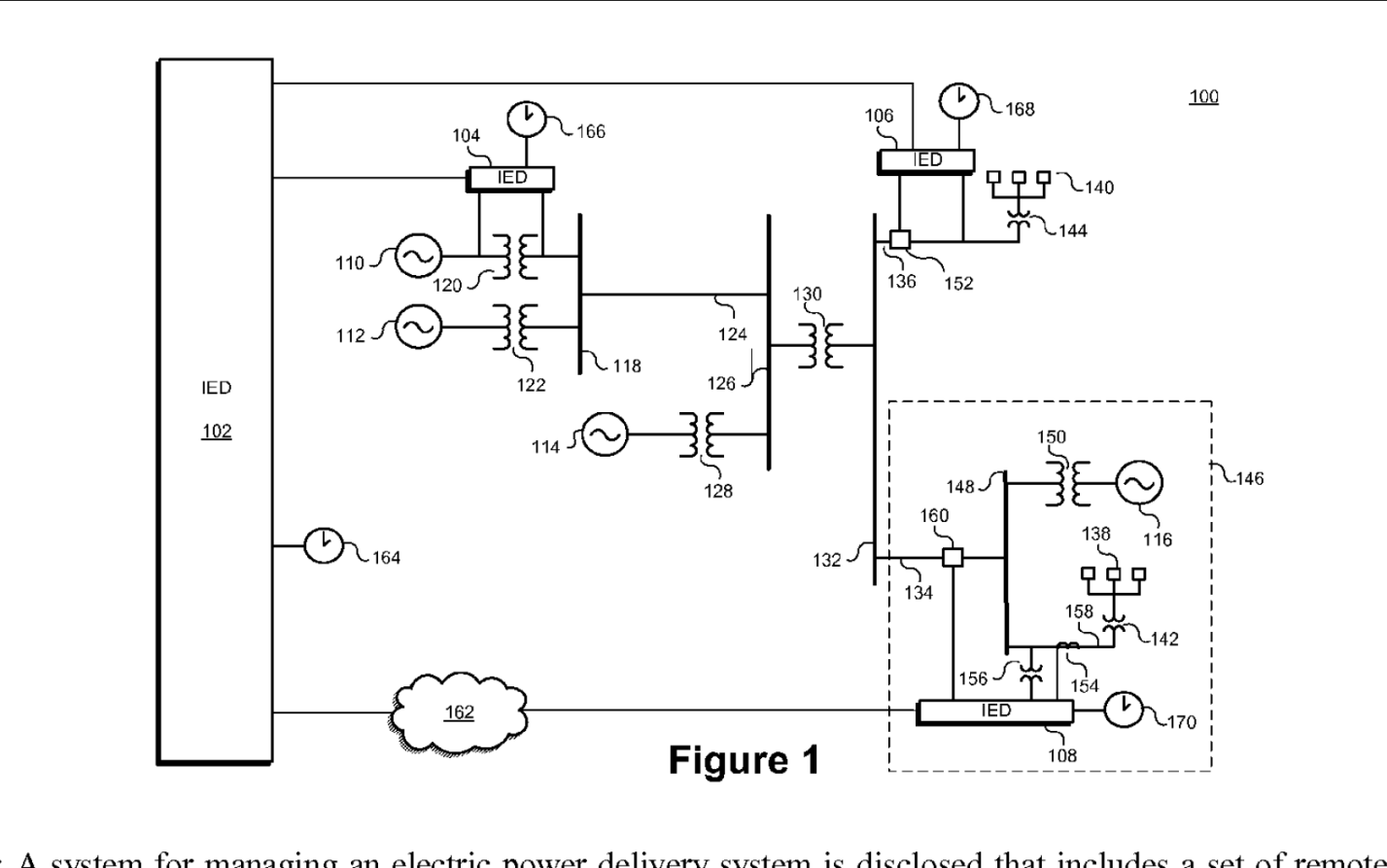
**СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ВЕЕРНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ**



**(57) Реферат:** описана система для управления системой распределения электрической энергии, которая включает набор распределенных интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) и центральное ИЭУ. Распределенные ИЭУ могут быть настроены для получения информации, относящейся к положению угла вала ротора, рабочим частотам, частоте изменения рабочих частот, инерции при вращательном движении и уровнях потребления мощности нагрузок и генераторов, включенных в систему поставки и распределения электроэнергии. Центральное ИЭУ может контактировать с распределенными ИЭУ для определения того, какие приемники и источники объединены в подсети системы электроснабжения и стоит ли отключать определенные источники и приемники. Опираясь на эти результаты, центрально ИЭУ может выдавать команды на распределенные ИЭУ для отключения приемников или источников от системы энергоснабжения, или быстро увеличивать или уменьшать выходную мощность генератора.

**ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**[0001]** Это открытие относится к системам и методам контроля и защиты энергосетей и, особенно, к системам и методам, охватывающим значительную область низкочастотной защиты от веерных отключений (НЧ) в энергосетях.

**КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМ**

**[0002]** Описаны не предельные и не полные вариации изобретения, включая различные комбинации изобретения со ссылками на рисунки на которых:

**[0003] Рисунок 1** показывает упрощенную схему одного из вариантов распределительной энергосети, которая включает в себя интеллектуальные электронные устройства.

**[0004] Рисунок 2** показывает блок-схему одного из вариантов интеллектуального электронного устройства для защиты и контроля распределительной энергосети.

**[0005] Рисунок 3** показывает другую блок-схему одного из вариантов интеллектуального электронного устройства для защиты и контроля распределительной энергосети.

**[0006] Рисунок 4** иллюстрирует одно из исполнений метода для защиты и контроля распределительной электросети.

**[0007] Рисунок 5** иллюстрирует другое исполнение метода для защиты и контроля распределительной энергосети, который использует информацию об инерции при вращательном движении из системы.

**ДЕТАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ**

**[0008]** Варианты исполнения будут лучше всего описаны при соотношении с рисунками. Понимается, что компоненты предлагаемых исполнений, которые в общем, описаны и изображены на представленных рисунках, могут быть систематизированы и сконструированы в огромном множестве исполнений. Таким образом, приведенное подробное описание вариантов систем и методов изобретения, не намерено ограничить рамки изобретения, как оно заявлено, а только представляет возможные варианты исполнения изобретения. В дополнение, стадии и иерархия методов не должны быть выполнены в определенном порядке или даже последовательно, так же стадии и уровни системы не могут повторяться более одного раза, если не указано иное.

**[0009]** В некоторых случаях, общеизвестные свойства, устройства или операции не показаны или не описаны детально. Кроме того, описанные устройства и операции могут быть объединены любым наиболее подходящим образом в одно или более исполнений. Также будет легко понять, что компоненты исполнений, в общих чертах описанные и представленные на рисунках здесь, могут быть систематизированы и исполнены в широком диапазоне различных комбинаций. К примеру, везде, в данном описании, любая ссылка на «одно исполнение», «исполнение» или «конкретное исполнение» означает, что описано отдельное (особое) свойство, устройство или характеристика в связи с данным исполнением, включается как минимум в одно исполнение. Таким образом, цитированные фразы или их вариации, повторяемые на протяжении данного описания, не обязательно относятся ко всем исполнениям.

**[0010]** Некоторые аспекты описанных исполнений показаны как модули или компоненты программного обеспечения. Используемые здесь модули или компоненты программного обеспечения могут включать любой тип компьютерной инструкции или исполнительного компьютерного кода, расположенного внутри устройства памяти, который может работать в связке с соответствующим аппаратным обеспечением для выполнения запрограммированных инструкций. Модуль или компонент программного обеспечения может, к примеру, содержать один или более физических или логических блоков компьютерных инструкций, которые могут быть созданы в виде подпрограммы, программы, объекта, компонента, структуры с данными и т.д., которые выполняют одно или более заданий или снабжают абстрактными типами данных (АТД).

**[0011]** В определенных исполнениях особые программные модули или компоненты могут включать несопоставимые инструкции, хранимые в различных областях устройства памяти, которые вместе выполняют описанный функционал модуля. Более того, модуль или компонент может включать в себя единичную инструкцию или множество инструкций и может быть передан через несколько разных участков кода через различные программы и различные устройства памяти. Некоторые исполнения могут быть отлажены в распределённых компьютерных средах, где задания выполняются удаленными (дистанционными) устройствами обработки, соединенными через коммуникационную сеть. В распределённой компьютерной среде, модули и компоненты программного обеспечения могут быть распложены в локальных и/или удаленных устройствах хранения памяти. В дополнение, данные хранимые или воспроизводимые вместе в базе данных, могут постоянно находится в одном и тоже устройстве памяти или на нескольких устройствах памяти и могут быть соединены вместе на полях записи в базах данных по всей сети.

**[0012]** Исполнения могут быть выполнены как компьютерная программа, включающая в себя непереходный считываемый машинно носитель, на котором хранятся инструкции, которые могут быть использованы для программирования компьютера или другого электронного устройства с целью выполнения процесса, описываемого тут. Не временные машинно-считываемые носители могут быть, но это не полный список жесткими дисками, магнитными дискетами, оптическими дисками, CD-, DVD-приводами, магнитными или оптическими картами, флеш-памятью, твердотельными накопителями или другими типами машинно-считываемых носителей, подходящих для хранения электронных инструкций. В некоторых исполнениях, компьютер или другие электронные устройства могут включать устройства обработки такие как микропроцессор, микроконтроллер, логические схемы и им подобное. Устройство обработки может включать в дальнейшем одно или более устройств обработки для специальных целей, такие как проблемно-ориентированные микросхемы, программируемые вентильные матрицы или какой-либо другой программируемый или адаптируемый гаджет.

**[0013]**  Генераторы электрической мощности и распределительные системы конструируются для генерации, транспортировки и распределения электрической энергии потребителям. Системы генерации и распределительные сети могут включать в себя такие устройства как генераторы, электрические двигатели, силовые трансформаторы и электрические сети, разъединители и выключатели, шины, провода, регуляторы напряжения, конденсаторы и им подобное. Оборудование такого рода может быть контролируемо, наблюдаемо и автоматизировано и/или защищено используя ИЭУ, которые получают информацию об электрической системе от оборудования, создают решения, основанные на информации, и обеспечивают наблюдение, контроль, защиту и/или автоматизацию выходов на оборудование.

**[0014]** В некоторых исполнениях ИЭУ могут включать, к примеру, удаленные терминалы, дифференциальные реле, дистанционные реле, реле-фидеры, реле тока, дистанционно-управляемые реле, регуляторы напряжения, реле напряжения, модули памяти, коммуникационные процессоры, компьютерные платформы, ПЛК, модули ввода и вывода и им подобное Более того, в некоторых исполнениях ИЭУ могут быть соединены по протоколу коммуникации через сеть, которая включает, к примеру, мультиплексеры, роутеры, хабы, порты, файерволы и/или выключатели для облегчения (содействия) коммуникации сети, каждый из которых также может работать как ИЭУ. Сетевые и коммуникационные устройства также могут быть интегрированы в ИЭУ. Как описывается тут, ИЭУ могу единичное дискретное ИЭУ или систему множества ИЭУ, работающих вместе.

**[0015]** Генераторы электрической мощности и оборудование систем распределения может быть наблюдаемо и защищено от различных неисправностей и/или условий, используя одно или более ИЭУ. К примеру, ИЭУ может быть сконфигурировано для защиты оборудования системы электроснабжения от аномальных состояний, таких как производительность генерации электрической системы не может адекватно соответствовать нагрузке системы. При этих разбалансированных условиях системы, потери мощности или веерные отключения могут случиться, что негативно повлияет как на производителя электрической мощности, так и на потребителя. Совместно с вариантами, предлагаемыми здесь, ИЭУ может использовать технологии для минимизации условий возникновения веерного отключения при типичных его предвестниках, таких как низкочастотные режимы, сброс и наброс нагрузки, рассинхронизм генераторов, димминги и колебания напряжения.

**[0016]** Дисбаланс мощности в системам электроснабжения может быть сравнен с ростом или падением в частоте опорного напряжения электрической системы. Совместно с исполнениями, предлагаемыми здесь, когда достигается пороговое значение низкой частоты или высокой частоты, то потребитель может быть отключен (т.н. завешен) от электрической системы или генератора или другого компонента системы, производящего активную мощность. Таким образом, любой компонент системы может быть завешен для повторной балансировки системы. Отключением выборочных потребителей, отключением генераторов или любых других компонентов, производящих активную мощность и ребалансировкой системы, может быть смягчены негативные эффекты и последствия разбалансированной системы.

**[0017]** **Рисунок 1** иллюстрирует упрощенную схему генерации электрической мощности и системы распределения 100, которая включает ИЭУ 102-108 совместно с предложенным здесь исполнением. Хотя, она изображена как однофазная схема в целях упрощения, система генерации и доставки электрической мощности 100 может быть представлена и трехфазной энергосистемой. Более того, исполнения предлагаемые здесь, могут быть использованы любой энергетической системой и не ограничиваться какой-либо специфической системой 100, представленной на **рисунке 1**. Соответственно, исполнения могут быть внедрены, к примеру, на электростанцию, линию электропередачи, глубоководное судно, систему генерации и распределения и являться частью системы генерации или доставки электроэнергии.

**[0018]** Система генерации и распределения электроэнергии 100 может содержать генераторы, линии передачи и распределения и потребителей электроэнергии. К примеру, система 100 может иметь один или более генераторов 110-116, что в некоторых исполнениях, может управляться обслуживающим оператором для производства электрической энергии для системы 100. Генераторы 110 и 112 могут быть соединены в первую магистраль передачи 118 через повышающие трансформаторы 120 и 122, которые соответственно скомпонованы для повышения напряжения, передаваемого магистрали 118. Лини электропередачи 124 может быть соединена между первой магистралью передачи и второй магистралью передачи 126. Другой генератор 114 может быть связан со второй магистралью передачи 126 через повышающий трансформатор 128, который нужен для повышения напряжения, подаваемого на вторую магистраль передачи 126. Генераторы, используемые здесь, могут относиться к любому оборудованию, которое способно производить электрическую энергию и выдавать его в сеть. Ими могут быть, к примеру, синхронные или индукционные машины вращения или любое другое оборудование для производства электроэнергии с инвертором, который способен выдавать электроэнергию (гелиотехника, энергия ветра, батареи и т.д.).

**[0019]** Понижающий трансформатор 130 может быть соединен между магистралью передачи 126 и магистралью распределения 132, конфигурируемыми для понижения напряжения, передаваемого второй магистралью передачи 126 на уровнях передачи для более низких распределительных уровней на магистрали распределения 132. Один или более фидеров 134, 136 может извлекать мощность из магистрали распределения 132. Фидеры 134, 136 могут распределять электрическую энергию одному или более потребителям 138, 140. В некоторых исполнениях, электрическая энергия, доставляемая потребителям 138, 140, может быть в дальнейшем понижена от уровня распределения до уровней потребления через понижающие трансформаторы 142 и 144 соответственно.

**[0020]** Фидер 134 может передавать мощность от магистрали распределения 132 к участку распределения 146 (к примеру, нефтеперегонный завод, плавильная печь, завод производства бумаги и т.д.). Фидер 134 может быть связан с магистралью распределения 148. Участок распределения 146 может также включать распределенный генератор 116, предназначенный для обеспечения энергией, соответствующего уровня, магистраль распределения узла 148 через трансформатор 150. В не4которых исполнениях распределённый генератор 116 может быть турбиной, созданной для производства энергии от сжигания отходов, использования тепла отходов и т.д. Распределенный участок 146 может в дальнейшем включать одного или более потребителей 138. В некоторых исполнениях, мощность, передаваемая потребителям от магистрали распределения 148, может быть повышена или понижена до соответствующего уровня через трансформатор 142. В некоторых исполнениях участок распределения 146 может быть способным вырабатывать достаточно мощности независимо благодаря распределенному генератору 116, может использовать мощность от генераторов 110 – 114 или может использовать оба случая: распределённый генератор 116 и мощность от генераторов 110 – 114 для обеспечения электроэнергий потребителей.

**[0021]** ИЭУ 102 – 108 могут быть использованы для контроля, наблюдения, защиты и/или автоматизации энергосистемы 100. К примеру здесь, ИЭУ может означать любое микропроцессорное устройство, которое наблюдает, контролирует, автоматизирует и/или защищает наблюдаемое оборудование энергосети. ИЭУ может включать, к примеру, терминалы удаленного доступа, дифференциальные реле, дистанционные реле, направленные реле, реле тока, реле напряжения, автоматы защиты от токов КЗ, двигательные реле, вычислительные платформы, ПЛК, коммуникационные процессоры, модули ввода-вывода, драйвера управления двигателями и т.д. В некоторых исполнениях ИЭУ 102 – 108 могут собирать информацию о состоянии через одного или более потребителя, находящегося под наблюдением. Более того, ИЭУ 102 – 108 могут получать информацию о статусе наблюдаемых потребителей используя датчики, преобразователи, соленоиды и т.д. Хотя, **Рисунок 1** иллюстрирует отдельные ИЭУ, которые наблюдают за состоянием потребителей (к примеру, ИЭУ 104) и управляют выключателем (к примеру, ИЭУ 108), эти возможности могут быть объединены в единое ИЭУ.

**[0022]** **Рисунок 1** показывает различные ИЭУ 102 – 108, выполняющих различные функции для демонстрационных целей и не подразумевает какие-либо специфические компоновки или функции, требуемые от конкретного ИЭУ. В некоторых исполнениях ИЭУ 102 – 108 могут быть настроены для сбора и передачи информации, такой как напряжение, ток, статус оборудования, температура, частота, плотность, давление, инфракрасное излучение, информация и радиочастотах, парциальное давление, вязкость, скорость, скорость вращения, масса, статус включения, позицию вентиля, статус задающего генератора, условия магнитного потока, статус разъединителя цепи и т.д. Более того, ИЭУ 102 – 108 могут быть настроены для передачи результатов вычислений, таких как комплексные амплитуды (которые могут быть или нет быть синхронизированы как синхронные комплексные амплитуды), результаты, расстояние до мест аварий, дифференциалы, импеданс, реактивные сопротивления, частоты и т.д. ИЭУ 102 – 108 могут также передавать информацию о настройках, информацию об идентификации ИЭУ, коммуникационную служебную информацию, информацию идентификации ИЭУ, результаты промежуточных вычислений, информацию об авариях и т.д. Информация о типах данных, перечисленная вверху, или, обобщенно, информация о статусе наблюдаемого оборудования, может быть в общем описана здесь как данные системного мониторинга.

**[0023]** В некоторых исполнениях ИЭУ 102 – 108 могут выдавать инструкции по управлению оборудованием, которое находится под наблюдением для того, что бы контролировать различные аспекты, относящиеся к наблюдаемому оборудованию. К примеру, ИЭУ (к примеру ИЭУ 106) может контактировать с разъединителем (к примеру разъединитель 152) и может иметь способность отправлять инструкции для открытия и закрытия разъединителя, таким образом, подключая или отключаю участок системы электроснабжения. В другом примере ИЭУ может контактировать с автоматом поворотного выключения и иметь возможность контролем операций выключения. Еще в одном примере ИЭУ может контактировать с регулятором напряжения и иметь возможность управлять регулятором для повышения или понижения напряжения. В следующем примере ИЭУ может иметь связь с обмоткой возбуждения синхронного генератора для подъема или снижения тока возбуждения, напряжения и/или условий потока. В другом примере ИЭУ может быть связано с регулятором скорости генератора или другим электронным устройством для модификации положения топливных клапанов, воздушных заслонок, конденсационных или расширительных клапанов, редукционных клапанов, скорости компрессора, гидроуправляемых клапанов… Информация о типах, описанных выше, или в общем, информация об управляющих инструкциях ИЭУ, которые поступают на устройства для выполнения определенных действий, может быть обобщенно названа инструкциями контроля.

**[0024]** Узел распределения может включать ИЭУ 108 для наблюдения, контроля и защиты оборудования узла распределения 146 (к примеру, генератора 116, трансформатора 142 и т.д.). ИЭУ 108 может получать данные о состоянии системы, включая токовые сигналы через трансформатор тока (ТТ) 154 и данные о напряжении через трансформатор напряжения (ТН) 156 из одного или более мест (к примеру, линия 158) в узле распределения 146. ИЭУ 108 может быть связано с выключателем 160, сцепленным между фидером 134 и магистралью распределенного узла 148. В некоторых исполнениях ИЭУ 108 может быть настроено для выдачи сигнала на выключатель 160 для отключения магистрали распределённого узла 148 от магистрали распределения 132, основываясь на данных наблюдения системы, получаемых через ТТ 154 и ТН 156.

**[0025]** Фидер 136 может быть контактно связан с ИЭУ 106, настроенным для контроля выключателя 152 между потребителями 140 и магистралью распределения 132, основываясь на данных наблюдения за системой. В некоторых исполнениях, мощность, подаваемая на потребителя 140 от магистрали распределения 132 может быть повышена или понижена до необходимого уровня через трансформатор 144. Как и ИЭУ 108 в узле распределения 146, данные наблюдения за системой могут быть получены с ИЭУ 106, используя ТТ и ТН (не показаны).

**[0026]** Другие ИЭУ (к примеру, ИЭУ 104) может быть настроен для наблюдения, контроля и/или защиты систем генерации и распределения электрической энергии 100. К примеру ИЭУ 104 может обеспечивать защиту генератора и трансформатора для повышающего трансформатора 120 и генератора 110. В некоторых исполнениях ИЭУ 104 – 108 могут быть связаны с другими ИЭУ 102, которое может быть центральным контроллером, программируемым логическим контроллером (ПЛК), синхрофазовым векторным процессором, автоматическим контроллером, контроллером реального времени, SCADA-системой и т.д. К примеру, в некоторых исполнениях, ИЭУ 102 может быть синхрофазовым векторным процессором, как описано в **патенте США №2009/0088990**, который упомянут здесь в качестве ссылки. В других исполнениях ИЭУ 102 может быть контроллером, реального времени, таким как описанный в патенте **США №2009/0254655**, который упомянут здесь в качестве ссылки. ИЭУ 102 может также быть ПЛК или любым сходным устройством, имеющим функции получения сигналов от других ИЭУ и их обработки. В некоторых исполнениях ИЭУ 104 – 108 могут общаться с ИЭУ 102 напрямую или через коммуникационный интерфейс (к примеру, интерфейс 162).

**[0027]** Центральное ИЭУ 102 может общаться с другими ИЭУ 104 – 108 для обеспечения контроля и мониторинга остальных ИЭУ 104 – 108 и системы генерации и распределения электрической энергии в целом. В некоторых исполнениях ИЭУ 104 – 108 могут быть настроены для генерации данных мониторинга системы в форме синхронизированных во времени комплексных амплитуд (векторов) т.н. синхровекторов, состоящих из замеряемых токов и/или напряжений. ИЭУ 104 – 108 могут вычислять синхровектора используя множество методов, включая, к примеру, метод, описанный в **патенте США № 6,662.124, Патенте США № 6,845,333 и патенте США № 7,480,580,** которые упомянуты здесь в качестве ссылок. В некоторых исполнениях измерения синхровекторов могут выполняться по протоколу IEC С37.118. в некоторых исполнениях ИЭУ 102 – 108 могут получать двухдольные временные сигналы для синхронизации собранных данных (к примеру, применяя временные отметки). Таким образом, ИЭУ 102 – 108 могут получать общие временные сигналы от первичных генераторов частоты 164 – 170 соответственно. В некоторых исполнениях, двухдольные сигналы могут быть обеспечены, использую спутники ГЛОНАСС или GPS (к примеру, IRIG), двухдольные радиосигналы, такие как WWV или WWVB, сигналы сетевого времени, такие как IEEE 1588 и им подобные.

**[0028]** Совместно с исполнениями, описанными здесь, ИЭУ 102 – 108 могут быть настроены для определения рабочих частот системы энергоснабжения по данным системы наблюдения. Рабочие частоты системы энергоснабжения могут быть определены используя многие известные методы, включая, к примеру, измерения времени между переходом через нуль напряжения и/или тока, измерения положительно частотных амплитудных колебаний, измерение времени между периодами пиков напряжения и/или тока и/или им подобных. ИЭУ 102 – 108 могут быть в дальнейшем настроены для индикации событий, когда рабочая частота падает ниже предопределенного уровня. В некоторых исполнениях ИЭУ могут иметь определённое количество различных уровней низких частот (НЧ) и могут сообщать, когда рабочая частота падает ниже одного из НЧ уровней.

**[0029]** **Рисунок 2** показывает блок-схему ИЭУ 200 для защиты и контроля системы энергоснабжения (к примеру, системы 100, показанной на **рисунке 1**). ИЭУ 200 может общаться с одним или более ИЭУ 222, настроенным для обеспечения корректного указания режимов НЧ (к примеру, когда рабочие частоты системы падают ниже одного или более НЧ уровней) для ИЭУ 200. В некоторых исполнениях ИЭУ 222 может получать данные мониторинга системы и, основываясь на этих данных, обеспечивать индикация событий, к примеру, когда измеренные рабочие частоты падают ниже одного или более НЧ уровней для ИЭУ 200.

**[0030]** В некоторых исполнениях ИЭУ 222 могут быть запрограммированы с предопределенным заданным значением НЧ (к примеру, уровнем) и сконфигурированы для обеспечения индикации, синхронизированной во времени НЧ событий (к примеру, когда одно или более из заданных значений пересекаются) к ИЭУ 200. Более того, в определённых исполнениях ИЭУ 222 может указывать на нарушение заданного значения НЧ (к примеру, уровня), временную индикацию НЧ события, уровень потребленной электроэнергии приемником, связанны с ИЭУ и/или данные синхровектора, который может включать угол нагрузки.

**[0031]** Основываясь на индикациях НЧ событий, получаемых от ИЭУ 222, ИЭУ 200 может определять показывают ли определенные потребители превышение НЧ режима и могут ли быть эти потребители отключены (к примеру, затенены) для ограничения и/или устранения НЧ режима и возмущений системы. Эта функциональность может быть достигнута, используя один или более функциональных модулей 202-220, окружающих ИЭУ 200.К примеру, приоритетность НЧ режимов (нарушение установленных значений НЧ временная приоритетность НЧ режимов, мощность, потребляемая приемниками, связанными с ИЭУ 222 и/или данные синхровекторов), определяемая ИЭУ 22 может быть использована модулем для вычисления уровня НЧ, включенного в ИЭУ 200. В некоторых исполнениях модуль вычисления 208 может быть настроен для упорядочения НЧ режимов и информации, связанной с ними, основываясь временных отметках, выдавая указания, когда НЧ события были получены, связанными с ними ИЭУ 222 (к примеру, НЧ режимы могут быть упорядочены в зависимости от времени своего возникновения). Информация от модуля вычисления уровней массива НЧ 208, включая одно или более упорядоченных НЧ событий, может быть обеспечена только совпадающим модулем вычисления НЧ событий 206. Модуль вычисления уровней НЧ 206 может быть скомпонован для определения было ли одно или более НЧ событий, упорядоченных модулем калькуляции уровней НЧ 208, ассоциировано с большим НЧ событием системы, основываясь на временных отметках, связанных с одним или более НЧ событий. К примеру, модуль калькуляции НЧ уровней 206 может определить, что отдельный набор НЧ событий, скомпонованный модулем калькуляции массивов НЧ уровней 208, связан с более крупным системным НЧ событием, основываясь на их происхождении с частным периодом времени (к примеру, 10 мс). Основываясь на случаемости НЧ событий за определенный промежуток времени, модуль калькуляции массивов уровней НЧ 208 может определить, что нагрузки, связанные с НЧ событиями связаны с НЧ событиями силовой подсети, и передает эту информацию модулю калькуляции уменьшения нагрузки 204.

**[0032]** ЭИУ 200 может также включать модуль параметров, настраиваемых пользователем 202, который в некоторых исполнениях включает параметры определяемые количество источников (уровень мощности), который должен быть отключен для определенного НЧ уровня. В некоторых исполнениях количество нагрузки, которая должна быть отключена может быть в форме значения мощности/частоты (к примеру, МВт/Гц). Информация, соответствующая количеству отключаемой нагрузки для определенного уровня НЧ может быть обеспечена модулем расчета уменьшения нагрузки 204. Модуль расчета уменьшения нагрузки 204 может так же оперировать информацией, относительно НЧ событий, выдаваемых модулем расчета массива режимов НЧ 208 и модулем расчета уровней режимов НЧ 206, включая временные указания НЧ режимов и указании нарушения заданных значений НЧ режимов. Основываясь на информации, получаемой модулем расчета сниженной нагрузки 204, модуль расчета сниженной нагрузки 204 может определить количество нагрузки, которое должно быть отключено (к примеру, количество мощности, отключаемое от системы в МВт), основываясь на параметрах, заданных пользователем и остальных, полученных о НЧ событиях.

**[0033]** ИЭУ 222 может быть в дальнейшем сконфигурировано для мониторинга количества потребляемой потребителями мощности, с которыми оно связано. Информация, касаемо мощности, потребленной источниками, связанными с ИЭУ 222 может быть получена в единицах мощности (к примеру, МВт) или других связанных параметрах как ток. К примеру, ссылаясь на **рисунок 1**, ИЭУ 106 может быть внедрено для мониторинга за потерями мощности потребителя 140 и ИЭУ 108 может быть подключено для индикации за присутствующей мощностью, потребляемой распределенным узлом 146.

**[0034]** Совместимая с некоторыми исполнениями информация, касаемо количества потребленной мощности приемниками может быть выдана модулем расчета массива мощности 212, включенным в ИЭУ 200. В некоторых исполнениях модуль расчета массива ИБП 212 может рассчитать величину потребления мощности для каждого потребителя (к примеру, используя параметры, связанные с потреблением такие как ток). Более того, модуль расчета массива ИБП 212 может сортировать и/или специфическими источниками, основываясь на их совместном потреблении мощности.

**[0035]** модуль параметров, задаваемых пользователем 202 может включать такой параметр, как указатель приоритетности для потребителей, связанных с ИЭУ 222. К примеру, идентификация приоритетности может включать очередь приоритетности, которая показывает, какие нагрузки следует отключить от сети в случае НЧ режима. Соответственно, указания приоритетности может указывать на определенных потребителей (к примеру, больницы), которые должны остаться подключенными к системе в режиме НЧ.

**[0036]** Информация, выдаваемая модулем калькуляции массива ИБП 212 может быть доставлена модулю отключения потребителей 210, включенному в ИЭУ 200 вместе с указаниями приоритетности, выдаваемым модулем пользовательских настроек 202. Модуль селективного отключения нагрузки 210 может в дальнейшем получать информацию, относительно количества нагрузки, необходимой для отключения от модуля вычисления снижаемой нагрузки 204. Основываясь на полученной информации (к примеру, количестве нагрузки, которую надо отключить, приоритетности пользователей и количестве электроэнергии, потребляемой потребителями) модуль селективного отключения потребителей 210 может определить, какие потребители следует отключить для снижения эффекта от обнаруженного сопоставлять количество мощности, которое необходимо отключить с количеством мощности, которое используется каждым потребителем, основываясь на информации приоритетности и выносить конечный результат на отключение необходимого потребителя.

**[0037]** В некоторых исполнениях ИЭУ 200 может включать модуль отключения потребителя 214, созданный для получения указаний модуля селективного отключения потребителей 210 о том, какие потребители должны быть отключены и выдавать контрольный сигнал на ИЭУ 222, связанный с потребителями, которые должны быть затенены директивно ИЭУ 222 (к примеру, отключены) из системы. К примеру, ссылаясь на **Рисунок 1**, модуль селективного отключения потребителей 210 может определять, что пользователь 140 должен быть изолирован, а модуль контроля изоляции потребителей 214 может указать ИЭУ 106, связанному с потребителем 140, разъединить выключатель 152, таким образом отключая потребителя из системы 100.

**[0038]** Информация, относительно силовых подсетей внутри сети с большей топологией системы электроснабжения также может быть использована ИЭУ 200 для расчета того, какие нагрузки должны быть изолированы в условиях НЧ режима. В этом контексте, ИЭУ 22 может обеспечить информация об угле нагрузки (к примеру, информация от синхровекторов) для модуля вычисления массива фазового угла 220, входящего в состав ИЭУ 200. В системе генерации и распределения электрической энергии оборудование (к примеру потребители), связанные с определенной энергетической подсетью более крупной сети генерации или распределения электрической энергии, могут испытывать схожую интенсивность затухания частоты, когда в системе происходит НЧ режим. В тоже время, оборудование, связанное с различными силовыми подсетями может испытывать различные интенсивности затухания частот, когда в системе случается режим НЧ.

**[0039]** К примеру, в системе, имеющем в своем составе две подсети, входящей в состав распределительной электросети с большей топологией, вероятность того, что обе подсети испытают одинаковую интенсивность затухания частоты при НЧ режиме, очень малы. При определенных условиях, частота в одной подсети может увеличиться в то время как частота в другой подсети может снизиться. Более того, даже при условиях, где обе подсети демонстрируют затухание частоты, частотные затухания с большей вероятностью достигнут порога уровня НЧ режима в разное время.. Основываясь на вышесказанном, анализируя интенсивность и время упадка потребителя в системе, ИЭУ 200 может определить, какие потребители связаны с отдельной подсетью. К примеру, если определенные потребители демонстрируют одинаковые интенсивности упадка частоты, происходящие в одинаковое время (к примеру, за 2 мс за период), ИЭУ 200 может определить, что потребители связаны с определенной энергетической подсетью. В некоторых исполнениях ИЭУ 200 и связанные с ним модули 202 – 220 могут определять, какие пользователи связаны с определенной подсетью, используя методы, описанные **патенте США № 2009/0089608**, который упомянут здесь в качестве ссылки.

**[0040]** Для того, чтобы уполномочить ИЭУ 200 для определения того, какие нагрузки связаны с определенной энергетической подсетью, ИЭУ 222 может предавать синхронизированные по времени фазовые измерения нагрузки на ИЭУ 200, используя, к примеру, протокол IEC C38.118. Углы нагрузки, измеренные ИЭУ 222 могут быть переданы в модуль вычисления массива фазового угла 220, который в некоторых исполнениях может хранить такую информацию. Модуль вычисления массива фазового угла 220 может передавать измеренные данные по углам нагрузки в модуль регистрации подсетей 218. Основываясь на измеренных углах нагрузок, модуль регистрации подсетей 218 может принять решение связаны ли нагрузки от ИЭУ 222 с определёнными подсетями.

**[0041]** Информация, касаемо того, какие потребители связаны с определёнными подсетями, может быть передана в подсеть и модуль выбора нагрузок по приоритетности 216. Подсеть и модуль выбора нагрузок по приоритетности 216 могут также получать параметры, которые включают указания приоритетности для потребителей, связанных с ИЭУ 22 от модуля параметров, задаваемых пользователем 202. Дополнительно, подсеть и модуль выбора потребителя по приоритетности 216 могут получать указания о количестве пользователей, которые должны быть изолированы от вычислительного модуля уменьшения нагрузки 204.

**[0042]** Основываясь на информации, согласно которой пользователи связаны с определёнными подсетями, информация о приоритетности пользователей и/или количестве мощности, которое должно быть изолировано, подсети и модуль выбора приоритетности потребителя 216 могут определить, каких потребителей следует изолировать в системе для уменьшения эффекта от НЧ режима. Эта информация может быть обеспечена подсетью и модулем выбора приоритетности потребителя 216 в модуль контроля изоляции потребителей 214. Модуль контроля изоляции потребителей 214 может использовать информацию в связке с информацией от модуля выбора изолируемого пользователя 210 для определения, каких пользователей надо изолировать и указывает соответствующему ИЭУ 222 для изоляции пользователя из системы.

**[0043]** В некоторых исполнениях модули 202 – 220, включенные в ИЭУ 200 могут быть выполнены в программируемой ИЭУ системе. К примеру, функциональность ИЭУ 200 может быть достигнута используя процесс синхрофазового вектора (**к примеру, SEL-3378, доступный из инженерной лаборатории Швайтцера**) или контроллер реального времени (**к примеру, SEL-3530, доступный в инженерной лаборатории Швайтцера**).

**[0044]** **Рисунок 3** показывает другую блок-схему ИЭУ 300 для защиты и контроля системы электроснабжения. Как показано, ИЭУ 300 может включать процессор 302, оперативную память (ОП) 304, интерфейс коммуникации 306, пользовательский интерфейс 308 и долговременный модуль памяти, считываемый компьютером 310. Процессор 302, ОП 304, интерфейс коммуникации 306, пользовательский интерфейс 308 и долговременный компьютерный модуль памяти 310 могут быть контактно связаны друг с другом через шину данных 312. В некоторых исполнениях, различные компоненты ИЭУ 300 могут быть исполнены используя аппаратное обеспечение, программное обеспечение, микропрограммы и/или их комбинации.

**[0045]** пользовательский интерфейс 308 может быть использован пользователем для входа в меню пользовательских таких как, к примеру, количество пользователей, которые могут быть отключены для каждого режима, информация о приоритетности пользователей и т.д. (к примеру, параметры, включенные в модуль пользовательских настроек 202 на **Рисунке 2**). Пользовательский интерфейс 308 может быть интегрирован в ИЭУ 300 или, альтернативно, может быть пользовательским интерфейсом для ноутбука или другого сходного устройства, коммуникационно связанного с ИЭУ 300. Интерфейс коммуникации 306 может представлять из себя любой интерфейс, способный общаться с ИЭУ и/или другим оборудованием электрической системы, коммуникативно связанным с ИЭУ 300. К примеру, коммуникационный интерфейс, может быть сетевым интерфейсом, способным получать от других ИЭУ через протокол такой как IEC 61850 или ему подобные. В некоторых исполнениях, коммуникационный интерфейс 306 может включать в себя оптоволоконный или электрический интерфейс коммуникации для коммутации с другими ИЭУ.

**[0046]** Процессор 302 может включать в себя один или более общецелевых процессоров, процессоров специфического применения, микроконтроллеров, процессоров цифровых сигналов или любой другой настраиваемый и ли программируемый процессор (устройство). Процессор 302 может быть настроен для выполнения компьютерно-считываемых инструкций, хранящихся на диске 310. В некоторых исполнениях компьютерно-считываемые инструкции могут быть компьютерно-исполняемыми функциональными модулями, созданными для выполнения определенных задач и методик, описанных здесь, когда работает процессор. К примеру, компьютерно-считываемые инструкции могут включать модуль изоляции потребителей при НЧ режимах 314, настроенный для выполнения процессором операций по изоляции потребителей при НЧ режимах и модуль временного (граничного) выравнивания 316, который использует граничные (вреемнные) и координатные различные передачи (сообщения) к и от ИЭУ, соединенные с ИЭУ как описано в ссылке на **рисунок 2** Компьютерно-считываемые инструкции могут также включать любой функциональный модуль, описанный в ссылках на **рисунок 2** для осуществления функциональности ИЭУ 300, описываемого здесь.

**[0047]** Рисунок 4 описывает одно из исполнений метода 400 для защиты и контроля системы энергоснабжения. В 402, центральное ИЭУ может получать информацию о системе с удаленных ИЭУ, каждый из которых связан с потребителем. В некоторых исполнениях системная информация может включать в себя информацию, относящуюся к рабочим частотам потребителей, потреблению мощности потребителями, информации синхровекторов, указаниям, что рабочие частоты потребителей достигли предопределённого уровня и т.д. Основываясь на системной информации, в 404 центральное ИЭУ может определять, какой потребитель, испытывающий НЧ режим, относится к какой подсистеме системы электроснабжения. В некоторых исполнениях, определение, какие потребители связаны с определенны подсетями энергосети, основывается на скорости затухания и/или пределе затухания рабочих частот потребителя. На шаге 406 центральное ИЭУ может определять стоит ли отсоединять одного или более потребителей, связанных с подсетью энергосистемы для смягчения НЧ режима, посылая сигнал на ИЭУ, связанные с одним или более потребителем, указывая им на отключение потребителей. Как описано выше, в некоторых исполнениях, решение об отсоединение потребителя из системы может быть основано на приоритетности потребителя.

**[0048]** В некоторых воплощениях исполнений, описываемых здесь, каждый потребитель в системе может сопряженное ИЭУ, которые могут быть схожими или одинаковыми. ИЭУ, связанные с потребителями могут быть настроены для наблюдения угол нагрузки вала ротора, рабочие частоты, степень изменения рабочих частот системы и/или потребления мощности потребителем. Каждый генератор в системе также может иметь сопряженное ИЭУ, которое может быть настроено для наблюдения за углом поворота вала, рабочей частоты, степени изменения рабочей частоты и потребления генератором мощности.

**[0049]** Совместно с исполнениями, описанными здесь, информация о потребителях, требующих изоляции, может быть обнаружена временной корреляцией частотных отклонений в массиве информации о рабочих частотах, получаемых с ИЭУ, связанных с генератором и/или потребителями. Частотные отклонения могут быть получены сравнением информации о рабочих частотах системы с одним или более порога НЧ режима и/или ВЧ режима. В некоторых исполнениях эти пороговые значения могут быть одинаковые для ИЭУ, связанных как с генераторами, так и потребителями.

**[0050]** **Рисунок 5** показывает другое воплощение метода 5010 для защиты и контроля системы энергоснабжения, которая использует информацию об инерции вращения из системы. Особенно, продемонстрированный метод 500 может быть использован для определения количества приемников и/или генераторов мощности, которых надо изолировать для смягчения НЧ или ВЧ режимов. Информация об инерции вращения может быть выражена в единицах кг·м2 или любых других подходящих условных единицах, включая секунды и вольтаж в мА. В некоторых исполнениях, информация об инерции вращения для одного или более потребителей системы может быть введена пользователем в одно или более связанных ИЭУ. Схожу, информация об инерции вращения для одного или более генераторов системы может быть введена пользователем в одно или более связанных ИЭУ.

**[0051]** В 502 общая инерция спина связана с одним или более диагностируемым цехом (к примеру, определенная подсеть системы энергоснабжения выполнена, используя варианты, описанные здесь) может быть рассчитана. Общая инерция спина диагностированного диагностируемого цеха может быть обозначена как «Н». В некоторых исполнениях, общая инерция спина диагностируемого цеха может быть вычислена суммированием вместе информации об инерции вращения для потребителей и/или генераторов, связанных с наблюдаемым цехом.

**[0052]**  В 504 решение может быть принято в зависимости от того, ниже или выше порогового значения частотные отклонения выбранных цехов. Если отклонения частоты ниже установленного порогового значения (к примеру, при НЧ режиме), в 506 количество дополнительной потребляемой механической мощности, требуемое генераторам, связанным с цехом, может быть предсказано согласно формуле, использующей рабочую частоту, степень изменения рабочей частоты и общую инерцию спина наблюдаемого цеха (к примеру, «Н»). В некоторых исполнениях дополнительная механическая мощность может быть обозначена как «Расс» и может быть измерена в ваттах. Количество потребителей, которых необходимо изолировать в контролируемом цехе, может быть вычислено на основе прогнозируемого дополнительного потребления механической мощности, списке приоритетности потребителей и измеренном потреблении мощности каждого потребителя в контролируемом цехе. В исполнениях, где системные генераторы обладают быстрой системой контроля генерируемой мощности (к примеру, генераторы с контролем пусковой мощности), вместо изоляции (отключения) потребителей, дополнительная механическая мощность, требуемая Расс периодом может быть дополнена кратковременным увеличением нагрузки на генератор (кратковременным увеличением генерируемой мощности). К примеру, генераторы, основанные на силовой электронике, такие как фотогальванические, аккумуляторы или другие схожие генераторы с силовыми инверторами могут использовать такой наброс нагрузки для быстрого увеличения выходной мощности генератора.

**[0053]** В частотных колебаниях, которые выше установленных пороговых значений (к примеру, ВЧ режимы) в 508, количество уменьшаемой механической мощности, требуемой от генераторов, связанных с цехами, может быть спрогнозировано согласно формуле, использующей рабочую частоту, степень изменения рабочей частоты и общую инерцию спина контролируемого цеха (к примеру, «Н»). В определенных исполнениях, количество механической энергии для уменьшения может быть измерено в Ваттах. Количество мощности генераторов, которое надо отключить в контролируемых цехах, может быть рассчитано, основываясь на предсказанном количестве уменьшаемой механической мощности, списке приоритетности генераторов и измеренной величине вырабатываемой1 мощности каждым генератором в контролируемом цехе. В исполнениях, где система генераторов включает быстрый контроль (наброс) мощности (к примеру, генераторы с контролем пусковой мощности), мощность генератора в Ваттах, которую надо уменьшить, может вместо этого быть достигнута переводом генератора в двигательный режим вместо его отключения от сети разъединителем.

**[0054]** Некоторые исполнения систем и методов, описанных здесь могут быть реализованы, используя различные приемлемые подходы. К примеру, в некоторых исполнениях могут быть использованы методы, использующие синхронизированные во времени векторы (синхровекторы). Информация об углах ротора двигателя и величинах потребления мощности генераторов и/или потребителей в контролируемых цехах может передаваться от удаленных ИЭУ, связанных с генераторам и/или потребителями к одному или более централизованному ИЭУ, выступающему в роли центрального контроллера. Используя эту информацию, одно или более централизованное ИЭУ может выполнять описанные методы для определения какие потребители и/или генераторы должны получить сигналы на переключение и/или перевод в противоположный режим или сигнал о поломке.

**[0055]** В некоторых исполнениях, определение количества изолируемой нагрузки, которая может быть выражена в единицах Расс, может быть рассчитано по следующей формуле:

Jсистемы=Jгенератор\_1+ Jгенератор\_2+… Jгенератор\_n+ Jнагрузка\_1+ Jнагрузка\_2+… Jнагрузка\_n (1)

(2)

Расс=2РсистемаfR0C0F (3)

Где Jсистемы – это инерция вращения системы, Jгенератор\_n – это инерция вращения определенного генератора, включенного в систему, Jнагрузка\_n – это инерция вращения определенного потребителя, включенного в систему, Нсистема – это общая инерция спина системы, Расс - это количество дополнительно вносимой механической мощности или количество потребителей, необходимых отключить, f – это рабочая частота, а R0C0F – это степень изменения рабочей частоты.

**[0056]** В некоторых исполнениях одно или более централизованное ИЭУ может быть SEL-1102 контроллером (доступен в инженерной лаборатории Швайтцера), который общается с одним или более удаленных ИЭУ, таких как реле SEL-751 (доступен в инженерной лаборатории Швайтцера) через один или более каналов (к примеру, один или более С37.118 каналов). К примеру, описанная система может включать три генератора и 12 отключаемых потребителей. Пять реле SEL-751 могут быть связаны с тремя генераторами, Н каждого из которых составляет 4 секунды и Номинальная мощность 100 МВА. Десять SEL-751 могут быть связаны с двенадцатью отключаемыми потребителями, каждый из которых имеет Н=0,5 секунды и номинальную мощность 30 МВА. Каждый из генераторов может произвести 100 МВт и каждый потребитель может потребить 25 МВт.

**[0057]** НЧ режим, с частотой 59 Гц и R0C0F=2 Гц/сек может случиться с двумя генераторами и восемью потребителями не позднее, чем через 6 миллисекунд друг за другом. Используя уравнения 1 – 3, может быть найдено решение для предотвращения условий веерного отключения, вызванного НЧ режимом. К примеру, основываясь на параметрах описанной выше системы, Jгенератор для каждого генератора составляет 800кг·м2, Jнагрузка для каждого потребителя цеха, который находится в аварийном режиме составляет 30 кг·м2, Jсистема цеха, который находится в аварийном режиме 1840 кг·м2, Нсистема цеха составляет 9,2 секунды и Расс дефицита мощности равен 60 МВт. Трое из 25 МВт потребителей могут быть выбраны для отключения (т.е. 75 МВт в общей сумме), обеспечивая то, что цех не испытает веерного отключения.

**[0058]** Используя выражения 1 – 3, также может быть принято решения для предотвращения веерного отключения в случае ВЧ режима. К примеру, основываясь на параметрах системы, описанных выше Jсистема цеха, который находится в аварийном ВЧ режиме 2460 кг·м2, Нсистема цеха при аварийном ВЧ режиме составляет 12,3 секунды и Расс дефицит мощности 187 МВт. Для недопущения протекания веерного отключения, один из 100 МВт генераторов должен быть отключен, в то время как второй может понизить выходную мощность на своих валах до 87 МВт на выходном валу, что будет равняться 187 МВт избыточной мощности.

**[0059]** Некоторые исполнения систем и методов, описанных здесь, могут также использовать бинарный метод для предотвращения веерного отключения. К примеру, в некоторых исполнениях, один или более удаленных ИЭУ, связанных с потребителями и/или генераторами в системе может хранить рабочие частоты и один или более пороговых значений R0C0F. Одно или более удаленных ИЭУ может генерировать квантованные и/или бинарные обозначения рабочих частот и R0C0F-основанные для сравнения с одним или более R0C0F пороговых значений и передавать эту информацию в одно или более централизованное ИЭУ, выполняющих функцию центрального контроллера. Один или более удаленных ИЭУ могут в дальнейшем передавать информацию о потребляемой и генерируемой мощности от сопряженных потребителей и/или генераторов. Основываясь на информации, полученной от одного или более удаленных ИЭУ, один или более централизованных ИЭУ может определить предполагаемые Н и Расс для системы, используя, как минимум частично, уравнения 1-3. Используя предполагаемые Н и Расс, один или более централизованных ИЭУ может определить какой потребитель и/или генератор системы должен получить сигнал на отключение и/или снижение.

**[0060]** Обзорная система реализовывает исполнения, описываемые здесь и может содержать один или более централизованных ИЭУ, которые могут быть контроллером SEL-1102 (разработка Швайтцерской технической лаборатории), сообщающимися с одним или более удаленных ИЭУ такие как реле SEL-751 (разработка технической лаборатории Швайтцера) через один или более бинарных каналов (к примеру, один или более MirroredBits®). К примеру, иллюстративная система может включать три генератора и двенадцать отключаемых нагрузок. Пять реле SEL-751 могут быть связаны с тремя генераторами, каждый из которых имеет Н=4 секунды и номинальное напряжение 100 МВА. Десять SEL-751 могут быть связаны с двенадцатью отключаемыми нагрузками, каждая из которых имеет Н=0,5 секунды и номинальное напряжение 30 МВА. Каждый из генераторов может производить 100 МВт, а каждый потребитель может потреблять 25 МВт.

**[0061]** НЧ режим с уровнем частоты в 59 Гц и R0C0F<5 Гц/сек, может произойти с двумя генераторами и восемью потребителями в течение 6 мс один за другим. Используя уравнения 1-3, может быть определено решение для предотвращения условий возникновения веерного отключения, вызванного НЧ режимом. К примеру, основываясь на описанные выше параметры иллюстративной системы и бинарное представление системной информации, Jгенератор для каждого генератора составит 800 кг·м2, Jнагрузка для каждого потребителя составит 30 кг·м2, Jсистема цеха, находящегося в аварийном режиме составит 1840 кг·м2, Нсистема цеха составит 9,2 секунды и Расс дефицит мощности может быть рассчитан в 75 МВт. Три потребителя по 25 МВт каждый могут быть выбраны для отключения (таким образом в сумме 75 МВт), обеспечивая то, что в цехе не произойдет веерное отключение.

**[0062]** Используя уравнения 1-3, может быть найдено решение для предотвращения условий возникновения веерного отключения, вызванного ВЧ режимом в упомянутой выше системе. К примеру, ВЧ авария в 61 Гц и R0C0F<5 Гц/сек, может произойти с двумя генераторами и восемью потребителями в течение 3,5 мс один за другим. К примеру, основываясь на описанные выше параметры иллюстративной системы Jсистема цеха, находящегося в аварийном режиме составит 2460 кг·м2, Нсистема цеха составит 12,3 секунды и Расс избыток мощности может быть рассчитан в 104 МВт. Для обеспечения недопустимости веерного отключения, один из 100 МВт генераторов может быть отключен, а мощность на валу второго понижена до 96 МВт, что будет равняться 104 МВт избыточной мощности.

**[0063]** Квантование или бинарное представление рабочих частот и/или R0C0F может привести к некоторым ошибкам, связанными с бинарным упрощением. К примеру, в рассмотренном выше примере ВЧ режима, бинарное упрощение может внести 83 МВт ошибку в расчет Расс избыточной мощности. Цех может выдержать это (т.е. не испытать веерное отключение) если генератор сможет полностью покрыть 83 МВт ошибку, полученную в процессе упрощения. Если же генератор не сможет в полной мере покрыть ошибку, ВЧ дисбаланс в цехе усилится до следующего порогового значения ВЧ. В описанном выше примере, если генератор не сможет полностью покрыть 83 МВт, то ВЧ дисбаланс дойдет до следующего значения в 62 Гц и R0C0F<5 Гц. Опираясь на описанные выше параметры иллюстративной системы Jсистема цеха, находящегося в аварийном режиме составит 1660 кг·м2, Нсистема цеха составит 8,3 секунды и Расс избыток мощности может быть рассчитан в 71 МВт. Для обеспечения работоспособности цеха и недопущения веерного отключения, мощность на валу генератора может быть понижена до 71 МВт, устраняя ошибку, полученную из-за бинарного упрощения до 12 МВт, таким образом, предотвращая веерное отключение.

**[0064]** В некоторых исполнениях композиционный фактор нагрузки каждого отключаемого потребителя может быть введен в один или более удаленных ИЭУ, связанных с потребителями системы и/или в один или более централизованных ИЭУ. Эта информация может быть накоплена от потребителей, связанных с наблюдаемым цехом для определения общего композиционного фактора нагрузки цеха. Коэффициент компенсации нагрузки может быть введен, основываясь на зависимости напряжения или частоты или основываясь на стандартных классах потребителей, включая, к примеру, различные модели P/Q нагрузки, P/V нагрузки, P/f нагрузки и т.д. Коэффициенты компенсации нагрузки могут также быть введены как относительный или прямой коэффициент двигателя, синхронного двигателя, электронных потребителей, резистивных нагрузок и т.д. Потребители могут быть в дальнейшем категорированы по своим характеристикам или напрямую подключенным индукционным двигателям и синхронным двигателям. Нагрузки могут быть рассчитаны по одному или более централизованному и/или удаленному ИЭУ для определения общих характеристик нагрузок каждого наблюдаемого цеха, который может быть обозначен как RL. Общее RL наблюдаемых цехов может быть вычислено суммированием всех RL всех потребителей, которые связан с контролируемым цехом.

**[0065]** Взаимосвязанные сети, такие как те, которые связаны с большими коммунальными службами, могут быть связаны с границами, проложенными владельцами транспортировочных и распределительных сетей. Цеха могут формировать взаимосвязанные сети, которые включают в себя области многих коммунальных служб, каждая из которых независимо контролируется и имеет установленные средства для предотвращения веерных отключений. Для пользования вышеупомянутыми системами и методами по предотвращению условий возникновения веерных отключений в цехах, которые разбросаны по взаимосвязанным сетям, связанными с многочисленными коммунальными службами, генераторы и информация о потребителях может быть передана через один или более централизованных ИЭУ. Один или более централизованный ИЭУ может затем делиться информацией об общей инерции, информации о компенсации нагрузки и вычислениях Расс с одним или более ИЭУ, связанных с определенными участками сети. Технологии предварительного обнаружения веерного отключения могут использовать эту многочисленную системную информацию для принятия мер по недопущению веерного отключения.

**[0066]** Не смотря на то, что специфические исполнения и приложения изобретения были показаны и описаны, следует понимать, что изобретение не ограничено единичной конфигурацией и компонентами, описанными здесь. К примеру, системы и методы, описываемые здесь, могут быть применены для могут применены и промышленной системе распределения и доставки электроэнергии или к системе энергоснабжения, которая находится на борту судна или нефтедобывающей платформы, которые могут не иметь в своем составе длинных линий электропередачи и высоковольтных вставок. Более того, способы, описанные здесь, могут также быть использованы для защиты системы от ВЧ режимов, где необходимо снижать мощность на валу генератора, а не отключать нагрузку для предотвращения аварийных режимов. Соответственно, многие изменения могут быть сделаны на элементах описанных выше исполнений без отделения от ключевых принципов этого изобретения. Рамки предложенного изобретения должны быть ограничены только следующей патентной формулой.

**ПАТЕНТНАЯ ФОРМУЛА**

1. Система для контроля системы энергоснабжения, включающая:

Первый уровень интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ), каждое ИЭУ первого уровня коммуникационно связано с потребителем, где каждое ИЭУ первого уровня настроено для получения информации от потребителей и где каждое ИЭУ первого массива уровня настроено для селективного отключения потребителей от электросети;

ИЭУ второго уровня, каждое ИЭУ второго уровня коммуникационно связано с соответствующим генератором, где каждое ИЭУ второго уровня настроено для получения информации от соответствующего генератора и где каждое ИЭУ второго уровня настроено для выборочной регулировки мощности на валу генератора, выдаваемой в энергосеть; и

центральное ИЭУ, коммуникационно связанное с ИЭУ второго и первого уровней, центральное ИЭУ настроено для:

получение информации о генераторах и потребителях;

основываясь на информации о генераторах и потребителях, определять количество нагрузки и генерируемой мощности для регулировки;

выдавать управляющие сигналы на ИЭУ первого и второго уровней для управления связанными с ними генераторами или потребителями;

там, где информация содержит сведения относящиеся к инерции вращения одного или более потребителей и сведения об инерции вращения одного или более генераторов.

1. Патентуемая система 1, где ИЭУ второго уровня настроены для выборочного отключения соответствующих генераторов от электросети.
2. Патентуемая система 1, где ИЭУ второго уровня настроены для выборочного понижения выходной мощности на валах соответствующих генераторов.
3. Патентуемая система 1, где ИЭУ второго уровня настроены для селективного увеличения мощности на валах соответствующих генераторов.
4. Патентуемая система 1, где информация о потребителе в дальнейшем сравнивается с одним из следующих параметров: угле ротора, рабочей частоте, степени изменения рабочей частоты и потреблении мощности.
5. Патентуемая система 1, где информация о генераторе в дальнейшем сравнивается с одним из следующих параметров: угле ротора, рабочей частоте, степени изменения рабочей частоты и потреблении мощности.
6. Патентуемая система 1, где центральное ИЭУ в дальнейшем настроено для определения инерции вращения системы, основываясь на информации от генераторов и потребителей.
7. Патентуемая система 7, где центральное ИЭУ в дальнейшем настраивается для определения рабочих частот, основываясь на информации о потребителях и генераторах.
8. Патентуемая система 8, где центральное ЭИУ в дальнейшем настраивается для определения количества дополнительной мощности, необходимой внести в систему генераторами, основываясь на сравнении рабочей частоты и одного или более предопределенных пороговых значений и выдать команды на соответствующие ИЭУ первого и второго уровней для определения количества отключаемой нагрузки.
9. Патентуемая система 8, где центральное ИЭУ в дальнейшем настраивается для определения количества уменьшаемой мощности на валах генераторов, основываясь на сравнении рабочей частоты и одного или более предопределенных пороговых значений и выдать команды на соответствующие ИЭУ первого и второго уровней для определения количества уменьшаемой мощности на валу генератора.
10. Патентуемая система 1, где информация о потребителе и генераторе сравнивается с информацией синхровекторов.
11. Патентуемая система 1, где информация о генераторах и потребителях сравнивается с бинарной информацией.
12. Патентуемая система 1, где центральное ИЭУ настроено для получения информации о характере нагрузки от ИЭУ первого уровня и для определения необходимо количества нагрузки для отключения.
13. Патентуемая система 1, где центральное ИЭУ обнаруживает изолированные формации на основе временной корреляции полученной от потребителей информации.
14. Метод для контроля системы электроснабжения, использующий центральное интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ), содержащий:

получение информации, состоящей из данных об инерции вращения потребителей, центральным ИЭУ от ИЭУ первого уровня, которые коммуникационно связаны с потребителями;

получение информации центральным ИЭУ о генераторах, состоящей из данных об инерции вращения генераторов от ИЭУ второго уровня, которые коммуникационно связаны с соответствующими генераторами;

определение центральным ИЭУ количества генерируемой или потребляемой энергии для управления информацией о генерации или потреблении; и

сигнализация центральным ИЭУ соответствующих ИЭУ первого и второго уровней для управления связанными с ними потребителями или генераторами, основываясь на определенном количестве мощности генератора или потребителя, требующей изменения.

1. Патентуемый метод 15, где количество изменяемых генераторов или потребителей состоит из количества необходимой для уменьшения энергии на валах генераторов и сигнализации, заключающейся в сигнализации соответствующих ИЭУ для отключения связанных с ними генераторов, основываясь на вычисленном значении их выходной мощности, необходимой для компенсации.
2. Патентуемый метод 15, где количество генераторов или потребителей, подлежащих модификации состоит из количества выходной мощности на валах генераторов, которую необходимо скомпенсировать, и сигнализации, заключающейся в сигнализации соответствующих ИЭУ для уменьшения выдаваемой мощности на валах связанных с ними генераторов, основанный на вычисленном величине данной мощности.
3. Патентуемый метод 15, где количество генерируемой или потребляемой энергии, подлежащей изменению, состоит из количества генерируемой мощности на валах генераторов, которую необходимо увеличить и сигнализации, заключающейся в сигнализации соответствующих ИЭУ для увеличения выдаваемой мощности на валах связанных с ними генераторов, основанный на вычисленном значении данной величины.
4. Патентуемый метод 15, где информация о нагрузке в дальнейшем состоит из одной или более следующих величин: угле ротора, рабочей частоте, степени изменения рабочей частоты и потреблении мощности.
5. Патентуемый метод 15, где информация о генерируемой мощности в дальнейшем состоит из одной или более следующих величин: угле ротора, рабочей частоте, степени изменения рабочей частоты и потреблении мощности.
6. Патентуемый метод 15, который состоит и следующего:

определения центральным ИЭУ, инерции вращения системы, основанной на полученной информации от потребителей и генераторов.

1. Патентуемый метод 21, который состоит из следующего:

определения центральным ИЭУ, рабочих частот системы, основанной на полученной информации от потребителей и генераторов.

1. Патентуемый метод 22, который состоит из следующего:

определение центральным ИЭУ количества дополнительной мощности, требуемой от генераторов, основываясь на сравнении между рабочей частотой и одним или более предопределенных пороговых значений; и

сигнализация центральным ИЭУ соответствующим ИЭУ первого и второго уровней для уменьшения соответствующего количества нагрузки.

1. Патентуемый метод 22, который заключается в:

определении центральным ИЭУ количества снижаемой мощности генераторов, основываясь на сравнении между рабочей частотой и одним или более предопределенных пороговых значений; и

сигнализация центральным ИЭУ соответствующим ИЭУ первого и второго уровней для уменьшения соответствующего количества генерируемой мощности.

1. Патентуемый метод 15, где информация от генераторов и потребителей содержит в себе информацию сихровектора.
2. Патентуемый метод 15, где информация от генераторов и потребителей содержит в себе бинарную информацию.
3. Патентуемый метод, который заключается в:

получением центральным ИЭУ от ИЭУ первого уровня составной информации; и

определении центральным ИЭУ соответствующего количества нагрузки для отключения основываясь на информации о компенсации нагрузки.

1. Патентуемый метод 15, который заключается в обнаружении цеховых формаций на основе временной корреляции по полученной информации от генераторов и потребителей.
2. Интеллектуальное электронное устройство (ИЭУ), связанной с системой энергоснабжения, состоящее из:

интерфейса, настраиваемого для получения:

информации о потребителях от ИЭУ первого уровня, каждое из ИЭУ первого уровня коммуникационно связано с нагрузкой и настроено для селективного отключения нагрузки от системы энергоснабжения. Информация о потребителях состоит из информации об инерции вращения потребителей; и

информации о генераторах от ИЭУ второго уровня, каждое из ИЭУ первого уровня коммуникационно связано с генератором и настроено для селективного отключения генератора от системы энергоснабжения. Информация о генераторах состоит из информации об инерции вращения генераторов;

процессора коммуникационно соединённого с интерфейсом; и

не переходного, компьютерно-считываемого хранилища данных, связанного с процессором, компьютерно-считываемого хранилища данных, где находятся инструкции, исполняемые процессором, позволяющие процессору определить количество мощности для снижения на валу генератора, увеличения или отключения или количестве потребителей для отключения, основываясь на информации от генераторов и потребителей и сигнализации соответствующим ИЭУ первого и второго уровней для отключения, увеличения или уменьшения связанных генераторов или отключения связанных потребителей, основываясь на вычисленном количестве мощности на валах генераторов для отключения, уменьшения или увеличения и количестве потребителей для отключения

