

## 12. ШКАФЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

### 12.1 НАЗНАЧЕНИЕ

Современные комплектные микропроцессорные устройства обеспечивают выполнение всех функций, необходимых для присоединения. Кроме непосредственно функций основной и резервной защиты они обеспечивают также контроль за состоянием выключателя, телеуправление, местное управление из шкафа, или дистанционное управление по локальной сети, регистрацию событий, осциллографирование аварийных процессов, измерение текущих электрических величин, передачу этой информации на верхний уровень управления. Все это входит в функциональный объем одного или двух микропроцессорных устройств РЗА. Для того чтобы обеспечить связи устройства с оборудованием своего и смежных присоединений, требуется еще некоторое количество промежуточных реле, автоматы оперативного тока, резисторы, диоды и некоторые другие элементы. Для подключения внешних контрольных кабелей, локальной сети и прочих элементов требуется клеммник на значительное количество клемм.

Раньше все эти элементы располагались на нескольких панелях: основная защита, резервная защита, автоматика линии и выключателя, панель управления, панель измерения с измерительными преобразователями для телемеханики. Итого: четыре панели для линии 110 кВ, пять панелей для трехфазного трансформатора, семь панелей для линии 330 кВ.

Используя микропроцессорные устройства, все эти функции удастся поместить в одном шкафу, и только для линий напряжением 330 кВ и выше, а также мощных энергоблоков, у которых для надежности, требуется выполнить две самостоятельные системы защиты: группы “А” и “В”, питающиеся от отдельных аккумуляторных батарей, трансформаторов тока и напряжения, действующих на разные соленоиды отключения, требуется два отдельных шкафа. В один шкаф возможно поместить защиту и автоматику двух линий 110–220 кВ, двух трансформаторов, пяти присоединений 35 кВ и ниже.

Такое размещение дает значительную экономию труда и материалов: не требуются контрольные кабели для связи между панелями и необходимые им клеммы, остаются только связи со своим и чужими присоединениями. Сокращается объем монтажных работ и ошибки монтажа. Монтаж шкафа и большая часть его наладки могут быть выполнены в заводских условиях. Сокращается объем наладки на месте монтажа. Экономится площадь для размещения аппаратуры.

Ранее применявшиеся панели решено заменить шкафами, что также улучшает условия работы устройств. Уменьшается доступ пыли, аппаратура размещается на нескольких уровнях, с сохранением доступа к ней, запирающиеся дверцы шкафа улучшают ее сохранность. Может быть выполнено одностороннее обслуживание, что позволяет придвинуть шкаф к стене и сэкономить место.

Еще более эффективно применение типовых шкафов защиты. Шкафы выполняются по стандартным схемам, проверенным в эксплуатации, а значит, уменьшается вероятность ошибки, сокращаются трудозатраты по монтажу шкафа. Проекты выполняются по типовым схемам, что сокращает трудозатраты на проектирование, и опять-таки уменьшает вероятность ошибки. Персонал, обслуживающий устройства защиты, лучше знает типовое оборудование, что, в свою очередь, сокращает его трудозатраты и снижает вероятность его ошибок. В эпоху широкого внедрения электромеханических устройств РЗА более 95% устройств РЗА выполнялось на типовых панелях по типовым проектам. Существовал даже официальный запрет на применение нетиповых решений. По этой причине при внедрении микропроцессорных устройств защиты также задан и решается вопрос применения типовых схем и решений.

Фирма “Системы РЗА” разработала и предлагает к применению серию типовых шкафов релейной защиты и автоматики.

Шкафы защиты и автоматики предназначены для защиты, автоматики и управления выключателем линии или трансформатора напряжением 35–220 кВ. Шкафы предназначены для установки на щитах управления электростанций и подстанций. Кроме указанных шкафов фирма изготавливает малые шкафы для присоединений 35 кВ: линий и трансформаторов, которые изготавливаются как для внутренней, так и для наружной установки. Внешний вид шкафов показан на рис.12.1,12.2.



РШ - 13МА

Рис.12.1. Шкафы РЗА наружной установки.



ШЗАТ

ШЗАЛ

Рис.12.2. Внешний вид шкафов внутренней установки производства компании «Энергомашвин»

## 12.2. КОНСТРУКЦИЯ ШКАФОВ

Шкафы выполнены из листовой холоднокатаной стали толщиной 2 мм. К цельносварной раме из гнутого профиля крепятся боковые и задние стенки, двери, нижние и верхние люки с возможностью герметичного ввода кабелей, подставка, а также дополнительные конструкции. Защита от пыли достигается путем точного исполнения поверхностей рамы и крепящихся к ней конструкций, установкой между стыкующимися поверхностями резиновых уплотнителей. По заказу шкафы могут иметь прозрачную переднюю дверь, она может открываться в любую сторону, дверь имеет фиксатор для удержания двери в открытом положении с углом открытия до  $120^\circ$ . Для разделения зон обслуживания передняя дверь может быть двухстворчатой. По заказу шкаф может иметь заднюю непрозрачную дверь – при двухстороннем обслуживании, или не иметь ее – при одностороннем.

Монтаж оборудования в шкафы осуществляется при помощи перфорированных по всему периметру рамы прямоугольных отверстий  $10 \times 12$  мм. Для удобства монтажа шкафы могут иметь внутреннюю поворотную раму, которая обеспечивает одностороннее обслуживание. Для запираения дверей в шкафах используется замок ЗС-2. Конструкция замка ЗС-2 обеспечивает надежное закрывание двери, при необходимости без использования ключа, а также возможность опломбирования.

Покрытие поверхности шкафов выполнено порошковой термореактивной полиэстер-эпоксидной краской RAL-7032, которая наносится на предварительно обработанную антикоррозийным составом поверхность металла.

Используемые комплектующие – зажимы, автоматы, переключатели – евростандарт. Испытательные блоки из серии БИ.

Приемопередатчик для высокочастотной защиты устанавливается в верхней части внутри шкафа.

Общие технические данные шкафов:

Номинальный ток	5(1) А 50 Гц
Номинальное напряжение	100 В 50 Гц
Оперативные цепи	220 В (=)
Степень защиты, по ГОСТ14254-80	IP45
Габариты шкафа	1600 (2200) x600x600мм
Температурный диапазон	-25 - +55
Срок службы	25 лет

Устройства защиты оснащены портами передачи информации RS485 для их интегрирования в систему управления (например, MiCOM S10 фирмы ALSTOM), а в схеме шкафа предусмотрены цепи телеуправления по локальной сети.

В зависимости от назначения выпускаются шкафы для линий 110-220 кВ, для ВЛ-35 кВ, для ВЛ-330-500кВ, для защиты двухобмоточных или трехобмоточных трансформаторов 35–220 кВ, для генераторов и блоков. Кроме шкафов для устройств защиты выпускаются шкафа управления, центральной сигнализации.

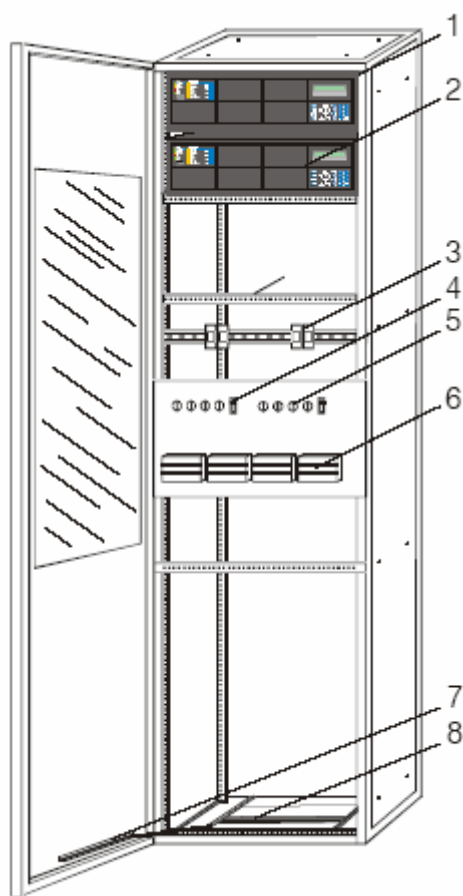
В России наибольшее распространение получили шкафы РЗА для присоединений 110-500 кВ серии ШЭ производства фирмы «ЭКРА». Шкафы практически всех производителей строятся на аналогичных принципах и отличаются в основном типами примененных в них терминалов РЗА.

## 12.3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ШКАФОВ

Ниже приводится ряд примеров выполнения шкафов различного назначения.

### Шкаф защиты и автоматики линии 110-220 кВ (вариант 1)

В шкафу установлены два независимых комплекта аппаратуры для защиты линии 110-220кВ. один комплект защиты используется как основной, другой как резервный для защиты линии 110-220кВ. Комплект применяется в случае, если не требуется применение быстродействующей защиты для отключения коротких замыканий на всем протяжении линии. Если быстродействующая защита требуется, резервная защита может быть ускорена путем передачи с конца в конец блокирующего или разрешающего импульса, позволяющего обеспечить мгновенное срабатывание защиты на всем протяжении линии. Указанный шкаф целесообразно применять также на подстанции выполненной по схеме мостика. В этом случае защиты направляются в разные стороны и действуют на выключатель мостика или каждый своей линии.



Внешний вид шкафа показан на рис. 12.3

Рис. 12.3. 1 вариант шкафа защиты линии 110кВ.

- 1 – основная защита D30 (REL521),
- 2 – резервная защита D30 (REL521),
- 3 – реле малогабаритные схемы управления,
- 4 – автоматы оперативного тока малогабаритные,
- 5 – переключатели (накладки),
- 6 – блоки испытательные БИ-4 и БИ-6,
- 7 – ограничитель двери,
- 8 – герметичные окна для ввода кабеля.

Два комплекта защиты разделены по цепям оперативного тока и токовым цепям, подключены к разным клеммникам и могут обслуживаться отдельно. При наличии на выключателе 2 соленоидов отключения основной и резервный комплект действуют на оба соленоида отключения, через внешние промежуточные реле, установленные внутри шкафа. По заказу может быть выполнено действие защиты на два выключа-

теля, подключение защиты на сумму двух комплектов трансформаторов тока.

Защита (используется реле D30) состоит из:

- трехступенчатой дистанционной защиты от междуфазных КЗ;
- трехступенчатой дистанционной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной МТЗ;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты обратной последовательности.

Реле D30 содержит также следующие функции автоматики: блокировка при качаниях, АПВ с контролем синхронизма, УРОВ, автоматика предотвращения асинхронного хода.

В реле реализован также ряд дополнительных функций защиты, автоматики и мониторинга согласно техническому описанию на реле D30.

В состав реле REL 521 входит шестиступенчатая ДЗ с БК и БНН, 4-х ступенчатая ТНЗНП, ТО, МТЗ, 2-х ступенчатая защита  $\rho I_2$ , АПВ и т.д.

Все комплекты защиты осуществляют измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

### Шкаф защиты и автоматики линии 110-220 кВ (вариант 2)

В шкафу установлены два независимых комплекта аппаратуры для защиты линии 110-220кВ. один комплект защиты используется как основной, другой как резервный для защиты линии 110-220кВ. Комплект применяется в случае, если не требуется применение быстродействующей защиты для отключения коротких замыканий на всем протяжении линии и если комплекта токовых защит достаточно для обеспечения резервирования защиты линии. В данном случае резервный комплект выполнен в виде многофункционального токового реле F650M (REF543). В качестве основной защиты используется, как и в варианте 1, комплект защиты D30

Внешний вид шкафа показан на рис. 12.4

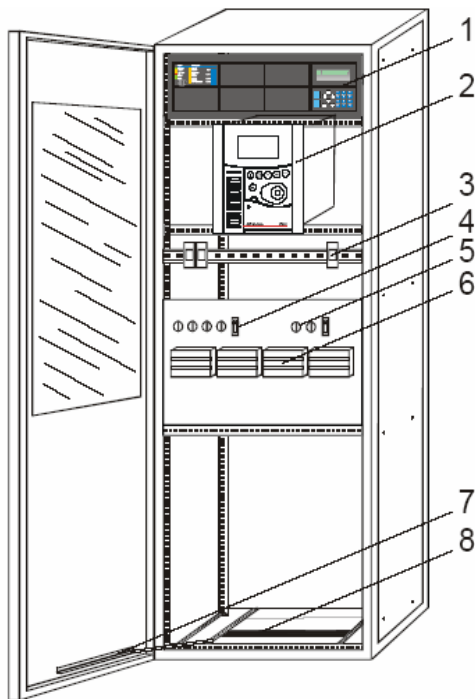


Рис. 12.4. Второй вариант шкафа для линии напряжением 110-220кВ.

- 1 – основная защита D30,
- 2 – резервная защита F650M (REF543),
- 3 – реле малогабаритные схемы управления,
- 4 – автоматы оперативного тока малогабаритные,
- 5 – переключатели (накладки),
- 6 – блоки испытательные БИ-4, БИ-6,
- 7 – фиксатор двери,
- 8 – раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.

Два комплекта защиты разделены по цепям оперативного тока и токовым цепям, подключены к разным клеммникам и могут обслуживаться отдельно. При наличии на выключателе 2 соленоидов отключения о на оба соленоиды отключения, через внешние промежуточные реле, установленные внутри шкафа. По заказу может быть выполнено действие защиты на два выключателя, подключение защиты на сумму двух комплектов трансформаторов тока.

Основная защита (используется реле D30) состоит из:

- трехступенчатой дистанционной защиты от междуфазных КЗ;
- трехступенчатой дистанционной защиты от замыканий на землю;

- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной МТЗ;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты обратной последовательности..

Реле D30 содержит также следующие функции автоматики: блокировка при качаниях, АПВ с контролем синхронизма, УРОВ, автоматика предотвращения асинхронного хода

Резервная защита реализована на реле F650M и состоит из:

- Двух(шести)ступенчатой направленной МТЗ;
- Двух(шести)ступенчатой направленной защиты от замыканий на землю;

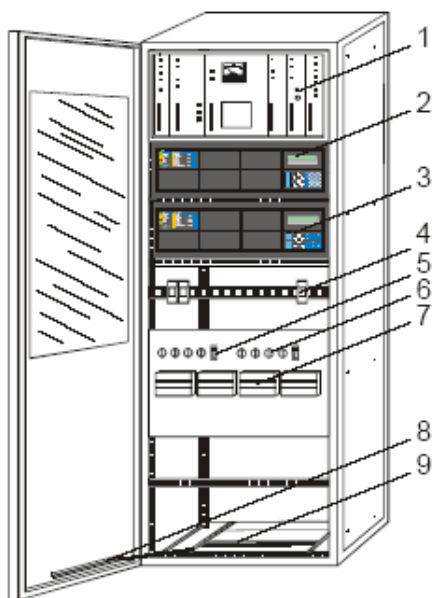
Реле содержит также дополнительные защит и функции АПВ и УРОВ.

В обеих защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

Обе защиты оснащены портами передачи информации RS485 для подключения к локальной сети, а в схеме шкафа предусмотрены цепи телеуправления по локальной сети.

### Шкаф защиты и автоматики линии 110-220 кВ (вариант 3)

В шкафу установлены два независимых комплекта аппаратуры для защиты линии 110-220кВ. один комплект защиты используется как основной, другой как резервный для защиты линии 110-220кВ. Предназначен для защиты транзитных линий 110-220 кВ.



Защиты, установленные в шкафу, разделены на два независимых комплекта: основной и резервный. В качестве основной защиты используется комплект дифференциально-фазной защиты L60, работающей на ВЧ канал совместно с приемопередатчиком ПВЗ, в качестве резервного - дистанционная защита от всех видов коротких замыканий D30. Оба комплекта фирмы GE. Эти защиты разделены по цепям оперативного тока и токовым цепям, подключены к разным клеммникам и могут обслуживаться отдельно. При наличии на выключателе 2 соленоидов отключения основной и резервный комплект действуют на оба соленоиды отключения, через внешние промежуточные реле, установленные внутри шкафа.

Рис. 12.5. третий вариант шкафа для линии напряжением 110-220кВ.

- 1 – ВЧ приемопередатчик ПВЗ,
- 2 – основная защита L60,
- 3 – резервная защита D30,
- 4 – реле малогабаритные схемы управления,
- 5 – автоматы оперативного тока малогабаритные,
- 6 – переключатели (накладки),
- 7 – блоки испытательные БИ-4 и БИ-6,

8 - фиксатор двери,

9 - раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.



Предусмотрена возможность перевода основной защиты L60 на обходной выключатель. По заказу может быть предусмотрена возможность действия защиты на два выключателя, подключение защиты на сумму двух комплектов трансформаторов тока. Внешний вид шкафа показан на рис. 12.5

**Основная защита.** В качестве основной защиты применяется дифференциально – фазная защита В реле L60 реализуются также следующие дополнительные функции:

- пятиступенчатая направленная/ненаправленная МТЗ;
- пятиступенчатая направленная /ненаправленная МТЗ от замыканий на землю;
- четырехступенчатая направленная/ненаправленная МТЗ по току обратной последовательности;
- одноступенчатая дистанционная защита с блокировкой при качаниях;
- защиты минимального (максимального) напряжения;
- АПВ;
- УРОВ;
- контроль положения и ресурса выключателя;
- определение расстояния до места КЗ

**Резервная защита** (используется реле типа D30) состоит из:

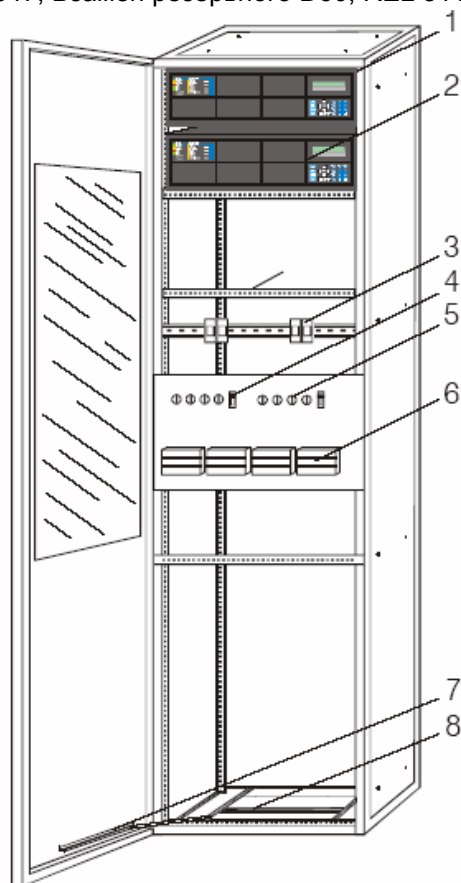
- трехступенчатой дистанционной защиты от междуфазных КЗ;
- трехступенчатой дистанционной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной МТЗ;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты обратной последовательности.

Реле D30 содержит также следующие функции автоматики: блокировка при качаниях, АПВ с контролем синхронизма, УРОВ, автоматика предотвращения асинхронного хода.

В обеих защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

Обе защиты оснащены портами передачи информации RS485 для подключения к локальной сети, а в схеме шкафа предусмотрены цепи телеуправления по локальной сети.

Взамен основного комплекта может быть использована дифференциально-фазная защита MiCOM P547, Взамен резервного D60, REL 511, REL 521; 7SA513.



Основная дифференциально-фазная защита L60 или MiCOM P547, использует в качестве каналов связи ВЧ связь по линиям электропередачи. Реле может быть подключено к любому высокочастотному приемопередатчику защиты российского, украинского и белорусского производства. При этом может потребоваться некоторая доработка приемопередатчика для согласования его характеристик с характеристиками защиты. При неисправности ВЧ канала автоматически вводится дистанционная или токовая ненаправленная защита.

При работе линии с отпайкой в комплекте L60 вводится дистанционный блокирующий орган для отстройки от короткого замыкания за трансформатором отпайки.

**Шкаф релейной защиты и автоматики ВЛ-110-220кВ (вариант 4).**

Шкаф предназначен для защиты линий 110-220кВ. Может использоваться для транзитной линии или для тупиковой, если требуется быстродействующее отключение коротких замыканий на всем протяжении линии.

Защиты, установленные в шкафу, разделены на два независимых комплекта: основной и резервный.

Рис.12.6. 4 вариант шкафа защиты линии 110кВ.

- 1 – резервная защита D30,
- 2 – основная защита L90 (REL561),
- 3 – реле малогабаритные схемы управления,
- 4 – автоматы оперативного тока малогабаритные,
- 5 – переключатели (накладки),
- 6 – блоки испытательные БИ-4 и БИ-6,
- 7 - фиксатор двери,

8 - раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.

В качестве основной защиты использована продольная дифференциальная защита с оптоволоконным каналом типа L90 (или REL561). Длина защищаемой линии в зависимости от применяемого излучателя и параметров оптоволоконной линии связи может достигать 150 км. Защита может применяться на двух или трехконцевой линии с установкой полукомплекта на каждом конце. На линии с отпайкой можно обойтись без установки полукомплекта на отпайке, используя входящий в комплект дистанционный орган, для отстройки от КЗ за трансформатором отпайки.

В реле L90 реализуются также следующие дополнительные функции:

- пятиступенчатая направленная/ненаправленная МТЗ;
- пятиступенчатая направленная /ненаправленная МТЗ от замыканий на землю;
- четырехступенчатая направленная/ненаправленная МТЗ потоку обратной последовательности;
- одноступенчатая дистанционная защита с блокировкой при качаниях;
- защиты минимального (максимального) напряжения;
- АПВ;
- УРОВ;
- контроль положения и ресурса выключателя;
- определение расстояния до места КЗ

Резервная защита (используется реле типа D30) состоит из:

- трехступенчатой дистанционной защиты от междуфазных КЗ;
- трехступенчатой дистанционной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной МТЗ;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты обратной последовательности.

Реле D30 содержит также следующие функции автоматики: блокировка при качаниях, АПВ с контролем синхронизма, УРОВ, автоматика предотвращения асинхронного хода.

В шкафу реализован также ряд дополнительных функций защиты, автоматики и мониторинга согласно техническому описанию на перечисленные реле.

В обеих защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

Обе защиты оснащены портами передачи информации RS485 для подключения к локальной сети, а в схеме шкафа предусмотрены цепи телеуправления по локальной сети.

### Шкаф релейной защиты и автоматики двух ВЛ-110-220кВ (вариант 5).

Шкаф предназначен для защиты двух линий 110-220кВ.

Защиты, установленные в шкафу, разделены на два независимых комплекта: основной и резервный (для каждой из линий).

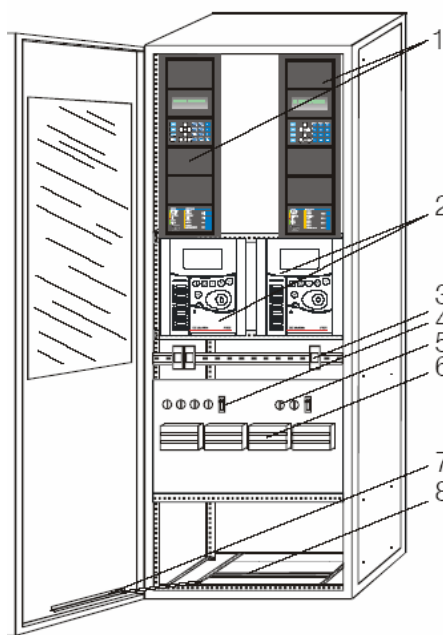


Рис.12.7. 5 вариант шкафа защиты линии 110кВ.

- 1 – основная защита D30,
- 2 – резервная защита F650M,
- 3 – реле малогабаритные схемы управления,
- 4 – автоматы оперативного тока малогабаритные,
- 5 – переключатели (накладки),
- 6 – блоки испытательные БИ-4, БИ-6,
- 7 – фиксатор двери,
- 8 – раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.

Шкаф предназначен для защиты двух линий 110-220кВ. Может использоваться для транзитной линии или для тупиковой, если возможно резервирование отключения коротких замыканий с помощью токовой защиты (направленной или ненаправленной).

Защиты, установленные в шкафу, разделены на два независимых комплекта: основной и резервный.

**Основная защита** (используется реле D30) состоит из

- трехступенчатой дистанционной защиты от междуфазных КЗ.;
- трехступенчатой дистанционной защиты от замыканий на

землю;

- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной МТЗ;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты обратной последовательности.

Реле D30 содержит также следующие функции автоматики: блокировка при качаниях, АПВ с контролем синхронизма, УРОВ, автоматика предотвращения асинхронного хода.

**Резервная защита** реализована на реле F650M и состоит из:

- Двухступенчатой направленной МТЗ;
- Двухступенчатой направленной защиты от замыканий на землю;
- 4 ступеней МТЗ с возможностью их направления.

Реле содержит также дополнительные защит и функции АПВ и УРОВ.

В обеих защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

Обе защиты оснащены портами передачи информации RS485 для подключения к локальной сети, а в схеме шкафа предусмотрены цепи телеуправления по локальной сети.

## Шкаф релейной защиты и автоматики двухобмоточного трансформатора

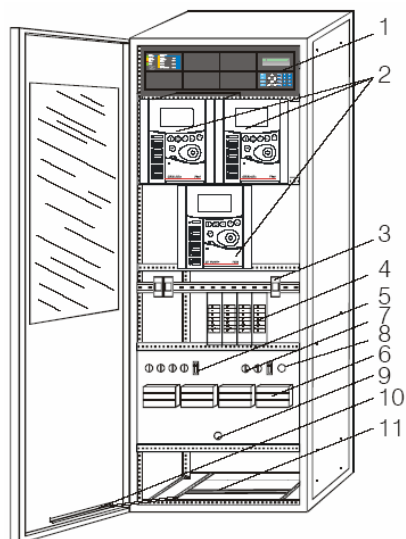


Рис.12.7. Вариант шкафа защиты двухобмоточного трансформатора.

- 1 - устройство Т60 (DTP),
- 2 - устройство F650M (MIFII),
- 3 - реле промежуточное малогабаритное,
- 4 - блок БСП,
- 5 - автомат малогабаритный,
- 6 - блок испытательный БИ-4 (БИ-6),
- 7 - переключатель,
- 8 - реле указательное,
- 9 - лампа сигнальная,
- 10 - фиксатор двери,
- 11 - раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.

В шкафу установлена аппаратура защиты и автоматики двухобмоточного трансформатора, включая аппаратуру РЗА вводов ВН и НН.

В качестве реле дифференциальной защиты используется реле Т60 (DTP).

В качестве резервной МТЗ на стороне высшего напряжения и для схемы автоматики выключателя стороны высшего напряжения применяется реле F650M (MIFII). Дополнительно, по заказу, может устанавливаться устройство автоматического переключения РПН трансформатора типа DTR.

В реле Т60 (DTP) реализована функция дифференциальной защиты. В реле Т60 также реализованы следующие функции:

- ТО и МТЗ с каждой стороны трансформатора;
- защита от замыкай на землю с каждой стороны трансформатора;

В реле реализован также ряд дополнительных функций согласно техническому описанию на реле.

Реализованные в реле Т60 МТЗ используются как основные МТЗ всех сторон трансформатора. Резервные МТЗ стороны ВН, F650M (MIFII).

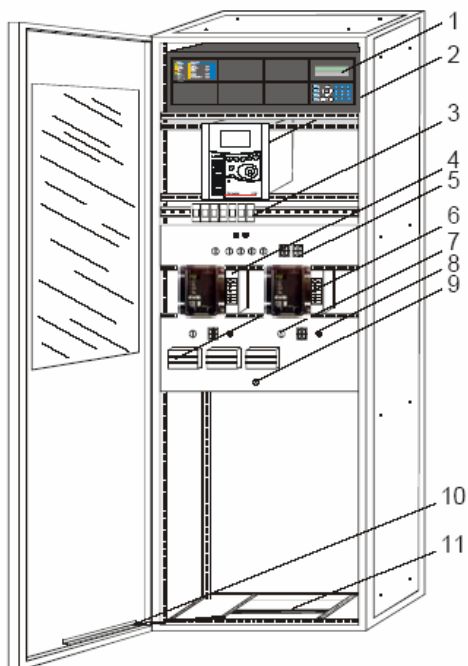
Схемы управления выключателей сторон ВН, СН и НН могут быть адаптированы под любой тип выключателя.

Во всех защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

Все защиты оснащены портом передачи информации RS485 для его интегрирования в систему управления.

*Примечание. Для трансформатора напряжением 35/10 кВ Энергомашвин выпускает малый шкаф защиты трансформатора см. рис.12.1. Он содержит два реле РНТ-565 или ДЗТ-11 (ЧЭАЗ), и трехступенчатое токовое реле УЗА-АТ-Т фирмы «Энергомашвин». Защита может быть использована как на переменном, так и на постоянном оперативном токе. В последнем случае используется дешунтирование на семисторах, входящее в состав реле УЗА-10 АТ-Т. Дифзащита действует на дешунтирование через то же реле. Может быть применен шкаф как внутренней, так и наружной установки.*

## Шкаф релейной защиты и автоматики трехобмоточного трансформатора



В шкафу установлена аппаратура защиты и автоматики двухобмоточного трансформатора, включая аппаратуру РЗА вводов ВН, СН и НН.

В качестве резервной МТЗ на всех сторонах напряжения и для схемы автоматики выключателей применяются реле F650M (MIFII). Дополнительно, по заказу, может устанавливаться устройство автоматического переключения РПН трансформатора типа DTR.

Рис.12.8. Вариант шкафа защиты трехобмоточного трансформатора.

- 1 - устройство Т60 (DTP), 2 - устройство F650M (MIFII),
- 3 - реле промежуточное малогабаритное, 4 - блок БСП,
- 5 - автомат малогабаритный,
- 6 - блок испытательный БИ-4 (БИ-6),
- 7 - переключатель, 8 - реле указательное,
- 9 - лампа сигнальная, 10 - фиксатор двери,
- 11 - раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.

В реле Т60 (ДТП) реализована функция дифференциальной защиты. В реле Т60 также реализованы следующие функции:

- ТО и МТЗ с каждой стороны трансформатора;
- защита от замыкай на землю с каждой стороны трансформатора;

В реле реализован также ряд дополнительных функций согласно техническому описанию на реле. Реализованные в реле Т60 МТЗ используются как основные МТЗ всех сторон трансформатора. Резервные

МТЗ сторон ВН, СН и НН выполнены на реле F650M (для MIFII – только для ВН).

Схемы управления выключателей сторон ВН, СН и НН могут быть адаптированы под любой тип выключателя.

Во всех защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров. Все защиты оснащены портом передачи информации RS485 для его интегрирования в систему управления.

### Шкафы защиты и автоматики линии 330-500 кВ

При разработке шкафов приняты следующие принципы:

Аппаратура разделена на 2 отдельных шкафа. В одном расположена основная защита, высокочастотный приемопередатчик ПВЗ, блок автоматики, управления и контроля одного из двух выключателей.

Во втором расположена резервная защита с аппаратурой передачи отключающего импульса.

С их помощью организуется вторая быстродействующая защита: телеускорение резервных защит. Там же расположен блок автоматики, управления и контроля второго выключателя.

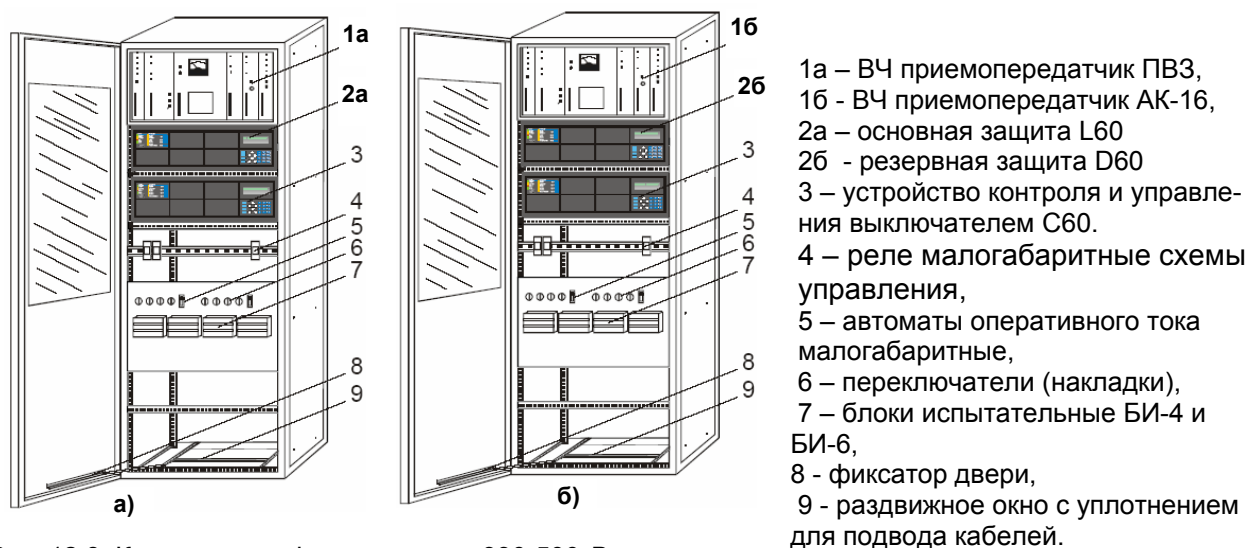


Рис. 12.8. Комплект шкафов для линии 330-500кВ.

а) С основной быстродействующей защитой. б) С резервной ускоряемой по телеканалу защитой.

Основная защита. В качестве основной защиты применяется дифференциально-фазная защита (ДФЗ) (используется реле типа L60). Оборудование в.ч. связи, включая приемопередатчик - обычные для СНГ.

В реле L60 реализуются также следующие дополнительные функции:

- 4-ступенчатая МТЗ от междуфазных и однофазных КЗ (направленная и ненаправленная);
- 4-ступенчатая МТЗ по I2 (направленная и ненаправленная);
- Защиты минимального (2ст) и максимального напряжения, максимального 3U0;
- Резервная одноступенчатая дистанционная защита;
- Блокировка при качаниях мощности и неисправности ТН;
- АПВ;
- УРОВ;
- Контроль синхронизма (2 ступени)
- Контроль положения и ресурса выключателя;
- Определение расстояния до места КЗ

В качестве резервной защиты применяется дистанционная защита (используется реле типа D60). Оборудование в.ч. связи, включая приемопередатчик - обычные для СНГ.

В реле D60 реализуются также следующие дополнительные функции:

- Дистанционная 4-х ступенчатая защита;
- Резервная ТО и МТЗ от междуфазных и однофазных КЗ (2 ступени);
- Резервная направленная МТЗ от междуфазных и однофазных КЗ (4 ступени);
- Резервная ТО, МТЗ, направленная МТЗ по току обратной последовательности (2 ступени);
- Блокировка при качаниях мощности;
- Контроль синхронизма (2 ступени);



- АПВ;
- УРОВ;
- контроль положения и ресурса выключателя;
- определение расстояния до места КЗ

Устройство контроля и управления выключателя (используется реле типа С60) состоит из:

- Трехступенчатое УРОВ одного или двух выключателей с пофазным контролем тока;
- Минимального напряжения каждой из фаз;
- Минимального и максимального напряжения;
- АПВ одно или трехфазное;
- Контроль синхронизма с выявлением  $\Delta U$  и/или  $\Delta f$ ;
- Контроль ресурса выключателя по  $I_2t$
- Управление одним или двумя выключателями.

Во всех устройствах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

Защиты оснащены портами передачи информации RS485 для подключения к локальной сети, а в схеме шкафа предусмотрены цепи телеуправления по локальной сети.

### Шкаф защиты и автоматики автотрансформатора 220/110/6(10) кВ

#### Назначение

Шкаф предназначен для защиты автотрансформаторов 220/110/6(10) кВ для которых требуется резервная дистанционная защита. Изображен простейший вариант с одним выключателем с каждой стороны и отсутствием нагрузки на стороне НН. Если первичная схема АТ более сложная : 2 выключателя на стороне ВН, секция с нагрузкой 6-10кВ, потребуется установка дополнительной аппаратуры в том же шкафу.

Защиты, установленные в шкафу, разделены на два независимых комплекта: основной и резервный.

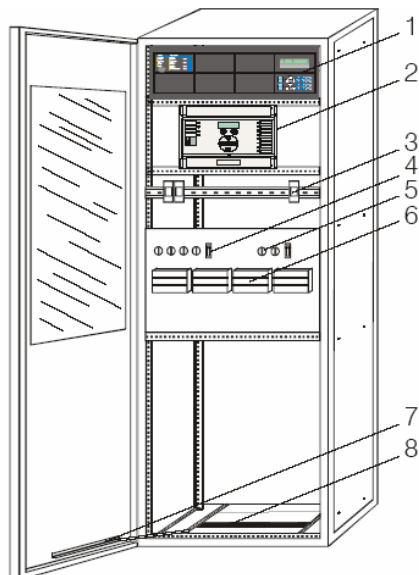


Рис. 12. 9. Шкаф защиты автотрансформатора 110-220 кВ с резервной дистанционной защитой.

- 1 – резервная защита D30,
- 2 – основная защита MICOM P633 или Siemens 7UT613,
- 3 – реле малогабаритные схемы управления,
- 4 – автоматы оперативного тока малогабаритные,
- 5 – переключатели (накладки),
- 6 – блоки испытательные БИ-4, БИ-6,
- 7 – фиксатор двери,
- 8 – раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.

Основная защита реализована на реле MICOM P633 или Siemens 7UT613 и состоит из:

- Дифференциальной защиты;
- Трехступенчатой токовой защиты;
- Защиты от замыканий на землю;
- Защиты от перегрузки;
- Защита по минимальному и максимальному напряжениям;
- Защита от понижения или повышения частоты

Резервная защита (используется реле D30) состоит из

- трехступенчатой дистанционной защиты от междуфазных КЗ;
- трехступенчатой дистанционной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной МТЗ;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты от замыканий на землю;
- двух(шести)ступенчатой направленной/ненаправленной защиты обратной последовательности.

Реле D30 содержит также следующие функции автоматики: блокировка при качаниях, АПВ с контролем синхронизма, УРОВ, автоматика предотвращения асинхронного хода

В обеих защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

Обе защиты оснащены портами передачи информации RS485 для подключения к локальной сети, а в схеме шкафа предусмотрены цепи телеуправления по локальной сети.

## Шкаф защиты и автоматики блока генератор-трансформатор

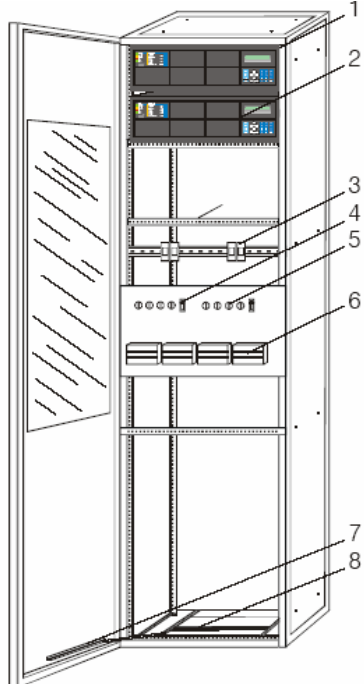
### Назначение

В шкафу установлена аппаратура защиты и автоматики генератора.

В качестве защиты генератора используется реле G60

В качестве реле защиты трансформатора связи и общей защиты блока используется реле T60.

Рис. 12. 9. Шкаф защиты блока трансформатор генератор. Шкаф имеет увеличенные габариты 2200x800x600мм



- 1 - устройство T60 ,
- 2 - устройство G60,
- 3 - реле промежуточное малогабаритное,
- 4 - автомат малогабаритный
- 5 - переключатель,
- 6 - блок испытательный БИ-4 (БИ-6),
- 7 - фиксатор двери,
- 8 - раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.

В шкафу установлен минимум аппаратуры требуемый для защиты блока генератор трансформатор. В шкафу имеется достаточно места для установки дополнительной аппаратуры: защиты ошиновки, дублирующей дифзащиты блока, защиты ротора и т.д.

В данном наборе предусматривается следующий набор защит.

В реле T60 реализована функция дифференциальной защиты блока. В реле T60 также реализованы следующие функции:

- ТО и МТЗ с каждой стороны трансформатора;
- защита от замыканий на землю с каждой стороны трансформатора;

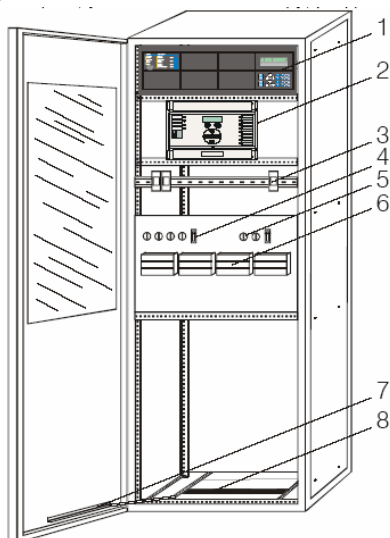
В реле может быть реализован также ряд дополнительных функций согласно техническому описанию на реле.

В реле G60 реализованы следующие функции защиты генератора:

- 100% защита статора от замыканий на землю по третьей гармонике;
- От потери возбуждения;
- Направления активной мощности;
- По току обратной последовательности;
- Двухступенчатая МЗ;
- Направленная МТЗ;
- Минимального напряжения;
- Максимального фазного /нулевой последовательности напряжения;
- Дифференциальная защита статора;
- От повышения и понижения частоты;
- Резервная дистанционная;
- Повышения напряжения обратной последовательности;
- Прекращения асинхронного режима;
- Контроля синхронизма.

Во всех защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров.

Все защиты оснащены портом передачи информации RS485 для его интегрирования в систему управления.



## Шкаф защиты и автоматики генератора

### Назначение

Шкаф предназначен для защиты генератора.

Защиты, установленные в шкафу, разделены на два независимых комплекта: основной и резервный. Практически второй комплект дублирует первый, позволяя в каждом комплекте иметь полноценный набор защит генератора.

Рис. 12. 9. Шкаф защиты генератора.

- 1 – основная защита G60,
- 2 – резервная защита MICOM P342 (P343),
- 3 – реле малогабаритные схемы управления,
- 4 – автоматы оперативного тока малогабаритные,
- 5 – переключатели (накладки),
- 6 – блоки испытательные БИ-4, БИ-6,
- 7 – фиксатор двери,
- 8 – раздвижное окно с уплотнением для подвода кабелей.

Основная защита реле G60 включает в себя следующие функции защиты генератора:

- 100% защита статора от замыканий на землю по третьей гармонике;
- От потери возбуждения;
- Направления активной мощности;
- По току обратной последовательности;
- Двухступенчатая МЗ;
- Направленная МТЗ;
- Минимального напряжения;
- Максимального фазного /нулевой последовательности напряжения;
- Дифференциальная защита статора;
- Прекращения асинхронного режима;
- Контроля синхронизма.

Резервная (дублирующая) защита реализована на реле MICOM P342 (P343) и состоит из:

- Дифференциальной защиты генератора (P343);
- Ненаправленной МТЗ;
- Ненаправленной защиты от замыканий на землю;
- Защита от перевозбуждения;
- Резервной дистанционной;
- Повышения напряжения обратной последовательности;
- Направления активной мощности;
- По току обратной последовательности;
- От повышения и понижения частоты;
- От несанкционированного включения выключателя (P343).

В обеих защитах осуществляются измерения, осциллографирование, запись аварийных параметров. Обе защиты оснащены портами передачи информации RS485 для подключения к локальной сети, а в схеме шкафа предусмотрены цепи телеуправления по локальной сети.

Ниже, в таблице 12.1 приведена основная номенклатура шкафов РЗА а в таблицах 12.2, 12.3 основные технические данные применяемой аппаратуры поставки зарубежных фирм.

Таблица 12.1.

**Основная номенклатура шкафов РЗА производства ЭМВ**

<b>35 кВ</b>		
1	Шкаф защиты двух линий 35 кВ с MiCOM P123	ШЗАЛ_02/C000
2	Шкаф защиты трех линий 35 кВ с MiCOM P123	ШЗАЛ_03/C000
3	Шкаф защиты и автоматики двух секций (2 ввода, 2ТН, СВ, с АВР и АЧР) с MiCOM P123, P922	ШЗА_СИ
4	Шкаф защиты и автоматики трансформатора 35/6 кВ с 7УТ612 и 7SJ602	ШЗАТ_02/G7000
5	Шкаф защиты и РПН трансформатора 35/6 кВ с УЗА_АТ_Т и УЗА_10В.4	ШЗАТ_02/H000P
6	Шкаф защиты трансформатора 35/6 кВ с MiCOM P632 и P123	ШЗАТ_02/B3000
<b>110- 220 кВ</b>		
7	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с MiCOM P547 и ПВЗ	ШЗАЛ_01/L000
8	Шкаф защиты и управления кабельной линии 110–220 кВ с MiCOM P543 и P541	ШЗАЛ_01/KI00
9	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с MiCOM P547 и MiCOM P441	ШЗАЛ_01/LH00
10	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с MiCOM P441	ШЗАЛ_01/H000
11	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с MiCOM P547 и MiCOM P435	ШЗАЛ_01/LG00
12	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с MiCOM P541 и MiCOM P441	ШЗАЛ_01/IH00
13	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с MiCOM P441 и P127	ШЗАЛ_01/HF00
14	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с L60 и ПВЗ	ШЗАЛ_01/N000
15	Шкаф защиты и автоматики линии 110–220 кВ с D30 и F650	ШЗАЛ_01/MR00
16	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с L90 и D30	ШЗАЛ_01/PM00
17	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с L60 и D30	ШЗАЛ_01/NM00
18	Шкаф защиты линии 110–220 кВ с L60 и D60	ШЗАЛ_01/N(M)00
19	Шкаф защиты линии и ОВ 110–220 кВ с D30	ШЗАЛ_01/MM00
20	Шкаф защиты линии и ОВ 110–220 кВ с 7SA611	ШЗАЛ_01/QQ00
21	Шкаф защиты двух линий 110–220 кВ с MiCOM P441	ШЗАЛ_02/H000
22	Шкаф защиты двух линий 110–220 кВ с D30	ШЗАЛ_02/M000
23	Шкаф защиты двух линий 110–220 кВ с D30 и F650	ШЗАЛ_02/MR00
24	Шкаф защиты обходного выключателя 110–220 кВ с MiCOM P441	ШЗАОВ_02/H000
25	Шкаф защиты обходного выключателя 110–220 кВ с D30	ШЗАОВ_02/M000

Продолжение таблицы 12.1.		
26	Шкаф защиты секционного выключателя 110–220 кВ с MiCOM P123	ШЗАСВ_01/C000
27	Шкаф защиты, автоматики и РПН трансформатора 110/35/10 кВ с MiCOM P633 и P123	ШЗАТ_03/C300P
28	Шкаф защиты и автоматики трансформатора 110/10/6 кВ с MiCOM P633 и P123	ШЗАТ_03/C3000
29	Шкаф защиты и автоматики трансформатора 110/6/6 кВ с MiCOM P633 и P127	ШЗАТ_03/C4000
30	Шкаф защиты и автоматики трансформатора 110/10 кВ с MiCOM P632 и P123	ШЗАТ_02/B3000
31	Шкаф защиты, автоматики и РПН трансформатора 110/35/10 кВ с T60 и MIF II	ШЗАТ_03/D500P
32	Шкаф защиты, автоматики трансформатора 110/10 кВ с T60 и MIF II	ШЗАТ_02/D5000
33	Шкаф защиты и РПН трансформатора 110/6 кВ с T60 и F650	ШЗАТ_02/E600P
34	Шкаф защиты трансформатора 110/35/6 кВ с T60 и F650	ШЗАТ_03/E6000
35	Шкаф защиты и автоматики трансформатора 110/6/6 кВ с RET316 и Siprotec 7UT513	ШЗАТ_03/F8000
36	Шкаф защиты блока генератор_трансформатор и реактора с G60, MiCOM P633, MX3DPT3A, MIFII	ШЗАГТ/1211
37	Шкаф защиты блока генератор_трансформатор и отпайкой на СН с MiCOM P343, MiCOM P633, MX3DPT3A, MiCOM P123	ШЗАГТ/2211
38	Шкаф защиты блока генератора трансформатора и отпайкой на СН с генераторного напряжения с T60, T35, G60, MIF II	ШЗАГТ/1141
39	Шкаф защиты блока генератор_трансформатор с G60, MiCOM P632, MX3DPT3A	ШЗАГТ/1310
40	Шкаф управления двухтрансформаторной подстанции с количеством выключателей до 24 с C30	ШЗАУ_ПС_02
41	Шкаф управления блока генератора трансформатора с C60	ШЗАУ_ГТ_01
42	Шкаф защиты одной_двух секций (систем шин) 110–220 кВ с числом присоединений на секцию до 6 с B30	ШЗАШ_2/1
43	Шкаф защиты системы шин (в том числе секционированной) 110–220 кВ с числом присоединений до 24 с B90	ШЗАШ_2/2
<b>330- 500 кВ</b>		
44	Шкаф основной защиты линии 330–500 кВ с REL521	ШЗАЛ_01/S000
45	Шкаф основной защиты линии 330–500 кВ с MiCOM P547 и ПВЗ	ШЗАЛ_01/L000
46	Шкаф основной защиты линии 330–500 кВ с L60 и ПВЗ	ШЗАЛ_01/N000
47	Шкаф защиты линии и ускорения по ВЧ каналу с REL521 и АКА_16	ШЗАЛ_01/S000
48	Шкаф защиты линии и ускорения по ВЧ каналу с MiCOM P435 и АКА_16	ШЗАЛ_01/G000
49	Шкаф защиты линии и ускорения по ВЧ каналу с D60 и АКА_16	ШЗАЛ_01/(M)000
50	Шкаф защиты линии и ускорения по ВЧ каналу с 7SA513 и 7VK512 и АКА_16	ШЗАЛ_01/T000
51	Шкаф резервной защиты линии и АПВ с 7SA513 и 7VK512	ШЗАЛ_02/T000
52	Шкаф УРОВ и АПВ линии с 7SV512 и 7VK512	ШЗАЛ_РА/22
53	Шкаф УРОВ линии 330_500 кВ с 7SV512	ШЗАЛ_Р/20
54	Шкаф защиты и автоматики автотрансформатора 330–500 кВ с MiCOM P633, P433, P123	ШЗАТ_АТ/222
55	Шкаф защиты и автоматики автотрансформатора 330–500 кВ с T60, D30, MIF II	ШЗАТ_АТ/111
56	Шкаф защиты ошиновки автотрансформатора или блока 330–500 кВ с MiCOM P633	ШЗАОШ_1/4
57	Шкаф защиты ошиновки автотрансформатора или блока с T35	ШЗАОШ_1/3
58	Шкаф защиты линии с L90 и УЗА_10А.2	ШЗАЛ_01/PU00
59	Шкаф центральной сигнализации с БСП_05	ШЗА_ЦС



Таблица 12.2.

## Аппаратура фирмы Джeneral Электрик (GE)

### 12.2.1. Семейство микропроцессорных реле серии M

	Код ANSI	MIF	MIG	MIN	MIP	MIV	MIW
Понижение напряжения фазное	27P				X	X	
Сброс мощности	32LF						X
Реверс мощности	32RP						X
Потери возбуждения	40						X
Тока обратной последовательности	46		X				
Несимметрия напряжений	47					X	
Перегрузка с тепловой характеристикой	49	X	X				
Повышения напряжения нулевой последовательности	59N				X	X	
Фазная токовая отсечка	50PH/ 50PL	X	X				
Отсечка от замыканий на землю	50NH/ 50NL	X	X	X			
Фазная максимальная токовая защита	51P	X	X				
Земляная максимальная токовая защита	51N	X	X	X			
Повышение напряжения фазное	59P				B.1	X	
Обрыв фазы	VTFF				B.2		X

### 2.2.2. Семейство универсальных микропроцессорных реле серии UR

Функция	Код ANSI	C30	C60	D30	D60	F35	F60	G60	L60	L90	M60	T35	T60
Дистанционная от замыканий на землю	21G			3	4				1	1			
Дистанционная от междофазных замыканий	21P			3	4			1	1	1			
Понижение напряжения фазное	27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Понижение напряжения третьей гармоники	27TN							X					
Обратной мощности	32							X					
Потери возбуждения	40							X					
Тока обратной последовательности	46							X			X		
Перегрузка с тепловой характеристикой	49										X		
Дифотсечка / дифзащита	50/87	X										X	X
УРОВ	50BF		X	X	X		X	X	X	X			
Фазная токовая отсечка	50P	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Земляная отсечка по входу 3I <sub>0</sub>	50G			X	X	X	X	X	X	X	X		X
Отсечка по расчетному току в нейтрали ТТ	50N			X	X	X	X	X	X	X	X		X
Токовая отсечка обратной последовательности	50-2			X	X		X	X	X	X			
Фазная максимальная токовая защита	51P			X	X	X	X	X	X	X			X
Земляная максимальная токовая защита по входу 3I <sub>0</sub>	51G			X	X	X	X	X	X	X	X		X
Максимальная токовая защита по расчетному току в нейтрали ТТ	51N			X	X	X	X	X	X	X			X
Токовая защита обратной последовательности	51-2			X	X		X	X	X	X			
Повышение напряжения фазное	59P			B.1	B.		X	X	X	X	X		X
Повышение напряжения обратной последовательности	59-2			B.	B.		X	X			X		
100% защита статора от замыканий на землю	64TN			B.	B.			X					
Фазная максимальная токовая защита направленная	67P			B.	B.		X	X		X			X
Направленная защита от замыканий на землю в нейтрали ТТ	67N			B.	B.		X	X		X			X
Направленная защита обратной последовательности	67-2			B.	B.		X						
Блокировка при качаниях	68			B.	B.			X	X	X			
АПВ	79		X	B.	B.	X	X		X				
Понижения частоты	81U			B.	B.	X	X	X					X
Повышения частоты	81O			B.	B.		X	X					
Дифзащита	87	X		B.	B.			X			X	X	X
Продольная дифзащита линии	87L			B.	B.					X			
Дифференциально-фазная защита	87PC			B.	B.				X				
Контроль синхронизма	78			B.	B.								

### Цифровое устройство управления присоединением F650

#### Защита

- МТЗ с выдержкой времени с ограничением по напряжению
- Мгновенная МТЗ фаз (два элемента)
- Мгновенная и с выдержкой времени защита нейтрали по току, вычисленному из фазных токов
- ТЗ от замыканий на землю с выдержкой времени и мгновенная

- ТЗ обратной последовательности с выдержкой времени
- Орган направления мощности для фаз, нейтрали и защиты от замыканий на землю
- Защита минимального и максимального напряжения фаз
- Защита максимального напряжения обратной последовательности
- Защита от перегрузок с помощью тепловой модели
- УРОВ
- Определение повреждений плавких предохранителей (контроль цепей напряжения)

#### Входы/выходы

- 5 токовых входов (3 для фаз, 1 для нейтрали, 1 для чувствительного органа от замыканий на землю)
- 4 входа напряжения (3 для фаз, 1 для шин или дополнительного напряжения)
- Программируемые цифровые входы и выходы
- Контроль катушек включения и отключения

#### Управление

- Четырехкратное АПВ
- Устройство контроля синхронизма

#### Прочее

- 4 записи осциллограмм
- Устройство обнаружения места к.з.
- Синхронизация IRIG-B

Таблицы 12.3.

### МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ, АВТОМАТИКИ ФИРМЫ «AREVA»

#### 12.3.а. Токовые ненаправленные MiCOM P120

Функции	P124					
	P 120	P 121	P 122	P 123	Пит. от тока	Пит. от тока и на-пряж.
Однофазная МТЗ или ЗНЗ (50/51 или 50N/51N) - 3 ст .	X				X	X
Трехфазная МТЗ и ЗНЗ (50/51 и 50N/51N) - 3 ст .		X	X	X	X	X
Защита от перегрузки (49)			X	X	X	X
Минимального тока (37)			X	X		X
Защита по току обратной последовательности (46)			2 ст .	2 ст .		X
Две группы уставок			X	X		X
Обнаружение обрыва провода			X	X		X
Обнаружение неисправности выключателя (50BF)			X	X		X
Контроль и управление выключателем			X	X		X
Датчик начальной нагрузки (пуск -наброс )			X	X		X
Селективная логика			X	X		X
Защелкивание выходных реле (86)	X	X	X	X		X
Четырехкратное АПВ (79)				X		X
Дополнительный блок расширения функций с реле и АПВ - по заказу	X	X				
Кол -во групп уставок	1	1	2	2	1	2
Кол -во дискретных входов	2	2	3	5		
Кол -во программируемых выходов	4	4	6	8		5
Отключение от конденсаторов					X	X
Переключающееся выходное реле					X	X
Выходное реле контроля исправности	X	X	X	X	X	X
Магнитный указатель срабатывания					X	X
Измерение действующих значений (до 10-ой гармоники )	X	X	X	X		X
Регистрация событий			X	X		X
Регистрация и переходных процессов			X	X		X
Порт RS485 для подключения локальной сети связи X		X	X	X		X
Порт RS232 на лицевой панели для загрузки уставок			X	X		X
Протоколы связи MODBUS, Courier или МЭК 60870-5-103	X	X	X	X		
8 светодиодов, включая 4 программируемых	X	X	X	X		

### 12.3.6. Токовые направленные MiCOM P120 -140

Функции	P125	P126	P127	P141	P142	P143
Направленная или ненаправленная МТЗ			3	4	4	4
Ненаправленная МТЗ		3				
Направленная или ненаправленная ЗНЗ	3	3	3	4	4	4
Высокочувствительная ЗНЗ (4 ст .)				4	4	4
Фазная защита минимального тока		•	•	•	•	•
Защита минимального тока нулевой последовательности				•	•	•
ЗНЗ по мощности нулевой последовательности	•	•	•	•	•	•
Дифференциальная ЗНЗ				•	•	•
Селективная логика МТЗ		•	•	•	•	•
Загрубление /очувствление защиты при включении				•	•	•
МТЗ с контролем напряжения				•	•	•
Направленная или ненаправленная МТЗ обратной последовательности				•	•	•
Защита от перегрузки		•	•	•	•	•
Защита от повышения /понижения напряжения (2 ст .)		•	•	•	•	•
Защита повышения напряжения нулевой последовательности (2 ст .)	4	4	4	2	2	2
Защита от повышения напряжения обратной последовательности				•	•	•
Контроль синхронизма						•
Защита от понижения частоты (4 ст .)				•	•	•
Защита от повышения частоты (2 ст .)				•	•	•
Защита от обрыва провода		•	•	•	•	•
УРОВ		•	•	•	•	•
Контроль цепей напряжения				•	•	•
Контроль цепей тока				•	•	•
Трехфазное четырехкратное АПВ с вычислением суммыотключённых токов КЗ		•	•		•	•
Управление выключателем		•	•	•	•	•
Программируемая схема логики		•	•	•	•	•
Кол -во групп уставок	1	2	2	4	4	4
Кол -во дискретных входов , не более	4	7	7	8	16	24
Кол -во выходных реле , не более	6	8	8	7	15	23

### 12.3.в. Дистанционные защиты линии

Функции	P 430	P433	P435	P437	P439	P441	P442	P433
Дистанционная МФ КЗ	6	6	6	6	6	5	5	5
Дистанционная ОФ КЗ	6	6	6	6	6	5	5	5
Прямоугольные или круговые характеристики отключения	•	•	•	•	•			
Прямоугольные характеристики отключения						•	•	•
Возможность контроля и управления шестью аппаратами					•			
Работа «по памяти »	•	•	•	•	•	•	•	•
Компенсация влияния параллельной линии				•		•	•	•
защита с передачей информации	•	•	•	•	•	•	•	•
МТЗ (4 ст .)	•	•	•	•	•	•	•	•
Только трехполюсное отключение	•	•			•	•		
Одно и трехполюсное отключение			•	•			•	•
Защита от повышения /снижения напряжения (4 ст .)	•	•	•	•	•			
Тепловая защита	•	•	•	•	•	•	•	•
Ускорение при включении на КЗ	•	•	•	•	•	•	•	•
МТЗ с зависимой и с независимой характеристикой срабатывания	•	•	•	•	•	•	•	•
Резервная ЗНЗ с зависимой и с независимой характеристикой срабатывания	•	•	•	•	•	•	•	•
Определение направления при замыканиях на землю в сети с изолированной /компенсированной нейтралью	•	•	•		•			
Защита и сигнализация от замыканий на землю в системах с глухозаземленной нейтралью			•	•	•	•	•	•
Блокировка при качаниях мощности	•		•	•		•	•	•
Контроль исправности цепей напряжения	•	•	•	•	•	•	•	•
Контроль исправности цепей тока	•	•	•	•	•	•	•	•
УРОВ	•	•	•	•	•	•	•	•
Направленная защита по мощности	•	•	•	•	•			
Контроль синхронизма			•	•				
Только трехполюсное АПВ (четырёхкратное )	•	•			•			

Одно и трехполюсное АПВ (четыреждыкратное )	.	.	.	.	.	.	.	.
Защита от повышения /понижения напряжения (2 ст .)	.	.	.	.	.	.	.	.
Защита от повышения напряжения нулевой последовательности (2 ст .)	.	.	.	.	.	.	.	.
Программируемая схема логики	.	.	.	.	.	.	.	.
Кол -во групп уставок	4	4	4	4	4	4	4	4
Кол -во дискретных входов (макс .)	2	16	28	28	40	8	16	24
Кол -во выходных реле (макс .)	3	24	40	40	20	14	21	32

### 12.3.г. Продольные дифференциальные защиты линии

Функции	P541	P542	P543	P544	P545	P546	P547
2 и 3 тупиковых линий /кабелей	.	.	.	.	.	.	.
Защита фидеров с трансформаторами в зоне конфигурация из двух выключателей	.	.	.	.	.	.	.
Дифференциальная токовая защита	.	.	.	.	.	.	.
Дифференциально-фазная защита	.	.	.	.	.	.	.
Прямое отключение и пуск от дальнего полуконтакта	.	.	.	.	.	.	.
Оптоволоконные каналы сигнализации	.	.	.	.	.	.	.
Канал ВЧ связи	.	.	.	.	.	.	.
Компенсация времени прохождения сигнала	.	.	.	.	.	.	.
Только трехполюсное отключение	.	.	.	.	.	.	.
Одно и трехполюсное отключение	.	.	.	.	.	.	.
Четыреждыкратное трехфазное АПВ	.	.	.	.	.	.	.
Четыреждыкратное одно /трехфазное АПВ	.	.	.	.	.	.	.
Контроль синхронизма	.	.	.	.	.	.	.
Ненаправленная МТЗ	.	.	.	.	.	.	.
Ненаправленная ЗНЗ	.	.	.	.	.	.	.
Чувствительная ЗНЗ	.	.	.	.	.	.	.
Направленная МТЗ (4 ст .)	.	.	.	.	.	.	.
Направленная ЗНЗ (4 ст .)	.	.	.	.	.	.	.
Направленная чувствительная ЗНЗ	.	.	.	.	.	.	.
Направленная ЗНЗ по мощности	.	.	.	.	.	.	.
Фазная защита минимального тока	.	.	.	.	.	.	.
Защита минимального тока нулевой последовательности	.	.	.	.	.	.	.
Дистанционная защита (прямоугольные характеристики срабатывания , 3 зоны )	.	.	.	.	.	.	.
Блокировка при качаниях	.	.	.	.	.	.	.
Защита от тепловой перегрузки	.	.	.	.	.	.	.
Обнаружение местоположения КЗ	.	.	.	.	.	.	.
Обнаружение обрыва провода	.	.	.	.	.	.	.
Контроль цепей напряжения	.	.	.	.	.	.	.
Контроль и управление выключателем	.	.	.	.	.	.	.
УРОВ	.	.	.	.	.	.	.
Контроль цепи отключения	.	.	.	.	.	.	.
Программируемая схема логики	.	.	.	.	.	.	.
Кол-во групп уставок	4	4	4	4	4	4	4
Кол-во дискретных входов	8	16	16	16	24	24	8
Кол-во выходных реле	7	14	14	14	32	32	7

### 12.3.д. Устройства защиты трансформаторов

Функции	P631	P632	P633	P634
	2 обмот	2 обмот	3 обмот	4 обмот
Дифференциальная защита (3 участка с различными углами наклона )	—	2	3	3
Дифференциальная защита от замыканий на землю (3 участка с различными углами наклона )	—	2	3	3
МТЗ с независимой характеристикой (3ст)	2	2	3	3
МТЗ с обратнозависимой характеристикой(3 ст .)	2	2	3	3
Защита от тепловой перегрузки (2 ст .)	1	1	2	2
Защита от повышения /понижения частоты (4 ст .)	—	1	1	1
Защита от повышения напряжения (2 ст .)	—	1	1	1
Защита от понижения напряжения (2 ст .)	—	1	1	1
Контроль максимальных значений	2	2	3	3
Программируемая схема логики	1	1	1	1
Фазного тока	2х3	2х3	3х3	4х3
Остаточного тока или тока нейтрали	—	2	3	3
Напряжения	—	1	1	1
Входы с гальванической развязкой (по заказу)	4	4 - 34	4 - 40	4 - 34
Выходные реле (по заказу)	8 - 14	8 - 22	8 - 30	8 - 22
Вход от 0 до 20 м А	—	1	1	1
Вход РТ 100	—	1	1	1
Выход от 0 до 20 м А	—	2	2	2



### 12.3.е. Защиты генераторов

Коды ANSI	Функции	P341	P342	P343
87G	Дифференциальная защита генератора			•
27TN	100% 3НЗ обмотки статора			•
50/51	Ненаправленная МТЗ(2 ст.)		•	•
50N/51N	Ненаправленная 3НЗ(2 ст.)		•	•
67	Направленная/ненаправленная МТЗ(4 ст.)	•		
67N	Направленная/ненаправленная 3НЗ(4 ст.)	•		
df/dt	Защита по скорости изменения частоты	•		
dV∅	Защита по смещению векторов напряжения	•		
67N/64	Чувствительная направленная 3НЗ/дифференциальная 3НЗ	•	•	•
46	МТЗ обратной последовательности(2 ст.)		•	•
50BF	УРОВ	•	•	•
CTS	Контроль исправности цепей тока	•	•	•
51V	МТЗ с контролем напряжения		•	•
21	Защита минимального сопротивления		•	•
27	Защита от понижения напряжения(2 ст.)	•	•	•
59	Защита от повышения напряжения(2 ст.)	•	•	•
81O	Защита от повышения частоты(2 ст.)	•	•	•
81U	Защита от понижения частоты(4 ст.)	•	•	•
32	Защита от обратной мощности/недогрузки/перегрузки	•	•	•
24	Защита от перевозбуждения		•	•
40	Защита от потери поля		•	•
50/27	Защита от случайной подачи напряжения на выведенную в резерв машину			•
VTs	Контроль исправности цепей напряжения	•	•	•
59N	Защита от повышения напряжения нулевой последовательности(2 ст.)	•	•	•
26	Температурная защита участка обмотки		•	•
38	Температурная защита подшипников		•	•
49	Температурная защита обмотки статора		•	•
	Программируемая схема логики	•	•	•
	Кол-во групп уставок	4	4	4
	Кол-во температурных датчиков (ТД)	-	10	10
	Кол-во дискретных входов	8	8	16
	Кол-во выходных реле	7	7	14