

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЫБОРА УПРАВЛЕНИЯ ПО СПОСОБУ П-ДО В УСТРОЙСТВАХ ПА НА БАЗЕ КПА-М

А.К. Ландман, А.М. Петров А.Э. Петров, О.О. Сакаев
ЗАО «ИАЭС»

Аннотация

Одним из способов выбора управляющих воздействий (УВ) в устройствах автоматической дозировки воздействий (АДВ) является способ П-ДО. В статье рассматривается реализация алгоритма выбора УВ, работающего по данному способу в составе программного обеспечения устройств ПА на базе КПА-М.

Введение

Стандарт [1] предусматривает использование трех способов выбора управляющих воздействий (УВ) в устройствах автоматической дозировки воздействий (АДВ):

- выбор УВ по данным предварительно выполненных расчетов устойчивости вне устройств автоматики для планируемых режимов (алгоритмы «П-ДО»);
- выбор УВ по данным периодических расчетов устойчивости устройствами автоматики для текущих режимов до возникновения аварийного события (алгоритмы «I-ДО»);
- выбор УВ по результатам расчета устойчивости после поступления сигнала об аварийном событии (алгоритмы «ПОСЛЕ»).

В большинстве существующих релейных устройств ПА наибольшее распространение получил способ П-ДО, реализуемый в виде релейного дозатора (называемого также «решеткой»). Однако, алгоритмы П-ДО сохраняют актуальность и при массовом переходе к микропроцессорным устройствам на современной программно-технической базе, что обусловлено следующими достоинствами данного способа:

- предсказуемость результата;
- возможность учета многообразия аварийных возмущений и доаварийных режимов для выбора управления по условиям сохранения как статической, так и динамической устойчивости (расчеты по способу I-ДО в последнем случае часто затруднены или невозможны);
- высокое быстродействие;
- малые требования к вычислительным ресурсам.

Разработка алгоритма выбора УВ по способу П-ДО была начата специалистами ОРЗАУ Сибэнергосетьпроекта, позже составившими основу

коллектива ЗАО «ИАЭС», в 1995 году в рамках работ по реконструкции вычислительного комплекса противоаварийной автоматики западной и центральной части ОЭС Сибири, установленного на ПС Итатская [2]. Первоначально ставилась задача реализовать настройку для режима работы с УДВП ПС 1150 кВ Итатская согласно соответствующей инструкции ОДУ Сибири [3]. Затем, в рамках работ по проектированию АПНУ Таймырской и Норильской энергосистем, в связи с установкой УВК АПНУ на Усть-Хантайской ГЭС, алгоритм П-ДО был существенно модифицирован с целью унификации, повышения быстродействия и гибкости настройки [4].

В августе 2001 года алгоритм П-ДО, в составе программного обеспечения УВК АПНУ Усть-Хантайской ГЭС, был введен в опытную эксплуатацию. В июне 2003 года алгоритм, в составе УДВП ПС 1150 кВ Итатская, был введен в промышленную эксплуатацию, а в октябре того же года в промышленную эксплуатацию по условиям сохранения статической устойчивости был введен УВК АПНУ Усть-Хантайской ГЭС. В 2005 году в промышленную эксплуатацию по условиям сохранения динамической устойчивости был введен УВК АПНУ Курейской ГЭС, а настройка УВК АПНУ Усть-Хантайской ГЭС была соответствующим образом модифицирована. *При этом никаких изменений в программный блок алгоритма П-ДО вносить не потребовалось.*

Результаты работы над алгоритмом выбора УВ по способу П-ДО были учтены при разработке унифицированного программно-технического комплекса для создания устройств ПА КПА-М [6]. При этом, в частности, в структуру настройки алгоритма были внесены изменения, позволяющие, с одной стороны, использовать его, при необходимости, на верхнем уровне иерархии управления, с другой стороны — унифицировать состав используемых управляющих воздействий.

Назначение алгоритма выбора УВ по способу П-ДО

Алгоритм выбора дозировки управляющих воздействий (УВ) по способу П-ДО предназначен для выбора УВ, применяемого в случае срабатывания определенного пускового органа (ПО), из заданного набора УВ, согласно контролируемым параметрам текущего режима района управления. Расчет УВ и выбор уставок по контролируемым параметрам текущего режима производится заранее, на этапе проектирования устройства АДВ, либо при существенном изменении схемы района управления (ввод новых генерирующих мощностей, потребителей, подстанций, линий электропередачи).

Описание алгоритма выбора УВ по способу П-ДО

Единицей расчета для алгоритма является пусковой орган (ПО), для которого алгоритм должен выбрать набор управляющих воздействий (УВ). Для одного ПО в таблице уставок может быть задано несколько схемно-режимных условий, в которых (и только в которых) будут проверены уставки по мощности для данного ПО:

1. Схемно-режимное условие представляет собой сочетание значений аналоговых параметров и состояний дискретных параметров текущего режима; как правило, сочетание ремонтов ВЛ, в некоторых случаях значение перетока активной мощности по ВЛ или выдачи станции.

1.1 Параметры схемно-режимного условия могут сочетаться при помощи логических операций «И» (например, ремонт ВЛ 1 и ВЛ 2) и «ИЛИ» (например, ремонт одной из ВЛ 1, 2, 3).

1.2 Схемно-режимное условие может включать в себя ссылки на другие схемно-режимные условия. Например, сочетание ремонтов ВЛ может быть описано в соответствующей таблице один раз (такое условие называется базовым), после чего, при описании схемно-режимных условий, включающих это сочетание, употребляется ссылка. Кроме того, в ссылке указывается логический способ сочетания параметров в базовом условии, а также может указываться ограничение на количество параметров, принимающих значение «истина» (например, таким образом может быть задано условие «ремонт двух ВЛ из ВЛ1, ВЛ2, ВЛ3»).

1.3 Результатом проверки, удовлетворяет ли текущая схема схемно-режимному условию, является «истина» (удовлетворяет) или «ложь» (не удовлетворяет).

Если текущая схема удовлетворяет сочетанию ремонтов, заданному для определенного ПО, результат (действие устройства при срабатывании ПО в ремонтной схеме) называется оперативным ПО.

Если текущая схема удовлетворяет нескольким схемно-режимным условиям, заданным для одного ПО, то уставки по мощности для данного ПО проверяются в порядке задания схемно-режимных условий в таблице уставок. Таким образом, наивысший приоритет имеет последнее схемно-режимное условие из существующих в текущей схеме для данного ПО. При выборе УВ в этом случае возможны следующие варианты:

- Подрыв — дозировка, выбранная для ПО по предыдущему схемному условию, не сохраняется при переходе к следующему.

- Поглощение большими дозировками — дозировка, выбранная для ПО по предыдущему схемному условию, будет выставлена, если для данного ПО в следующем схемном условии не требуется более высокая ступень воздействия. Сравнение производится арифметически, по объектам применения УВ, т.е. если ранее было выбрано ОГ-1, а следующий оперативный ПО требует ОГ-2 (того же объекта), то выбрано будет ОГ-2. При этом, если места применения воздействий различаются, будут выбраны оба воздействия.

- Поглощение ненулевыми дозировками — дозировка, выбранная для ПО по предыдущему схемному условию, будет выставлена, если для данного ПО в следующем схемном условии уставка не превышена. В случае, если уставка превышена, дозировка по следующему схемно-режимному условию полностью замещает предыдущую.

Если текущая схема не удовлетворяет ни одному из схемных условий для данного ПО, для такого ПО выбирается нулевая дозировка, и формируется специальное сообщение в протокол работы устройства АДВ.

Для одного ПО и одного схемно-режимного условия может быть задано несколько уставок по мощности:

1. Ограничения по мощности задаются в виде линейных уравнений.

1.1 Описание уравнения представляет собой набор аналоговых параметров текущего режима. Значение параметра (например, перетока по ВЛ) может быть умножено на заданный коэффициент, после чего результаты умножения арифметически складываются.

1.2 В большинстве случаев, уравнение представляет собой сумму перетоков активной мощности по ВЛ, входящим в определенное контролируемое сечение. Поэтому употребляемый здесь и далее термин «ограничение» может рассматриваться как «контролируемое сечение».

2. С уставкой сравнивается текущее значение ограничения. Уставка считается превышенной, если текущее значение ограничения больше либо равно заданному значению уставки, с учетом знака.

3. Одной уставке соответствует один фиксированный набор УВ, который будет выбран для данного ПО, если уставка будет превышена текущей мощностью ограничения.

4. Уставки для одного ПО и одного схемного условия по одному ограничению должны задаваться в порядке возрастания мощности. При переходе на другую уставку, если предыдущая уставка была превышена, алгоритм работает следующим образом:

4.1 Если проверяемая уставка по данному ограничению не превышена, дозировка, выбранная для предыдущей уставки, сохраняется.

4.2 Если проверяемая уставка превышена, выбирается соответствующий ей набор УВ.

5. Для одного ПО и одного схемного условия могут быть заданы уставки по разным ограничениям (например, переток по ВЛ к шинам и от шин некоторой подстанции). В этом случае при переходе к другой уставке, если предыдущая уставка была превышена и дозировка была выбрана, приоритет дозировки может быть определен по тем же правилам, которые применяются при существовании нескольких схемно-режимных условий.

Таким образом, существует три контрольные точки алгоритма, в которых может быть задана дисциплина выбора УВ для одного ПО, а именно:

- Переход с одной уставки по мощности сечения на другую.
- Переход с одного сечения на другое.
- Переход с одного схемно-режимного условия на другое.

Алгоритм не анализирует, не сортирует и не изменяет наборы УВ, он только их выставляет в своей выходной таблице, при этом имеется возможность задать, какой набор УВ будет выбран, в зависимости от дополнительного условия. Проверка дополнительного условия производится после того, как алгоритм выяснит, что данный ПО в текущей схеме нуждается в дозировке. Дополнительное условие представляет собой схемно-режимное условие, которое алгоритм проверяет согласно правилам, описанным выше.

Работа программного блока выбора УВ по способу II-ДО

Выбор УВ по способу II-ДО состоит из следующих шагов (рис. 1):

1. Выбор очередного пускового органа, для которого заданы уставки в таблице уставок.

2. Выбор очередного схемно-режимного условия, в котором данный ПО должен работать.

3. Проверка, удовлетворяет ли текущая схема данному схемно-режимному условию.

3.1 Если текущая схема не удовлетворяет данному схемно-режимному условию, переходим к шагу 11.

3.2 Если текущая схема удовлетворяет данному схемно-режимному условию, переходим к шагу 4.

4. Очистка дозировки, выбранной для данного ПО в предыдущем схемно-режимном условии.

5. Выбор ограничения, уставки по которому должны быть проверены для данного ПО в данном схемно-режимном условии.

6. Выбор очередной уставки по данному ограничению.

7. Проверка, превышена ли данная уставка.

7.1 Если уставка превышена, то выбирается и запоминается набор управляющих воздействий, заданный для этой уставки.

7.2 Если уставка не превышена, переходим к шагу 8.

8. Проверка, не последняя ли это уставка по данному ограничению.

8.1 Если есть еще уставки по данному ограничению, переходим к шагу 6.

8.2 Если уставок по данному ограничению больше нет, переходим к шагу 9.

9. Дозировка, выбранная по данному ограничению, суммируется с дозировкой, выбранной по предыдущему ограничению, с выбором большей ступени.

10 Проверка, заданы ли еще ограничения, уставки по которым должны быть проверены для данного ПО в данном схемно-режимном условии.

10.1 Если заданы еще ограничения, переходим к шагу 5.

10.2 Если не заданы, переходим к шагу 11.

11. Проверка, заданы ли другие схемно-режимные условия, в которых данный ПО должен работать.

11.1 Если заданы, переходим к шагу 2.

11.2 Если не заданы, переходим к шагу 12.

12. Запоминание дозировки для данного ПО.

13. Проверка, заданы ли уставки для других ПО.

13.1 Если заданы, то переходим к шагу 1.

13.2 Если не заданы, то переходим к шагу 14.

14. Вывод выбранной дозировки на вход АЗД.

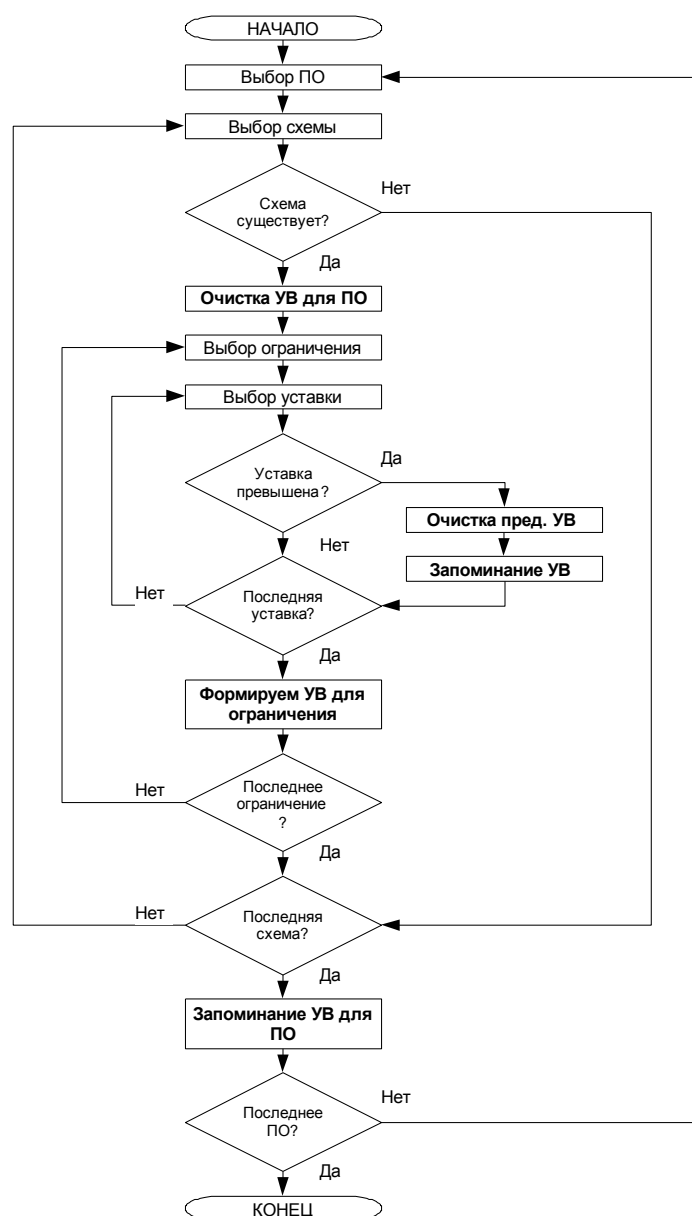


Рис. 1 — Блок-схема алгоритма выбора УВ по способу П-ДО

Заключение

Реализация алгоритма П-ДО, разработанная ЗАО «ИАЭС», позволяет:

- учитывать все многообразие аварийных возмущений, схем и режимов по условиям сохранения как статической, так и динамической устойчивости;
- при необходимости, задавать условия селективности выбора УВ;
- при необходимости, оптимизировать настройку путем группировки типовых схемно-режимных условий.

При этом единственным ограничением по сложности настройки фактически является ее наблюдаемость, т.е. возможность проверки настройки каждого пускового органа в каждом из учитываемых режимов.

В настоящее время алгоритм выбора УВ по способу П-ДО функционирует в составе следующих устройств АДВ:

- УДВП ПС 1150 кВ Итатская;
- УВК АДВ ПС 500 кВ Алтай;
- УВК АДВ ПС 500 кВ Таврическая;
- УВК АПНУ Усть-Хантайской ГЭС;
- УВК АПНУ Курейской ГЭС.

Кроме того, алгоритм П-ДО входит в комплект поставки устройств АДВ на базе КПА-М, выпускаемых ЗАО «ИАЭС». Например, данный алгоритм включен в состав УВК АДВ Экибастузской ГРЭС и Южно-Казахстанской ГРЭС (ЕЭС Казахстана), предусматривается использование алгоритма в составе УВК САОН ПС 220 кВ Приемная (Норильская энергосистема).

Литература

1. СТО 59012820.29.240.008-2008. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. – М., 2008.

2. Реконструкция вычислительного комплекса противоаварийной автоматики западной и центральной части ОЭС Сибири, установленного на ПС Итатская. Техническое задание. Инв.№ 230-16-т1. – СИЭСП, Новосибирск, 1995.

3. Инструкция № 4 по эксплуатации централизованной ПА электропередач 500 кВ Западной и Центральной части ОЭС Сибири. – ОДУ Сибири, Кемерово, 2002

4. Разработка математического и программного обеспечения устройств управления для сохранения статической и динамической устойчивости и выбора номеров отключаемых генераторов. Блок выбора управляющих

воздействий по условиям статической и динамической устойчивости по способу П-ДО. Инв. № 7491-16-т6-2. – ЗАО «ИАЭС», Новосибирск, 2000.

5. Создание системы сбора и передачи информации комплекса ПА Западной и Центральной части ОЭС Сибири. Этап I. Раздел 1. Дополнительные работы по I-этапу. Данные настройки УВК АДВ в режиме работы по принципу 2ДО. Инв. № 230/00/2-16-т6. – ЗАО «ИАЭС», Новосибирск, 2003.

6. Глазырин Е.Е., Петров А.М., Петров А.Э., Сакаев О.О. Унифицированный программно-технический комплекс для реализации устройств ПА./Релейная защита и автоматика энергосистем. Сб. докладов всероссийской науч.техн. конф. – М.: ВВЦ, 2008. – С. 49 – 53.

Ландман Аркадий Константинович – ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем», заместитель генерального директора, к.т.н. Тел. (383) 3630265; e-mail: landman@iaes.ru

Петров Александр Михайлович – ЗАО «Институт автоматизации энергетических систем», генеральный директор, к.т.н. Тел. (383) 3630265; e-mail: petrov@iaes.ru

Петров Алексей Эдуардович – ЗАО «Институт Автоматизации Энергетических Систем», технический директор. Тел. (383)3630265; e-mail: alexey@iaes.ru

Сакаев Оскар Олегович – ЗАО «Институт Автоматизации Энергетических Систем», главный специалист. Тел. (383)3630265; e-mail: oskar@iaes.ru