

АДАПТИВНЫЙ МОДУЛЬ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Ю.А. Клименко

Воронежский институт высоких технологий - АНОО ВО
Россия, 394043, Воронеж, Ленина ул., 73 А
E-mail: klm71165@mail.ru

А.П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий - АНОО ВО
Россия, 394043, Воронеж, Ленина ул., 73 А
E-mail: app@vivt.ru

Ключевые слова: распределительная сеть; описание; адаптивный модуль; система; управление; алгоритм.

Аннотация: В работе рассматривается возможность внедрения адаптивного модуля энергоснабжения потребителей в распределительных электрических сетях 0,4 кВ для обеспечения равномерного распределения электрических мощностей по фазам электросети. Рассмотрена необходимость использования на практике новых технических и информационных разработок в области энергетики. Приведены описание и схема адаптивного модуля энергоснабжения потребителей. Разработан алгоритм работы адаптивного модуля энергоснабжения потребителей. Предложено использование адаптивного модуля энергоснабжения потребителей в распределительных электрических сетях 0,4 кВ.

1. Введение

Одной из важных задач энергетики является решение вопроса гарантированного и качественного обеспечения потребителя электроэнергией, отвечающей всем требованиям ГОСТ [1]. При этом необходимо обеспечить максимальное снижение потерь электроэнергии при её транспортировке [2].

Существенную помощь можно ожидать от использования энергосберегающих технологий. Поэтому применение новых технических и информационных разработок в области энергетики должны быть направлены на реконструкцию сетевого хозяйства поставщиков электроэнергии [3].

Целью данной работы является разработка адаптивного модуля управления энергоснабжением потребителя и алгоритма его работы для решения задачи оптимизации процесса управления электрическими нагрузками в распределительных электрических сетях.

2. Адаптивный модуль энергоснабжения потребителя

2.1. Описание адаптивного модуля энергоснабжения потребителя

Адаптивный модуль энергоснабжения потребителя (АМ) является частью адаптивной системы управления участком распределительной электрической сети [4]. АМ предназначен для переключения потребителя на фазу электрической сети в зависимости от величины электрического напряжения, а также для равномерного

распределения однофазных нагрузок по фазам сети. Основной задачей АМ является симметрирования фазных нагрузок в распределительной сети.

Электроснабжение каждого потребителя осуществляется через подключение АМ к одной из фаз электрической сети 0,4 кВ. При изменении величины электрического напряжения выше (ниже) допустимых пределов на данной фазе отсутствует возможность проведения оперативной реконфигурации подключения потребителей к другим фазам электрической сети.

Данную проблему решает АМ, путем установки его, например, на опоре линии электропередачи в точке подключения потребителя к линии электропередачи 0,4 кВ одновременно ко все фазам электрической сети.

Схема АМ приведена на рис. 1.

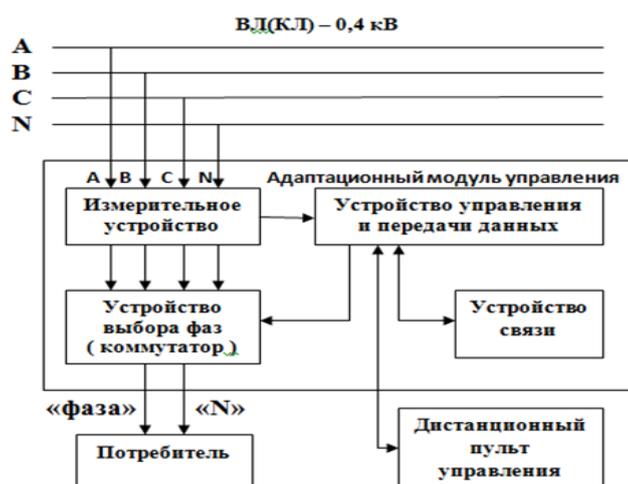


Рис. 1. Схема адаптивного модуля энергоснабжения потребителя.

АМ включает в свой состав:

- 1) Входной блок для подключения к электрической сети;
- 2) Выходные блок для подключения потребителя;
- 3) Измерительное устройство (ИУ) осуществляет контроль параметров электрической сети, учёт потребляемой электроэнергии, передачу данных о состоянии электросети в точке подключения АМ в устройство управления и передачи данных.
- 4) Устройство коммутации (устройство выбора фаз) (УВФ) производит переключение энергоснабжение потребителя на фазу электросети по команде устройства управления и передачи данных;
- 5) Устройство управления и передачи данных (УУиПД) производит обработку полученных данных, выносит решение о переводе потребителя на другую фазу сети, передаёт команду в УВФ на переключение потребителя на фазу, которая отвечает заданным условиям, а также направляет данные в адаптивную систему управления (АдСУ) участком распределительной электрической сети; меняет конфигурацию схемы подключения потребителей к электрической сети;
- 6) Устройство связи (УС) обеспечивает взаимодействие АМ с адаптивной системы управления участком распределительной электрической сети и другими АМ.
- 7) Дистанционный пульт (ДП) осуществляет управление АМ и производит принудительное переключение или отключение потребителя от электрической сети.

Электропитание подаётся на входные контакты АМ. Использование АМ не исключает возможность применения дополнительных аппаратных средств регулирования параметров электрической сети.

2.2. Алгоритм работы адаптивного модуля энергоснабжения потребителя

Блок-схема алгоритма работы адаптивного модуля энергоснабжения потребителя представлена на рис. 2.

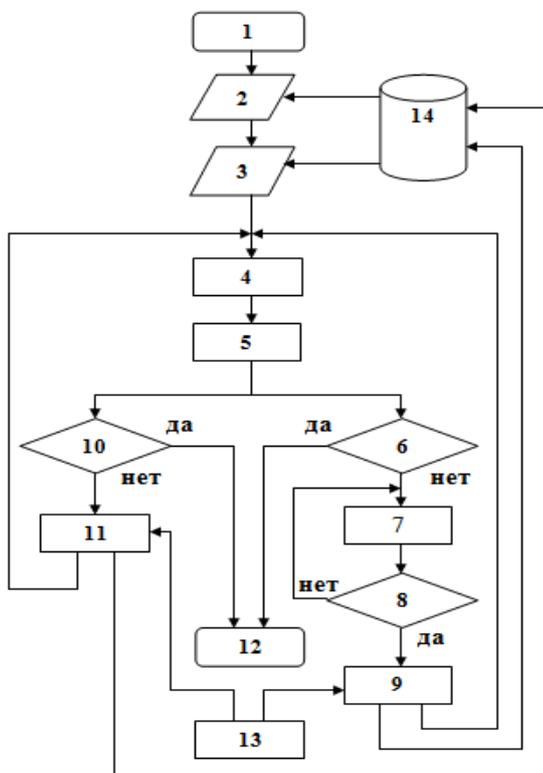


Рис. 2. Блок-схема алгоритма работы адаптивного модуля энергоснабжения потребителя.

Описание работы алгоритма представлено по пунктам.

- 1) Начало алгоритма.
- 2) Ввод технических характеристик линии электропередачи (ЛЭП).
- 3) Ввод параметров ограничений для сети. Необходимо вводить следующие основные ограничения: допуск на предельно допустимые отклонения величины напряжения, допуск на величину коэффициент несимметрии напряжения между фазами трёхфазной электрической сети, допуск на превышение величины потребляемой мощности электрооборудованием потребителя относительно заявленной максимальной мощности, определённой условиями договора энергоснабжения.
- 4) Измерение электрических параметров сети в точках присоединения АМ к линии электропередачи.
- 5) Расчёт и анализ несимметрии фазных напряжений и величин предельных отклонений электрических напряжений. Производится для выбора схемы конфигурации подключения АМ потребителей к линии электропередачи.

Величины напряжений фаз должны быть равны между собой, т.е. необходимо выполнение условия равенства величин электрических напряжений фаз :

$$(1) \quad U_1 = U_2 = U_3,$$

где, U_1, U_2, U_3 – электрические напряжений фаз А, В, С соответственно.

Отклонение величин напряжений фаз электрической сети не должно превышать $\pm 10\%$ согласно пункта 3 алгоритма:

$$(2) \quad U_{MIN} < U_i < U_{MAX},$$

где, U_i – величина напряжения фазы i ; U_{MIN} , U_{MAX} – минимальная и максимальная величины электрического напряжения.

Далее производим проверку соотношений отклонений напряжений фаз между собой:

$$(3) \quad |U_1 - U_2| < \Delta ?; |U_2 - U_3| < \Delta ?; |U_3 - U_1| < \Delta ?$$

Если соотношение (3) не выполняется, то происходит переход к пункту "6" алгоритма. Для определения соответствия потребляемой и разрешенной мощностей вычисляется средняя активная мощность, потребляемая электрооборудованием в точке присоединения АМ потребителя к ЛЭП:

$$(4) \quad P_{потреб} = U_i \cdot I_i \cdot \cos\varphi_i,$$

где, $P_{потреб}$ – активная потребляемая мощность; U_i , I_i , $\cos\varphi_i$ – параметры сети i фазы.

Условие соответствия потребляемой и разрешенной мощностей проверяется при переходе к пункту 10 алгоритма.

6) Выбор действия алгоритма на основании анализа несимметрии фазных напряжений сети и предельных отклонений напряжений фаз сети.

Если напряжения фаз U_1 , U_2 , U_3 равны между собой, то тогда соблюдается требование допуска для несимметрии и предельного отклонения напряжений, указанных в пункте 3 и при выполняется условия:

$$(5) \quad (|U_1 - U_2| < \Delta) \wedge (|U_2 - U_3| < \Delta) \wedge (|U_3 - U_1| < \Delta),$$

тогда, переключение нагрузки по фазам сети не производится и выполняется переход к пункту 12 «Конец алгоритма».

Если напряжения фаз U_1 , U_2 , U_3 не равны между собой и соблюдается требование допуска для несимметрии напряжений и предельных отклонений напряжений, указанного в пункте 3 и не выполняется условие (2) и (5), то переключение нагрузки потребителя по фазам сети производится на фазу линии электропередачи, которая соответствует требованиям, указанных в пункте 3 и выполняется переход к пункту 7 алгоритма.

7) Определение конфигурации оптимального подключения АМ потребителя к фазам ЛЭП. Регулирование величин напряжений может осуществляться равномерным распределением мощностей потребителей по фазам сети путем переключения АМ потребителя на фазу сети, отвечающую требованиям соотношения (5).

8) Принятие решения на реконфигурацию схемы подключения АМ потребителей. Производится с учётом оптимальности схемы реконфигурации распределения АМ потребителей по фазам сети в точках присоединения к линии электропередачи.

9) Автоматическое переключение АМ потребителей на фазы сети. Реконфигурация подключений АМ потребителей на выбранные фазы линии электропередачи производится с соблюдением соотношения (2).

10) Сравнительный анализа потребляемой и разрешённой мощностей. Если потребляемая мощность не превышает или равна разрешённой мощности и выполняется условие:

$$(6) \quad P_{потреб} \leq P_{разреш},$$

тогда, выполняется пункт 12 алгоритма «Конец алгоритма».

Если потребляемая мощность не равна или превышает разрешённую мощность и выполняется условие:

$$(7) \quad P_{потреб} > P_{разреш},$$

тогда, выполняется пункт "11" алгоритма.

11) Временное ограничение потребления электрической энергии потребителем. По договору поставки электроэнергии превышение потребляемой мощности является нарушением обязательств между потребителем и поставщиком электроэнергии и поэтому может вводиться ограничение режима потребления [5].

- 12) Конец выполнения алгоритма.
- 13) Управляющее воздействие адаптивной системы управления участком распределительной электрической сети.
- 14) База данных для приёма, хранения передачи информации.

3. Заключение

В представленной статье рассмотрены вопросы управления энергоснабжением потребителя. В результате разработана структурная схема адаптивного модуля управления энергоснабжением потребителя, разработан алгоритм работы адаптивного модуля энергоснабжения потребителя и алгоритм анализа распределения напряжений по фазам ЛЭП для проведения реконфигурации подключения АМ потребителей для равномерного распределения мощностей по фазам электрической сети и соблюдения условия соответствия величин допустимых отклонений электрических напряжений.

Список литературы

1. Левин М.С., Мурадян А.Е., Сырых Н.Н. Качество электрической энергии сельских районов. М.: Энергия, 1975. 224 с.
2. Тульский В.Н., Карташев И.И., Симуткин М.Г., Назиров Х.Б., Кузнецов Н.М. Управление качеством электроэнергии в электрических сетях // Горный журнал. 2012. № 12. С. 52-55.
3. Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г. и др. Управление качеством электрической энергии / Под ред. Ю.В. Шарова. М.: Издат. дом МЭИ, 2006. 320 с.
4. Преображенский А.П., Клименко Ю.А. Управление участком распределительной электрической сети // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. 2019. № 2. С. 62.
5. Постановление Правительства РФ от 24 мая 2017 года № 624 «О внесении изменений в некоторые акты правительства российской федерации по вопросам введения полного и (или) частичного ограничения режима ...». [http: // www.garant.ru /](http://www.garant.ru/) (дата обращения 20.12.2023).