

## Авторы:

**Веселов П.К.,**филиал «Рязаньэнерго»  
«ОАО МРСК Центра  
и Приволжья»,  
г. Рязань, Россия,**Лейман Р.Э.,**Филиал ОАО «СО ЕЭС»  
Рязанское РДУ,  
г. Рязань, Россия,**Вершинин А.С.,**ООО «Прософт-системы»  
г. Екатеринбург, Россия,**к.т.н. Скитальцев В.С.,**ОАО НТЦ «ФСК ЕЭС»,  
г. Москва, Россия.

# ПРИМЕНЕНИЕ ВЧ-ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА АВАНТ РЗСК ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Аннотация: описан пример решения типичной задачи релейной защиты двух параллельных линий электропередачи 110 кВ филиала «Рязаньэнерго» «ОАО МРСК Центра и Приволжья». Особенностью решения является использование в схеме защиты нового ВЧ-приемопередатчика АВАНТ РЗСК производства ООО «Прософт-Системы», позволяющего передавать в одной полосе частот 4 кГц сигналы ВЧ-защиты и 4 дискретные команды в двух направлениях. Это решение дало значительную экономию количества аппаратуры и частотного спектра ВЧ-каналов без снижения надежности работы системы релейной защиты.

Ключевые слова: релейная защита, ВЧ-каналы, ВЧ-приемопередатчик АВАНТ РЗСК.

**Веселов****Павел Клавдиевич**

Год рождения: 1964.

В 1991 г. окончил Рязанский радиотехнический институт. С 2009 г. по настоящее время – заместитель главного инженера по эксплуатации филиала «Рязань-энерго» «ОАО МРСК Центра и Приволжья».

**Лейман****Рихард Эмильевич**

Дата рождения: 14.08.1949 г.

В 1982 г. окончил Новосибирский электротехнический институт (НЭТИ).

С 2013 г. работает ведущим экспертом отдела РЗА и ПА Рязанского РДУ.

В 2012 году филиалом «Рязаньэнерго» ОАО «МРСК Центра и Приволжья» была произведена реконструкция ПС 110/6 кВ «Скопин» с заменой строительной части, всего силового оборудования и установкой нового ОПУ. РЗА на электро-механической элементной базе заменены на современные микропроцессорные. Особый подход в части реконструкции защит был применен к двум системообразующим параллельным ВЛ 110 кВ «Скопин-Заречная 1» и «Скопин-Заречная 2».

На каждой линии, со стороны ПС 110/6 кВ «Скопин», установлены микропроцессорные защиты НПП «ЭКРА»:

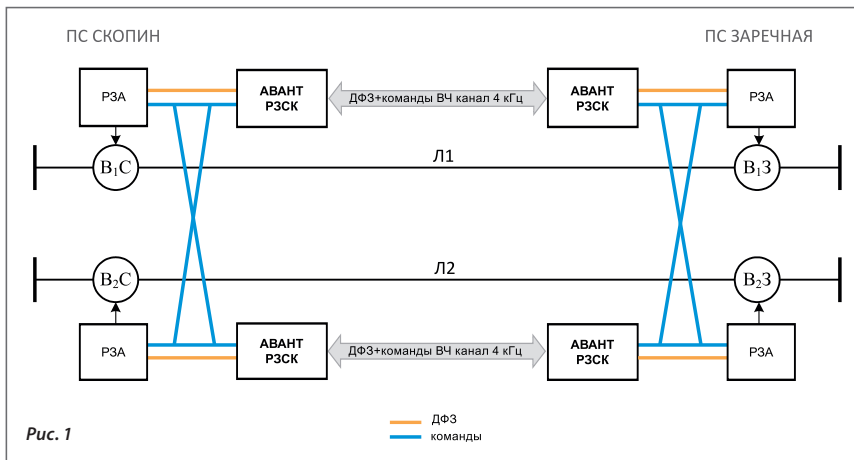
- комплект ДФЗ и резервных защит ШЭ 2607 087;
- комплект ступенчатых защит (КСЗ) ШЭ 2607 021;
- автоматика управления выключателем (АУВ) ШЭ 2607 019 с УРОВ и АПВ.

На ПС 220/110 кВ «Заречная», которая принадлежит филиалу ОАО «ФСК ЕЭС» – Приокское ПМЭС, пока остаются в работе старые защиты ДФЗ 201 и ЭПЗ 1636. В ближайшие годы должна быть проведена реконструкция ПС 220/110 кВ «Заречная», в результате которой на ней будут установлены точно такие же защиты, как и на ПС 10/6 кВ «Скопин».

В проекте выполнения защит линий «Скопин-Заречная 1, 2» было предусмотрено телеотключение (ТО) выключателей противоположного конца линии при работе защит на ПС 110/6 кВ «Скопин» и ПС 220/110 кВ «Заречная». Кроме того, ТО должно проводиться при работе УРОВ. При неуспешном АПВ и при работе УРОВ должен производиться запрет АПВ на противоположном конце линии.

В первоначальном варианте проекта организации каналов связи для ВЧ-защит и передачи команд ТО и запрета АПВ было предусмотрено использование традиционных приемопередатчиков ВЧ-защиты, а также передатчиков и приемников дискретных команд. При этом требовалось 12 аппаратов, занимающих для передачи и приема сигналов шесть частотных полос по 4 кГц с интервалами между ними. Но в процессе реконструкции филиалом «Рязаньэнерго» ОАО «МРСК Центра и Приволжья», по согласованию с филиалом ОАО «СО ЕЭС» Рязанское РДУ, было принято решение изменить первоначальный проект: использовать для передачи и приема сигналов ВЧ-защит и команд приемопередатчики АВАНТ РЗСК. Схема линии с выключателями и двумя ВЧ-каналами на аппаратуре АВАНТ РЗСК представлена на рис. 1.

АВАНТ РЗСК представляет собой принципиально новый приемопередатчик, обеспечивающий передачу сигналов ВЧ-защит и двустороннюю передачу четырех дискретных команд [1]. Передача всех сигналов осуществляется в полосе частот шириной 4 кГц. Сигналы и команды могут передаваться как одновременно, так и порознь. АВАНТ РЗСК может работать с дифференциально-фазными защитами и защитами с высокочастотной блокировкой, как электро-механическими, так и полупроводниковыми и микропроцессорными. Соединение с защитами выполняется по схеме, аналогичной схеме традиционных ВЧ-приемопередатчиков. Дискретные команды



передаются по одной в соответствии с системой приоритетов. Время передачи команд: 22-28 мс. Команды могут передаваться через место КЗ на линии. Параметры входов управления передачей команд и выходов команд аналогичны параметрам существующей аппаратуры для передачи команд. Контроль исправности канала в обоих направлениях осуществляется непрерывно. При увеличении затухания канала производится предупредительная сигнализация. Приемопередатчик построен на микропроцессорной элементной базе с цифровой

обработкой сигналов. Приемопередатчики выпускаются ООО «Прософт-Системы» (г. Екатеринбург) с октября 2010 года. А с 2011 года приемопередатчики аттестованы и допущены к применению в ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «МРСК».

Благодаря использованию АВАНТ РЗСК вместо ранее запроектированных передатчиков и приемников получена экономия восьми аппаратов и четырех частотных полос по 4 кГц.

При проектировании схемы передачи команд был принят такой принцип: команды ТО и запрета АПВ долж-

ны передаваться одновременно по двум ВЧ-каналам, образованным по своей и параллельной линиям. Этим обеспечивается весьма высокая надежность работы защиты линий. Схема распределения команд по каналам в направлении «Скопин-Заречная» приведена в табл. 1.

В направлении от ПС 220/110 кВ «Заречная» к ПС 110/6 кВ «Скопин» в настоящее время передаются команды на ТО выключателей В<sub>1С</sub> и В<sub>2С</sub> от защит ЭПЗ 1636, причем команда от защиты линии Л1 передается по ВЧ-каналу линии Л2 и наоборот. После реконструкции защит на ПС 220/110 кВ «Заречная» будет организована передача команд аналогично передаче в направлении «Скопин-Заречная».

В результате получены две защиты, работающие с временем Т=0 с (ДФЗ и взаимное ТО), плюс защиты противоположного конца (итого – 4 защиты).

ТО применено вместо ТУ (телеускорения) для полного резервирования защитами одного конца ВЛ защит противоположной стороны. ТО, в отличие от ТУ, не требует контроля работы защит двух сторон.

АПВ на линии применяется без контроля синхронизма (несинхронность исключена). Для опробования ВЛ, при неуспешном АПВ только с одной стороны, также использованы команды. При неуспешном АПВ с любой стороны АУВ, включившаяся первой, формирует команду «запрет АПВ».

Высокочастотные каналы АВАНТ РЗСК образованы по двум параллельным линиям длиной 21,4 км, идущим на общих двухцепных опорах. Расположение проводов бочкообразное без транспозиций (шестипроводная не транспонированная ВЛ). Каналы образованы по нижней фазе линии «Скопин-Заречная 1» и по средней фазе линии «Скопин-Заречная 2». Частоты каналов: Л1 92-96 кГц, Л2 194-198 кГц.

В процессе наладки ВЧ-каналов было произведено измерение затухания ВЧ-каналов, которое составило:

- для канала Л1 – 17 дБ;
- для канала Л2 – 16 дБ.

Табл. 1

Направление передачи	Управление передачей команд	Номер линии	Передача команд		Действие на приемной стороне
			ВЧ-канал	Номер команды	
Скопин (передача), Заречная (прием)	Выходное реле ШЭ 2607 087 УРОВ	Л1	Л1	К1	Телеотключение В <sub>13</sub>
		Л2	Л2	К1	Телеотключение В <sub>23</sub>
	Выходное реле ШЭ 2607 021	Л1	Л2	К2	Телеотключение В <sub>13</sub>
		Л2	Л1	К2	Телеотключение В <sub>23</sub>
АУВ при неуспешном АПВ УРОВ	Л1	Л1	К3	Запрет АПВ В <sub>13</sub>	
		Л2	К4		
	Л2	Л2	К3	Запрет АПВ В <sub>23</sub>	
		Л1	К4		



**Скитальцев**

**Владимир Семенович**

Дата рождения: 02.01.1927 г. В 1946 г. окончил Московский энергетический техникум, а в 1952 г. – Всесоюзный заочный политехнический институт. В 1964 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Передача отключающих сигналов для релейной защиты и системной автоматики» в МЭИ. С 1946 г. работает во ВНИИЭ.



**Вершинин**

**Александр Сергеевич**

Дата рождения 12.04.1983 г. В 2007 г. окончил Уральский государственный технический университет. Работает в ООО «Прософт-Системы» с 2008 г., в настоящее время – старший инженер ООО «Прософт-Системы».

Табл. 2

Подстанция	СКОПИН		ЗАРЕЧНАЯ	
	Л1	Л2	Л1	Л2
ВЧ-канал				
Выходной уровень передатчика (сигналы защиты и команд), дБм	+40	+40	+40	+40
Порог запираения приемника защиты, дБм	+1	+2	+1	+1
Порог срабатывания приемника команд, дБм	-9	-8	-9	-8

Были снижены выходные уровни сигналов передатчиков относительно номинальных значений в связи с малым затуханием ВЧ-трактов. Проведена регулировка чувствительности приемников защиты и команд с целью достижения заданного значения запаса по перекрываемому затуханию. Эти значения были заданы Рязанским РДУ с учетом необходимого запаса при гололёдно-изморозевых образованиях, а также того, что команды должны передаваться по поврежденной линии. Значения запасов:

- для канала защиты – 22дБ;
- для канала команд – 32 дБ.

Регулировки параметров передатчиков и приемников выполнялись программными средствами с помощью внешнего ПК.

Результаты измерения параметров каналов АВАНТ РЗСК приведены в таблице 2.

Были сняты фазные характеристики работы защиты ДФЗ на обоих концах линии, отклонения углов срабатывания защиты от номинального значения (61 эл. град.) не превышали 2 эл. град. Было проверено взаимодействие полуккомплектов защиты с приемопередатчиками.

На всех приемопередатчиках были установлены временные параметры передачи/приема команд:

- продолжительность передачи команды 50 мс;
- задержка на возврат при приеме команды 100 мс.

Была проведена проверка передачи и приема всех команд в обоих направлениях по двум каналам, как при пуске защиты, так и без него.

Были отрегулированы уставки срабатывания предупредительной сигнализации при

снижении уровня приема контрольного сигнала в приемниках на 6 дБ.

Комплекты защит с приемопередатчиками АВАНТ РЗСК ВЛ 110 кВ «Скопин-Заречная 1 и 2», описанные выше, были включены в работу с действием на отключение 15 сентября 2012 года.

Полученный опыт решения типичной задачи релейной защиты двух параллельных линий электропередачи, особенность которого заключается в использовании нового ВЧ-приемопередатчика АВАНТ РЗСК производства ООО «Прософт-Системы», может быть применен для ВЧ-каналов РЗ и ПА аналогичных ЛЭП.

**Литература:**

1. Скитальцев В.С., Кузьмина Т.П., Чирков А.Г., Чирков Ю.Г. Новый высокочастотный приёмопередатчик сигналов и команд релейной защиты АВАНТ РЗСК. //Энергетик 2012. №1.