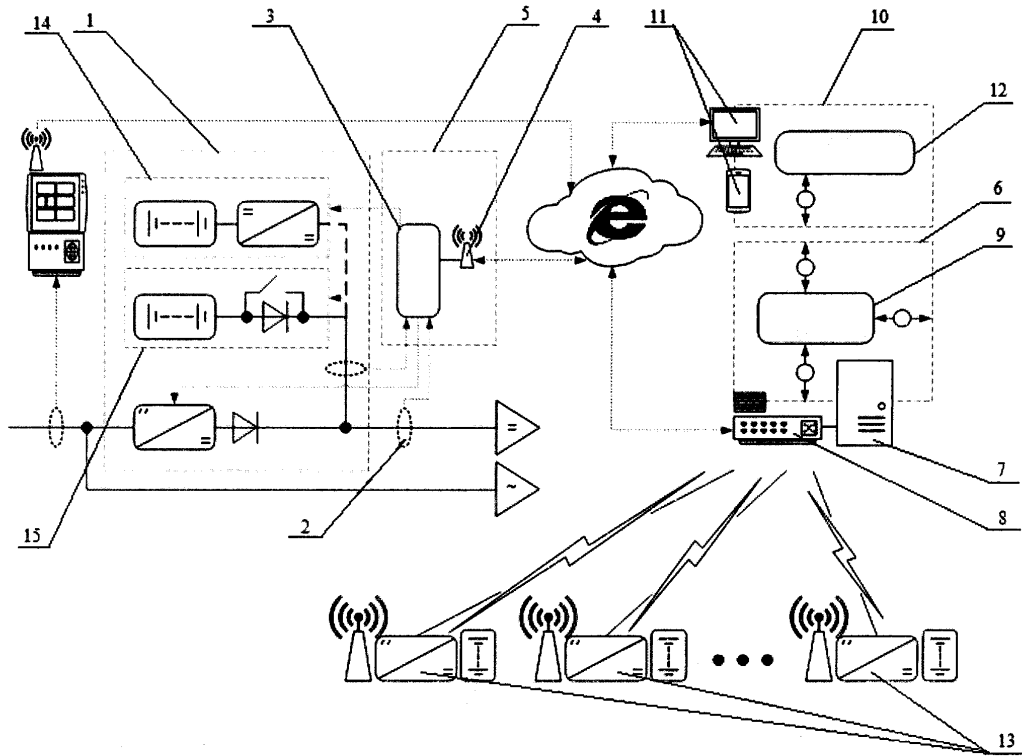


**Фиг. 2** Регулирование при скачкообразном отклонении частоты



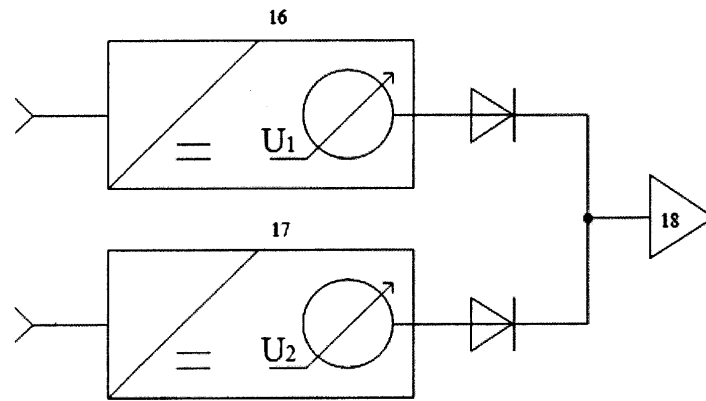
**Фиг. 3** Требуемая скорость регулирования

2

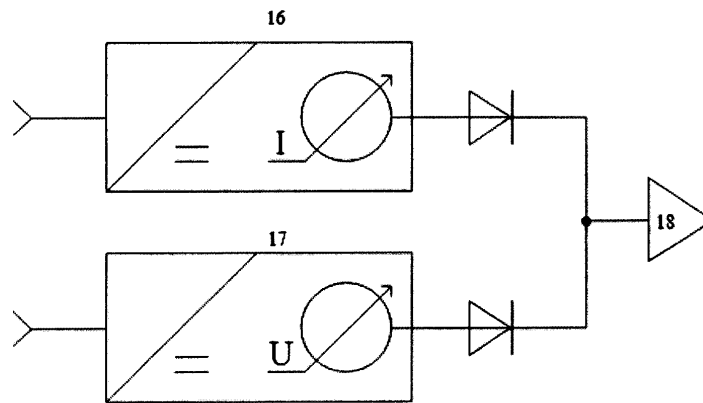


Фиг. 4

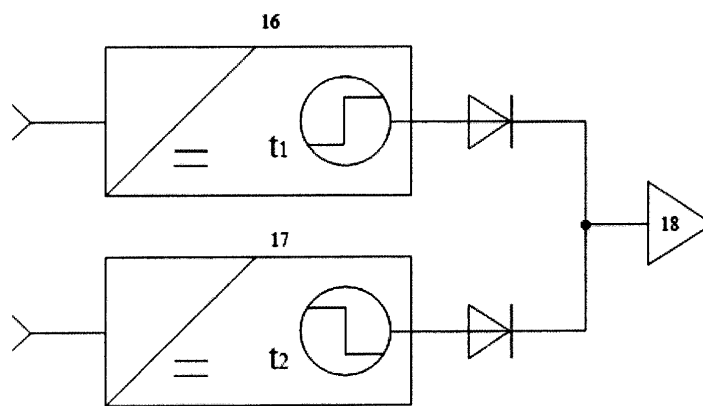




Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7