

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Уфимский государственный авиационный технический университет

Ф. Р. Исмагилов, Ф. С. Ахматнабиев

## МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМ

*Допущено Редакционно-издательским советом УГАТУ  
в качестве учебного пособия для студентов всех форм обучения,  
для бакалавров, магистров направления  
140200 «Электроэнергетические системы и сети»*

Уфа 2009

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В конце 1990-х годов в эксплуатации появились микропроцессорные (цифровые) устройства релейной защиты и автоматики, сочетающие в себе функции защиты, автоматики, управления и сигнализации. Сейчас во всем мире идет процесс повсеместного перехода на устройства релейной защиты нового поколения. Для проведения на рынок электроэнергетики микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ) производители этих устройств, а также их многочисленные торговые представители проводят весьма активную рекламную кампанию, всячески восхваляя МУРЗ и принижая достоинства реле других типов. Большинство статей в технических журналах, посвященных МУРЗ, написано представителями компаний производителей МУРЗ и, естественно, направлено на рассмотрение их достоинств, но не на обсуждение реальных проблем.

Переход к цифровым устройствам релейной защиты и автоматики потребовал творческой переработки опыта, накопленного при создании электромеханических и микроэлектронных устройств РЗА. При этом было необходимо сохранить преимущества традиционной школы, двигаться дальше к усовершенствованию. Уникальный опыт России базируется на разработке и внедрении многих выдающихся технических решений в отечественной противоаварийной автоматике и релейной защите, которые вот уже 100 лет обеспечивают надёжное функционирование электрических станций, сетей и систем, поэтому до недавнего времени в стране не было больших катастрофических аварий, как во многих зарубежных энергосистемах. Но в области разработки новых микропроцессорных устройств релейной защиты имеется отставание от уровня зарубежных разработок.

С целью более разностороннего информирования о современной аппаратуре, в учебном пособии приводятся сведения, имеющиеся в каталогах зарубежных фирм, таких как AREVA (ALSTOM) ABB, Siemens, Schneider Electric и других.

Ввод в эксплуатацию защит нового поколения должен повысить точность и чувствительность РЗА, улучшить условия согласования защит, ввода новых ступеней защиты, что в конечном итоге должно увеличить надёжность электроснабжения потребителей.

## ВВЕДЕНИЕ

Слово «реле» происходит от глагола на французском языке «relayer» – сменить, заменить. Первыми реле в электроэнергетике были устройства для автоматической коммутации электрической цепи по сигналу извне. Сегодня реле представляет собой аппарат, реагирующий на воздействие физических величин тока, напряжения, давления, температуры, светового и звукового потока или изменение характеристик (свойств) материалов. Когда отклонение измеряемой величины оказывается выше (ниже) допустимого значения – «уставки», аппарат срабатывает и его группа электрических контактов, замыкаясь или размыкаясь, производит необходимые переключения в цепях управления, контроля, защиты и сигнализации. Основная, характерная черта релейного элемента – наличие двух состояний устойчивого равновесия и возможность быстрого перехода из одного состояния в другое по внешнему сигналу. Необходимая скорость срабатывания релейной защиты определяется проектом в зависимости от характера технологического процесса у потребителя и условиями работы самой энергоснабжающей сети. Иногда для сведения до минимума ущерба от возникших повреждений релейная защита должна обеспечивать полное отключение электрооборудования от источников питания в течение сотых долей секунды.

Наибольшее распространение получили электрические реле, реагирующие на силу тока, напряжение, частоту электрических колебаний. В электроэнергетике применяются и другие реле:

- электромагнитные реле, реагируют на изменение магнитного поля;
- магнитоэлектрические реле – на изменение направления и силы тока, протекающего по обмотке, вращающейся в постоянном магнитном поле;
- магнитные реле – на напряженность магнитного поля, магнитную индукцию или магнитную проницаемость, коэрцитивную силу;
- тепловые реле – на тепловой поток, температуру;
- оптические реле – на световой поток, освещенность, частоту световых колебаний;
- механические реле – на перемещение, скорость, давление, амплитуду колебаний и т. п.

Общепринятые закономерности выполнения релейной защиты в энергетике излагаются на основе классических схем на электромеханических реле, так как в этом случае легче воспринимаются принципы выполнения устройств РЗА и предъявляемые к ним требования. В дальнейшем происходит переход к изучению тех же функций на современной микроэлектронной и микропроцессорной базе на основе этой логики. Поэтому представляют интерес данные в части электромеханических систем РЗА, которые актуальны и в современных условиях, а в учебном пособии широко использовалась как ранее выпускавшаяся литература, так и книги современных авторов, также техническая информация фирм производителей современной цифровой релейной защиты. Основная их идея о том, что МУРЗ обеспечивают очень высокую надежность релейной защиты в отличие от старых электромеханических реле, у нас в стране не воспринимается однозначно. МУРЗ представляют собой сложные технические комплексы, состоящие из многих тысяч компонентов. Как и любые другие сложные электронные системы, они не могут не иметь недостатков и не могут обладать абсолютной надежностью, особенно когда они работают в электрических станциях, подстанциях и сетях. Но, если этот вопрос спорный, то, наверное, в технической литературе должно было бы быть достаточно много статей, рассматривающих технические проблемы микропроцессорных реле. К сожалению имеющиеся в технических журналах статьи, написаны, как правило, представителями компаний производителей МУРЗ и направлены на обзор технических преимуществ, но не на рассмотрение реальных проблем, возникающих при переходе на новые системы РЗА.

Материалы подготовлены для студентов и начинающих специалистов по релейной защите, перед которыми стоит задача полной (частичной) модернизации существующего, или ввода нового оборудования и выбора аппаратуры, наиболее пригодной для использования в современных реальных условиях. Для этого нужна как общая техническая информация по вопросам выполнения релейной защиты, так и конкретная информация по новой аппаратуре, методам выбора уставок и настройке.