

---

---

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ  
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

---

---

УДК 681.3:681.5.017

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ  
ШУНТИРУЮЩЕГО РЕАКТОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ  
МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ АППАРАТУРЫ НА ОРУ 500 кВ  
РОСТОВСКОЙ АЭС**

© 2015 г. С.А. Баран, Е.С. Беляева

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского  
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

В статье рассмотрено техническое перевооружение автоматики системы контроля и управления пожарной защитой шунтирующего реактора РОМБСМ-60000/500 У1, расположенного на линии 500 кВ Ростовская АЭС – Будённовск. Анализ данной системы осуществляется с рассмотрения его верхнего и нижнего уровня. Особое внимание уделяется нижнему уровню, который представлен прибором на микропроцессорной базе – ППКП-01Ф. Для микропроцессорного контроллера ППКП-01Ф составлено задание на выдачу сигнала о неисправности самого контроллера и связанных с ним систем.

*Ключевые слова:* микропроцессорные реле, система автоматического пожаротушения, программно-технические средства, логический контроллер, программное обеспечение, рабочая программа.

Поступила в редакцию 24.06.2015 г.

На данном этапе развития электроэнергетики возникает необходимость замены морально устаревшего оборудования на электростанциях. Первостепенное внимание в данном вопросе отдаётся системам, отвечающим за безопасность. Одной из которых является система автоматического пожаротушения такого опасного объекта как шунтирующий реактор РОМБСМ-60000/500 У1 (рис .1), установленного на линии 500 кВ РоАЭС. Опасность данного объекта заключается в том, что в качестве дугогасящей среды применяется трансформаторное масло, возгорание которого может привести к серьёзной аварии.

Система автоматического пожаротушения (САПТ) шунтирующего реактора служит для обнаружения, локализации и тушения пожара на защищаемом объекте. В САПТ выделяют технологическую часть и автоматику пожаротушения. Технологическая часть, выполненная из водопитателя (пожарный насос), системы трубопроводов и дренчерных оросителей. Дренчерные установки служат для тушения пожара по всей защищаемой площади, путем создания водяных завес.

Запуск установки пожаротушения осуществляется автоматикой пожаротушения. Даная автоматика выполнена на основе электромагнитных реле.

Сигналом на включение автоматики пожаротушения является одновременное действие двух защит шунтирующего реактора – дифференциальной и газовой. После чего срабатывают реле пуска САПТ замыкая свои контакты в цепях сигнализации и цепях контроля отсутствия напряжения. Реле контроля отсутствия напряжения замыкают контакты в цепях на закрытие отсечного клапана, открытия задвижки и пуск пожарных насосов. В случае отказа автоматики, пуск можно осуществить с ЦЩУ и по месту.

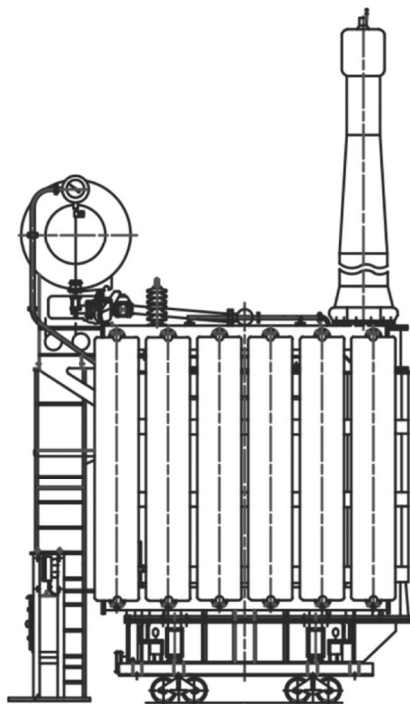


Рис. 1. – Шунтирующий реактор РОМБСМ-60000/500 У1

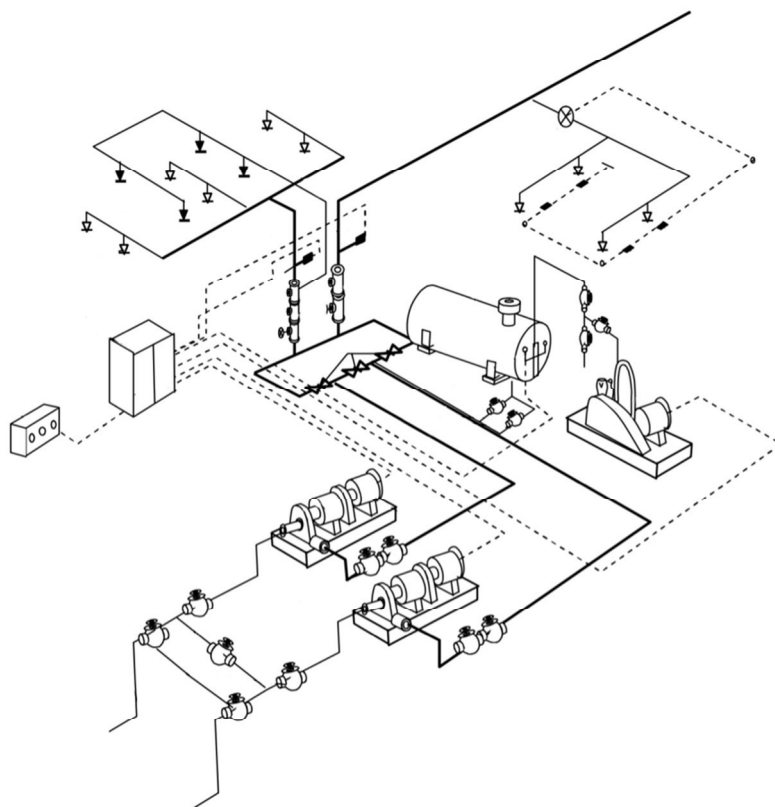


Рис. 2. – Принципиальная схема дренажной установки водяного пожаротушения

Для того чтобы поддерживать автоматику пожаротушения на должном уровне, следует выполнить её техническое перевооружение, так как срок службы электромагнитных реле на РоАЭС достигает предельного значения (около 15 лет). В

настоящий момент, покупать новое или ремонтировать старое электромагнитное реле, будет весьма проблематично, ведь на рынке электрооборудования почти не осталось изготовителей как деталей, необходимых для выполнения ремонта, так и самих электромагнитных реле. Альтернативой, в решении данного вопроса, является внедрение новой автоматики на основе микропроцессорных терминалов.

На РоАЭС предлагается установить систему контроля и управления пожарной защитой (СКУ ПЗ) на основе микропроцессорных терминалов, предназначенную для контроля противопожарного состояния, обнаружения и тушения пожара объектов, содержащих оборудование систем, важных для безопасности и нормальной эксплуатации системы. СКУ ПЗ представлена верхним и нижним уровнями управления.

Основным компонентом верхнего уровня является комплект специального оборудования (КСО). КСО представляет собой прибор, построенный на базе промышленного компьютера, предназначенный для выполнения функции, контрольно-управляющей станцией противопожарного мониторинга (рис. 3) с монитором отображения информации, клавиатурой и манипулятором типа «мышь» для дистанционного управления установками пожаротушения, с установленным программным обеспечением по контролю, управлению и диагностике процессов и оборудования противопожарной защиты объекта.



Рис. 3. – Станция противопожарного мониторинга

Нижним, другими словами – технологическим, уровнем управления СКУ ПЗ являются логические контроллеры ППКП-01Ф (ЗНВ76F01 и ЗНВ76F02).

Приборы ППКП-01Ф (рис.4) обеспечивают приём и обработку сигналов автоматического и дистанционного пуска системы пожаротушения реакторов через модули контроля.

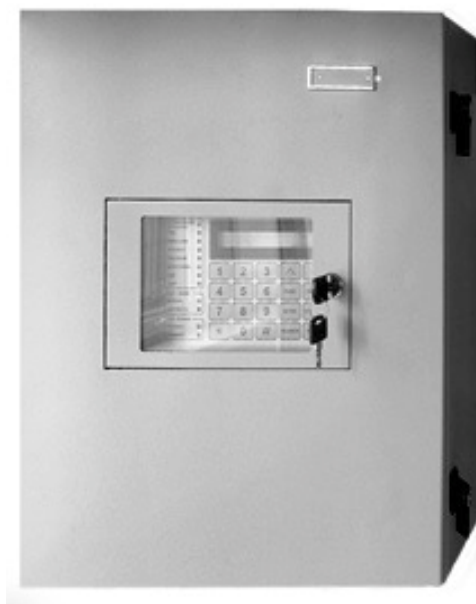


Рис. 4. – Контроллер ППКП-01Ф

Варианты исполнения отличаются составом модулей, установленных в приборах и программой работы, что определяет:

- количество и тип обрабатываемых входных и формируемых выходных (управляющих) сигналов;
- тактику работы (алгоритмы контроля состояния объектов, сигнализации и управления внешними исполнительными устройствами).

Приборы ЗНВ76F01, ЗНВ76F02 устанавливаются в помещении 102 (коридор) здания БВС-1 и выполняют:

- мониторинг состояния модулей контроля в шлейфах противопожарной автоматики;
- выдачу сигналов типа «сухой контакт» в шкаф распределительный ШР-01Ф-05 для включения насосов, открытия задвижек, закрытия отсечных клапанов;
- контроль входных сигналов, определяющих состояние задвижек;
- контроль дискретного сигнала, определяющего значение давления в противопожарном водопроводе в помещении узлов управления автоматической установкой водяного пожаротушения (сигнал от манометра);
- контроль дискретных сигналов, определяющих значение давления в направлениях пожаротушения (сигнал от манометров);
- формирование признака «ОТКАЗ УСТАНОВКИ» при невыполнении алгоритма пуска;
- формирование признаков отказа при контроле состояния задвижек;
- обмен информацией с аппаратурой верхнего уровня.

В соответствии с противопожарными нормами проектирования АЭС, приборы ППКП-01Ф могут эксплуатироваться в следующих режимах:

- Автоматический режим работы.

Иницирующим сигналом на запуск системы водяного пожаротушения является замыкание контактов в цепи соответствующего модуля контроля срабатывания защит и отсутствия напряжения на реакторах.

- Дистанционное управление.

Иницирующим сигналом на запуск системы водяного пожаротушения является сигнал, приходящий с клавиатуры приборов ЗНВ76F01, ЗНВ76F02 или со стоек КСО расположенных на ЦЦУ.

– Местное управление.

Иницирующим сигналом на запуск системы водяного пожаротушения является сигнал, приходящий от кнопки «OPEN» на коробках коммутационных электроприводов расположенных с задвижками в здании 126 (камера управления задвижками пожаротушения).

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ППКП-01Ф

Программное обеспечение ППКП-01Ф состоит из:

- 1) Программного обеспечения для настройки и контроля аппаратуры;
- 2) Программного обеспечения интеллектуальных модулей;
- 3) Программного обеспечения модулей процессоров в программируемых контроллерах;
- 4) Программного обеспечения компьютеров центральных (КЦ).

Программное обеспечение компьютеров центральных выполнено из резидентной части, которая непосредственно интегрируется в операционную систему, и программируемой части. Программируемая часть выполняется на основе технологического программирования TX-SoftLogic. Программное обеспечение интеллектуальных модулей является постоянным и находится в постоянно запоминающем устройстве этих модулей. Программное обеспечение модулей процессоров в программируемых контроллерах, также как и КЦ, выполнено из резидентной части и программируемой. Программируемая часть хранится в энергонезависимой памяти контроллера и загружается в неё с помощью канала.

Программируемые части или, другими словами, рабочие программы для интеллектуальных модулей и модулей микропроцессоров в программируемых контроллерах выполняются с помощью универсальных систем программирования, таких как IAR, Keil и Franklin Software.

Рабочие программы реализуют различные функции аппаратуры в зависимости от состава модулей и их функционального назначения.

### ЗАДАНИЕ НА ВЫДАЧУ СИГНАЛА НЕИСПРАВНОСТИ

Для приборов ППКП-01Ф необходимо задать рабочую программу на автоматизацию установок водяного пожаротушения. Однако так как подробный алгоритм данной рабочей программы является достаточно объёмным, остановимся на рассмотрении части рабочего задания на выдачу сигнала неисправности (таблица 1).

Данный алгоритм позволяет показать, насколько удобная и быстрая данная автоматика относительно предшествующей. Помимо основных функций управления пожаротушением реактора, СКУ ПЗ осуществляет множество функций, основными из которых является:

- запись и анализ до аварийного, аварийного и послеаварийного режима;
- самодиагностику прибора;
- диагностику вспомогательных систем;
- передачу информации на удаленные диспетчерские пункты.

Поэтому замена морально и физически устаревшей автоматики шунтирующего реактора РОМБСМ-60000/500 У1 на линии 500 кВ Ростовская АЭС на микропроцессорный комплекс, является целесообразным решением.

**Таблица 1.** – Задание на выдачу сигнала «НЕИСПРАВНОСТЬ» прибора ЗНВ76F01

Алгоритм		Источник входного сигнала	Источник выходного сигнала
1	2	3	4
	Неисправность прибора ЗНВ76F01	Определяется самотестированием прибора	
	Неисправность основного питания	Контроль основного питания ЗНВ76F01	
	Неисправность резервного питания	Контроль резервного питания ЗНВ76F01	
	Вскрытие корпуса прибора ЗНВ76F01	Определяется прибором ЗНВ76F01	
	Сигнал «Неисправность» на ЖКИ прибора ЗНВ76F01		ЖКИ прибора ЗНВ76F01
	Сигнал «Неисправность» в верхний уровень на ЦЩУ в НС01А014, 0НВ01Т01		ЗНВ76F01/ RS-485
	Давление в питающем водопроводе упало меньше 0,3 МПа	ЗНВ76F01/ (МДС) Х6-7,8	
	Сигнал «Неисправность системы водяного пожаротушения» на ЖКИ прибора		ЖКИ прибора ЗНВ76F01
Сигнал «Неисправность системы водяного пожаротушения» на ЦЩУ в НС01А014, 0НВ01Т01		ЗНВ76F01/ RS-485	

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич, В.И. Микропроцессорное реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы [Текст] / В.И. Гуревич. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 336 с.
2. СТО 56947007-29.120.70.99-2011 – Методические указания по выбору параметров срабатывания устройства РЗА подстанционного оборудования производства ООО НПП «ЭКРА» [Текст]. [Б.м.], 2011.
3. Бабуров, В.П. и др. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения [Текст] / В.П. Бабуров, В.В. Бабурин, В.И. Фомин, В.И. Смирнов : учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 298 с.

## REFERENCES

- [1] Gurevich V.I. Mikroprocessornoe rele zashhity. Ustrojstvo, problemy, perspektivy [Microprocessor relay of protection. Device, problems, prospects]. M. Pub. Infra-Inzheneriya [Infra-Engineering], 2011, ISBN 978-5-9729-0043-5, 336 p. (in Russian)
- [2] STO 56947007-29.120.70.99-2011 – Metodicheskie ukazaniya po vyboru parametrov srabatyvaniya ustrojstva RZA podstancionnogo oborudovaniya proizvodstva OOO NPP «EKRA» [Methodical instructions at the choice of parameters of operation of the RZA device of the substation equipment of production of JSC NPP EKRA]. (in Russian)
- [3] Baburov V.P., Baburin V.V., Fomin V.I., Smirnov V.I. Proizvodstvennaya i pozharnaya avtomatika [Production and fire automatic equipment.]. Chast. 2 [Part 2]. Avtomaticheskie ustanovki pozharotusheniya [Automatic installations of fire extinguishing]. Uchebnik [course book]. M. Pub. Akademiya GPS MChS Rossii [State Fire Academy of Emercom of Russia], 2007, ISBN 5-9659-0047-3, 298 p. (in Russian)

**Modernization of Shunting Reactor Firefighting System using Microprocessor  
Equipment on the Open Switchgear 500 Kv of Rostov NPP**

**S.A. Baran\*, E.S. Belyaeva\*\***

*Volgodonsk Engineering Technical Institute  
the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,  
74/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360  
\* e-mail: [bastr@rambler.ru](mailto:bastr@rambler.ru), \*\* e-mail: [katis93@yandex.ru](mailto:katis93@yandex.ru)*

**Abstract** – The article considers the technical re-equipment automation control system of fire protection of shunt reactor ROMBSM-60000/500 U1 located on the 500 kV line Rostov NPP – Budennovsk. Analysis of the system is carried out with consideration of its upper and lower levels. The special attention is given to the lower level, represented by the microprocessor based device – PPKP-01F. The task for delivery of a signal of controller malfunction and the connected systems is made for the microprocessor controller PPKP-01F.

*Keywords:* microprocessor relays, automatic fire extinguishing system, program technical means, logic controller, software, working program.