

# АДАПТИВНАЯ ДЕЛИТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИКА ДЛЯ ЭНЕРГОРАЙОНОВ С ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Д.К. Кривоногова<sup>1</sup>, А.Ю. Митрофаненко<sup>1</sup>, Р.Б. Абеуов<sup>2</sup>  
Томский политехнический университет<sup>1,2</sup>  
ЭНИН, ЭСиЭ, группа 5АМ6Г<sup>1</sup>

В последние несколько лет к распределительным сетям электроэнергетических систем (ЭЭС), обеспечивающим электроснабжение нефтегазовых месторождений, стали активно подключаться ранее работающие автономно энергорайоны имеющие в своём составе электростанции малой мощности (ЭСММ), основу которых составляют газотурбинные и газопоршневые агрегаты.

Анализ опыта эксплуатации ЭСММ, в составе автономно работающих энергорайонов показал, что их подключение к электрическим сетям ЭЭС, сопряжено с появлением целого ряда, требующих решения задач [1].

В настоящее время в качестве основных способов решения большинства из этих эксплуатационных задач наиболее широко применяются: отключение нагрузки, отключение генераторов и деление сети.

Проведённые исследования показали, что наиболее эффективным способом обеспечения надёжной работы ЭСММ, а также бесперебойного электроснабжения потребителей энергорайонов, в которых они эксплуатируются, при возникновении системных аварий в ЭЭС может быть деление сети [1]. Однако, анализ эффективности существующих устройств делительной автоматики (ДА) показал, что эксплуатируемые в настоящее время устройства ДА являются неадаптивными и осуществляют выделение энергорайона с ЭСММ по факту изменения какого-либо из режимных параметров ЭЭС, без текущего контроля режима, выделяемого на изолированную работу энергорайона. Такое отделение энергорайона от ЭЭС, как правило, сопровождается изменением частоты  $f$  и напряжения  $U$  в нём, и последующим отключением генераторов ЭСММ.

Разработка адаптивной делительной автоматики (АДА), позволит повысить эффективность выделения энергорайонов с ЭСММ на изолированную работу. При этом устройство АДА, должно соответствовать требованиям:

- функциональный состав АДА должен осуществлять эффективное выделение энергорайона с ЭСММ на изолированную работу, при различных аварийных ситуациях в ЭЭС;
- все функциональные блоки устройства должны размещаться в одном шкафу;
- устройство должно иметь возможность контроля режимных параметров энергорайона, как до, так и после его отделения от ЭЭС;
- устройство должно иметь возможность измерения потребляемых и вырабатываемых мощностей на подстанциях потребителей и объектах генерации энергорайона;

- устройство должно иметь достаточное количество аналоговых входов и дискретных входов/выходов, также отвечать всем требованиям, предъявляемым в настоящее время к устройствам РЗ и ПА.

В устройстве АДА должно быть обеспечено выполнение следующих функций:

- Непрерывное измерение текущих режимных параметров энергосистемы и энергорайона с ЭСММ;
- Непрерывный расчёт объёмов управляющих воздействий (УВ) и их передача на подстанции энергорайона с ЭСММ;
- Выдача команд на отключение нагрузок (ОН) и передача информации об объёмах УВ на подстанции энергорайона, при его отделении от энергосистемы, с последующим контролем их реализации через ССПИ.

АДА должна обеспечивать решение следующих задач:

- Выделение энергорайона с ЭСММ на изолированную работу, при аварийных снижениях  $f$  и/или  $U$  в энергосистеме с сохранением устойчивой работы генераторов ЭСММ;
- Сохранение электроснабжения ответственной двигательной нагрузки энергорайона с ЭСММ, при его выделении на изолированную работу.

Для решения перечисленных задач устройство АДА должно удовлетворять современным техническим требованиям быстродействия и адаптивности.

Устройство АДА должно быть построено по принципу, когда определение объёма управляющих воздействий и их выдача на подстанции энергорайона, при его отделении от энергосистемы должны осуществляться на основании оценки текущих параметров режима ЭЭС и энергорайона с ЭСММ. Этот способ аналогичен системе управления с обратной связью, работающей по принципу непрерывного сравнения фактического состояния с требуемым [2].

Быстродействие устройства обеспечивается тем, что величина УВ определяется до возникновения аварийного режима и соответственно до реализации команды ДС, при этом формирование УВ и выдача команды на ОН, осуществляется в момент ДС.

Требование адаптивности устройства, выполняется за счет автоматического перерасчета УВ в зависимости от полученной информации о параметрах энергорайона с ЭСММ и энергосистемы в режиме реального времени, и обработке её в доаварийном режиме, что позволяет производить отключение необходимого объёма нагрузки на подстанциях энергорайона, исключив тем самым избыточное отключение нагрузки.

Устройство АДА в общем случае должно иметь в своём составе пусковые органы, измерительный и вычислительный блоки, а также блок распределения управляющих воздействий.

На рисунке 1 показана схема функциональных связей устройства АДА.

АДА действует при включенном выключателе  $Q1$  на его отключение от пускового органа (ПО), при снижении частоты  $f$  или напряжения  $U$ .

В измерительном блоке (ИБ) должно осуществляться измерение основных режимных параметров ( $f$ ,  $U$ ) на шинах ЦП энергосистемы, а также активной и реактивной мощностей, отпускаемых в энергорайон с шин ЦП. Также необходим контроль потребляемых и вырабатываемых мощностей на подстанциях потребителей и объектах генерации энергорайона, что обеспечивается интеграцией АДА с системой сбора и передачи информации (ССПИ) энергорайона.

Следует отметить, что данный блок должен работать, как с аналоговой (измеренные величины от  $TV$  и  $TA$ ), так и с цифровой (сигналы от ССПИ) информацией.

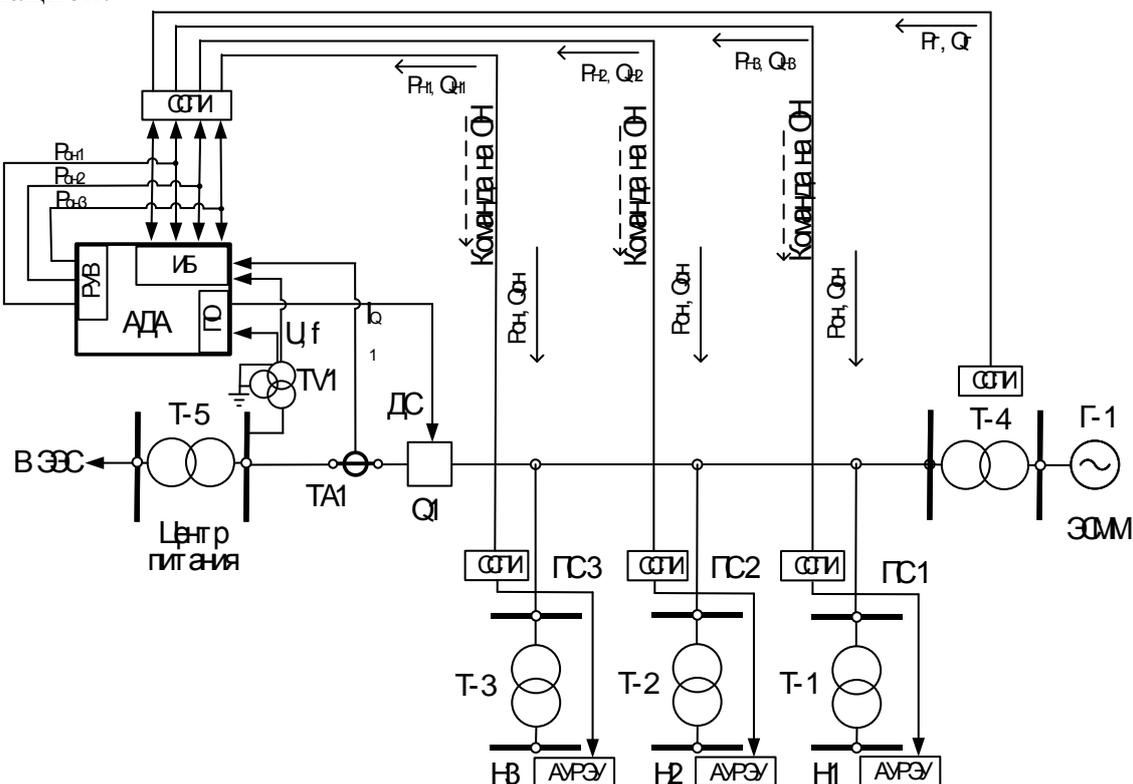


Рис. 1. Схема функциональных связей устройства АДА

Основным отличием АДА от существующих устройств ДА, является наличие вычислительного блока (ВБ). Вычислительный блок, должен непрерывно производить расчёт объёмов УВ по данным текущих измерений режимных параметров энергосистемы и энергорайона с ЭСММ (до и после отделения на изолированную работу), передавать его в блок распределения управляющих воздействий (БРУВ) с последующей переадресацией в устройства ССПИ и в автоматические устройства разгрузки энергоузла (АУРЭУ), установленные на подстанциях ПС1, ПС2 и ПС3 энергорайона (рисунок 1).

Распределение УВ между подстанциями должно происходить пропорционально измеренным значениям мощностей нагрузок потребителей. Для оптимального распределения УВ между подстанциями энергорайона в алгоритме расчета УВ, также должен использоваться коэффициенте участия нагрузки подстанции в общем потреблении энергорайона.

На рисунке 2 представлена структурная схема иллюстрирующая принцип действия устройства АДА.

Устройство работает следующим образом. При возникновении аварийной ситуации в ЭЭС, приводящей к недопустимому снижению  $f$ , либо  $U$ , установленный на шинах центра питания ПО устройства АДА, по факту снижения  $f$  или  $U$  ниже уставки срабатывания, формирует команды на ДС и ОН. Одновременно с этим, на основании последних измеренных ИБ параметров, в ВБ рассчитываются объёмы УВ на отключение части нагрузок Н1, Н2, Н3 (Рисунок 1).

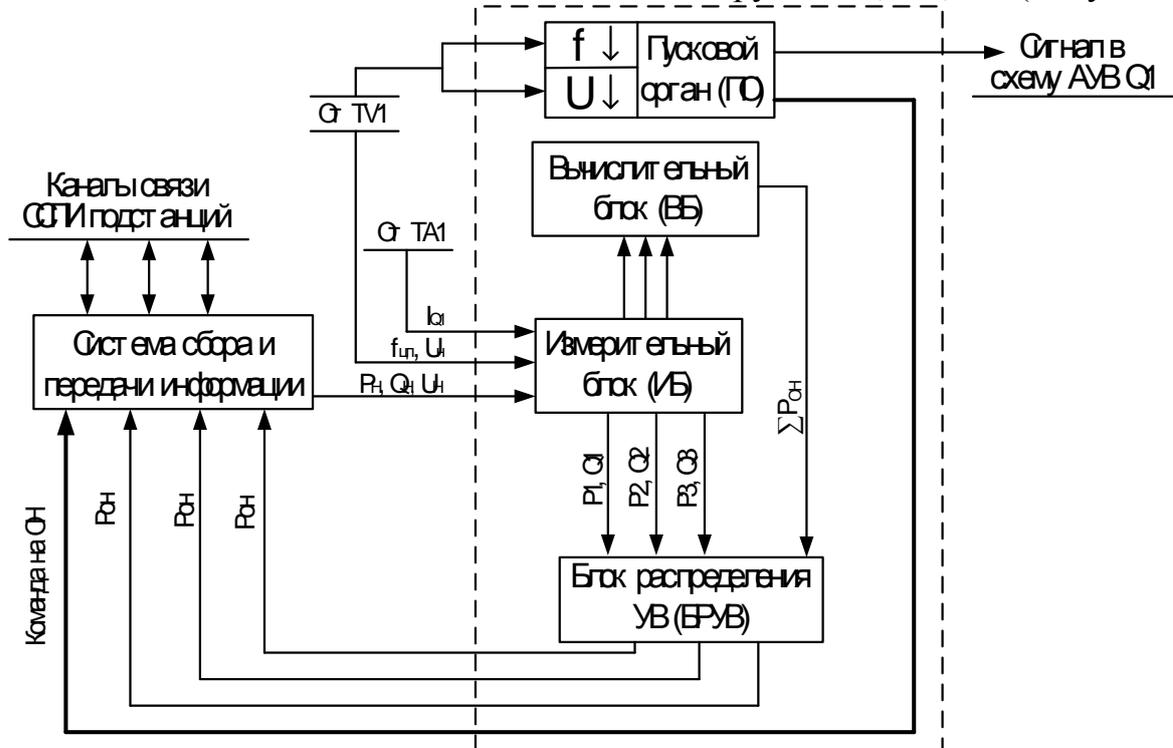


Рис. 2. Структурная схема адаптивной делительной автоматики

БРУВ производит распределение объёмов УВ по подстанциям энергорайона и передаёт их в АУРЭУ. АУРЭУ, реализуют УВ только при поступлении в них команд ОН от ПО. В других случаях автоматика находится в режиме ожидания.

Фактически, на момент выделения энергорайона, производится отключение нагрузки, для создания нового баланса мощности в изолированном районе.

Разработка и внедрение адаптивного устройства делительной автоматики позволит существенно повысить эффективность выделения энергорайонов с ЭСММ на изолированную работу и в целом надёжность электроснабжения энергорайонов с ЭСММ в аварийных ситуациях, приводящих к недопустимому снижению основных режимных параметров ЭЭС.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Д.К. Кривоногова, Р.Б. Абеуов. Разработка общих принципов построения и требований к функциональному составу устройства делительной автоматики для энергорайонов с электростанциями малой мощности // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи: материалы IV российской молодежной научной школы-

конференции, 1-3 ноября 2016 г., Томск в 2 т. / ТПУ. – 2016. – Т. 2. – С. 225-228.

2. Б.И. Иофьев Автоматическое аварийное управление мощностью энергосистем. – М.: Энергия, 1979. – 415 с.

Научный руководитель: Р.Б. Абеуов, к.т.н., доцент каф. ЭСиЭ ЭНИН ТПУ.

## **ПЛАЗМЕННЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ОКСИДА ЦИНКА И СПЕКАЮЩЕЙ КЕРАМИКИ НА ЕГО ОСНОВЕ – ДЛЯ ОПН**

А.С. Крыгин

Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПП, 5АМ6К

### Введение

Существует проблема в электроэнергетике, такая как, защита от перенапряжения электрооборудования.

Широко известно, что оксид цинка является многообещающим материалом из-за его свойств, таких как высокая подвижность электронов, хорошая прозрачность, широкая запрещенная зона, сильная люминесценция [1].

На данный момент много способов получения оксидов цинка, для варисторов.

В данной статье будет описан метод создания керамики, для варисторов, на основе оксида цинка, на основе коаксиального магнитоплазменного ускорителя. Основными преимуществами этого способа получения порошков являются высокая скорость процесса и высокая чистота выхода синтезированного продукта с требуемой структурой и размером частиц.

Свойства оксида цинка напрямую зависят от его структуры, морфологии, соотношения сторон, размера и ориентации частиц.

Кроме того, за исключением структуры материала, важным фактором является размер частиц. Для создания керамики с высокой плотностью необходимо ввести частицы меньшей фракции в микрон или субмикронный порошок.

Изучение плотности полученной керамики показало высокую плотность до 99%.

### Экспериментальная часть

В статье представлена схема и принцип работы коаксиального магнитоплазменного ускорителя с цинковыми электродами [2-3], в котором синтезирован нанодисперсный порошок оксида цинка.