



**Авторы:**  
 к.т.н. Мальный А.П.,  
 к.т.н. Шурупов А.А.,  
 к.т.н. Дони Н.А.,  
 Кочкин Н.А.,  
 Карсаков В.Г.,  
 ООО НПП «ЭКРА»,  
 г. Чебоксары, Россия.

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ЛОКАЛЬНОГО МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УРОВ

Аннотация: в статье освещаются вопросы выбора режима локального микропроцессорного устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ) линии и его уставок по току и времени срабатывания.

Ключевые слова: микропроцессорное устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ), выбор режима, уставки по току и времени.

### Часть 1. Функциональная схема

Устройство резервирования при отказе выключателей предназначено для ближнего резервирования защит: при отказе выключателя повреждённого присоединения (например, линии) выделить повреждённый элемент сети отключением других (смежных) выключателей с минимальным ущербом для потребителей.

Настоящая статья посвящена выбору режима локального микропроцессорного УРОВ и его уставок по току и времени срабатывания. Многие из приведённых ниже рекомендаций можно найти в нормативных документах и технической литературе [1, 2, 3, 4], а также частично в рекомендациях по выбору уставок УРОВ от производителей микропроцессорных защит.

Статья имеет целью на примере УРОВ линии в шкафах микропроцессорных защит производства НПП «ЭКРА» помочь проектировщикам, а также ремонтному персоналу электролабораторий, который непосредственно эксплуатирует устройства релейной защиты в энергосистемах, выбрать требуемые в конкретных условиях параметры локального микропроцессорного УРОВ.

На подстанциях с двумя выключателями на присоединение УРОВ позволяет при коротком замыкании (КЗ) на линии и отказе выключателя сохра-

нить в работе все присоединения подстанции, кроме повреждённой линии (рис. 1).

На подстанциях с одним выключателем на присоединение УРОВ позволяет свести к минимуму число отключений, погасив только одну секцию шин.

Для повышения надёжности срабатывания и несрабатывания УРОВ (исключения ложного или излишнего действия) приняты следующие принципы функционирования УРОВ:

1) УРОВ выполняется индивидуальным для каждого присоединения (локальным, а не централизованным, общим для всех присоединений подстанции). Это позволяет отказаться от увеличения выдержки времени УРОВ, которая в централизованном УРОВ должна перекрывать суммарное время отключения двух выключателей при расположении двух параллельных линий на одной опоре – в случае перехода КЗ с первой линии на вторую и отказе выключателя второй линии.

Централизованное УРОВ имело большую надёжность при электромеханическом исполнении (благодаря меньшему числу реле времени и промежуточных реле), но в микропроцессорном исполнении централизация не приводит к повышению надёжности. В то же время отсутствие лишних кабельных связей устройств разных

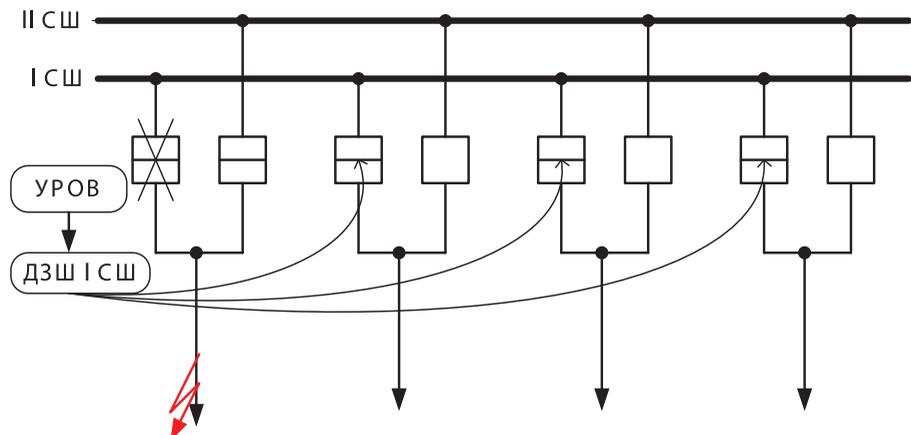
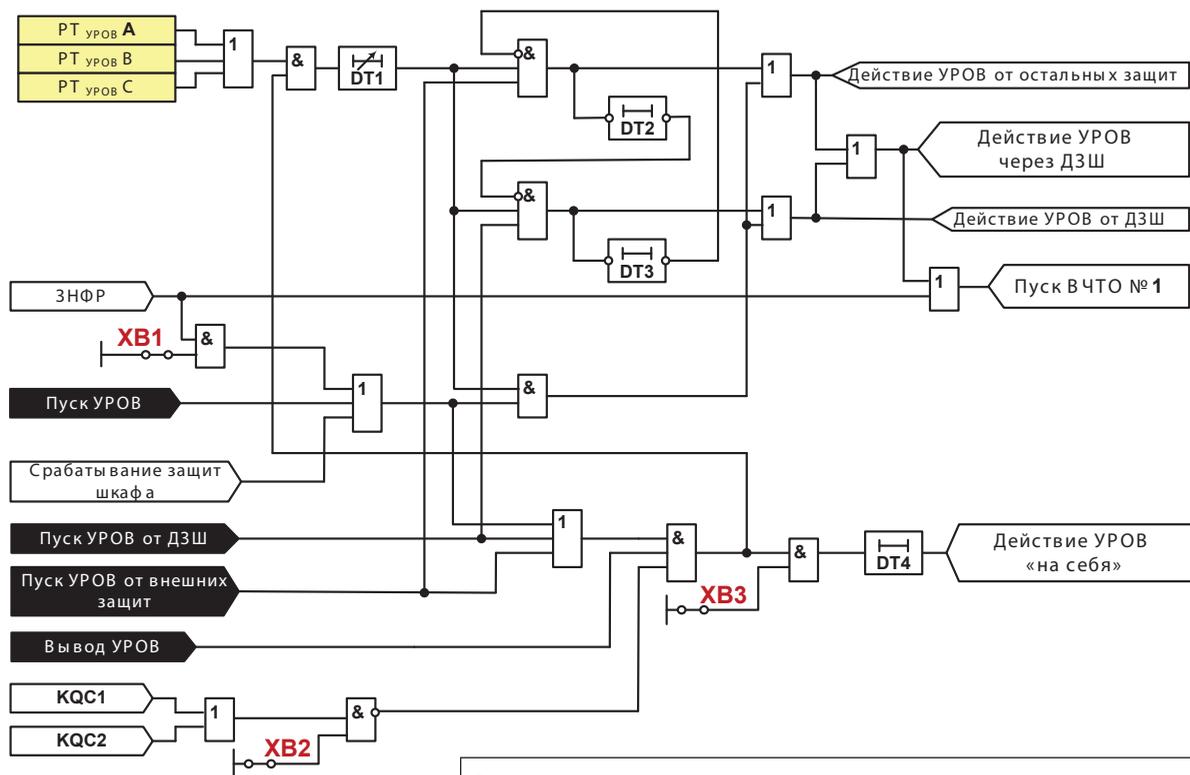


Рис. 1. Действие УРОВ на подстанциях с двумя выключателями на присоединение



присоединений увеличивает надёжность локальных УРОВ.

Поэтому во всех типах шкафов, где имеется возможность контроля тока через выключатель, предусматривается реле тока и логика УРОВ.

2) Предусмотрены цепи для самодерживания защит, которые могли бы вернуться и сорвать пуск УРОВ при переходе одного вида КЗ в другой или при неполнофазном отключении выключателя. Например, предусмотрен подхват отключающего импульса дистанционной защиты (ДЗ), токовой направленной защитой нулевой последовательности (ТНЗНП) или вывод направленности ТНЗНП после её действия на отключение.

3) Предусмотрена возможность работы УРОВ в двух режимах [2]:

- «С дублированным пуском» (предложен В.М. Елфимовым, Энергосетьпроект);
- «С автоматической проверкой исправности выключателя» (предложен В.М. Ермоленко и В.Н. Красевой, Энергосетьпроект).

**Функциональная схема УРОВ**

Пуск локального УРОВ происходит в терминале (например, в терминале

Регулируемые элементы	
Наименование	Диапазон
DT1 Задержка действия УРОВ через ДЗШ, с	(0,1...0,6)
XB1 Пуск УРОВ при действии ЗНФР	0-не предусмотрен, 1-предусмотрен
XB2 Подтверждение пуска УРОВ от сигнала КQC	0-не предусмотрено, 1-предусмотрено
XB3 Действие УРОВ «на себя»	0-не предусмотрено, 1-предусмотрено

Рис. 2. Функциональная схема УРОВ линии

БЭ2704 016), содержащем защиты присоединения, при появлении любого из следующих сигналов (рис. 2):

- от внешних устройств РЗА линии;
- от дифзащиты шин (ДЗШ) – для пуска УРОВ при КЗ между выключателем линии и трансформатором тока (ТТ) ДЗШ;
- от защит шкафа (ДЗ, токовой отсечки (ТО) или ТНЗНП);
- от защиты от неполнофазного режима (ЗНФР) для выключателей с пофазными электромагнитами управления;
- от внешнего пуска «Пуск УРОВ».

Для ввода и вывода УРОВ из работы предусмотрен оперативный переключатель «УРОВ» (сигнал «Вывод УРОВ»).

Выявление факта отказа любой фазы выключателя устанавливается пофазными реле тока РТ УРОВ.

При установке программной накладки XB2 в положение «не предусмотрено» УРОВ может действовать либо на узел отключения выключателя («действие на себя»), либо через ДЗШ для отключения выключателей секции шин или в защиту трансформатора (автотрансформатора).

Для «действия на себя» программная накладка XB3 должна быть установлена в положение «предусмотрено». Тогда УРОВ дополнительно с малой выдержкой времени DT4 пытается отключить свой вы-



**Малый Альберт Петрович**  
В 1958 г. окончил МЭИ, кандидат технических наук (НПИ, 1988 г.), старший научный сотрудник. Ведущий инженер ООО НПП «ЭКРА».



**Шурупов Алексей Александрович**  
В 1973 г. окончил НПИ, кандидат технических наук (НПИ, 1981 г.), старший научный сотрудник. Заведующий отделом защиты подстанционного оборудования ООО НПП «ЭКРА».

ключатель, и если выключатель и в этом случае не отключился, то УРОВ с контролем от реле тока РТ УРОВ и с большей выдержкой времени DT1, предназначенной для отстройки от времени отключения резервируемого выключателя, действует через ДЗШ.

При выборе режима «С дублированным пуском» программируемая накладка XB2 устанавливается в положение «предусмотрено». В этом случае для действия УРОВ необходим возврат сигнала КQC (аналог реле положения «Включено» выключателя).

В обоих случаях при срабатывании УРОВ производится также:

- запрет автоматического повторного включения (АПВ) шин;
- запрет АПВ выключателя линии;
- останов высокочастотного (ВЧ) передатчика линии;
- пуск сигнала ВЧТО №1 для телеотключения выключателя противоположного конца линии с запретом АПВ.

Сигналы КQC1 и КQC2 относятся к цепям ЭМО1 и ЭМО2 одного выключателя.

Для облегчения анализа аварий при действии УРОВ отдельно выводятся сигналы о действии УРОВ от ДЗШ и о действии УРОВ от остальных защит.

**Выбор режима УРОВ**

XB2

**1) Режим «С дублированным пуском»**

Режим «С дублированным пуском» предотвращает излишний пуск УРОВ от внешней защиты, цепи действия которой на ЭМО вывели испытательным блоком на время проверки, а цепи пуска УРОВ забыли вывести. Этим предотвращается возможность излишнего срабатывания УРОВ, например, при опробовании внешней защиты с действием на отключение.

В режиме «С дублированным пуском» программная накладка XB2 устанавливается в положение «предусмотрено», а программная накладка XB3 устанавливается в положение «не предусмотрено». В этом режиме сигнал на пуск УРОВ (рис. 2) требуется дублировать (отсюда – название режима) возвратом сигнала КQC (в положение «0»), что соответствует в релейном исполнении возврату реле РПВ включённого положения выключателя.

При действии внешней защиты на ЭМО сигнал КQC возвращается из-за того, что КQC шунтируется контактом выходного реле защиты Р31 (при взаимодействии со шкафами управления предыдущего поколения сигнал КQC приходит на схему УРОВ от размыкающего контакта реле КQC [5], и тогда логика приёма его несколько изменена) – рис. 3.

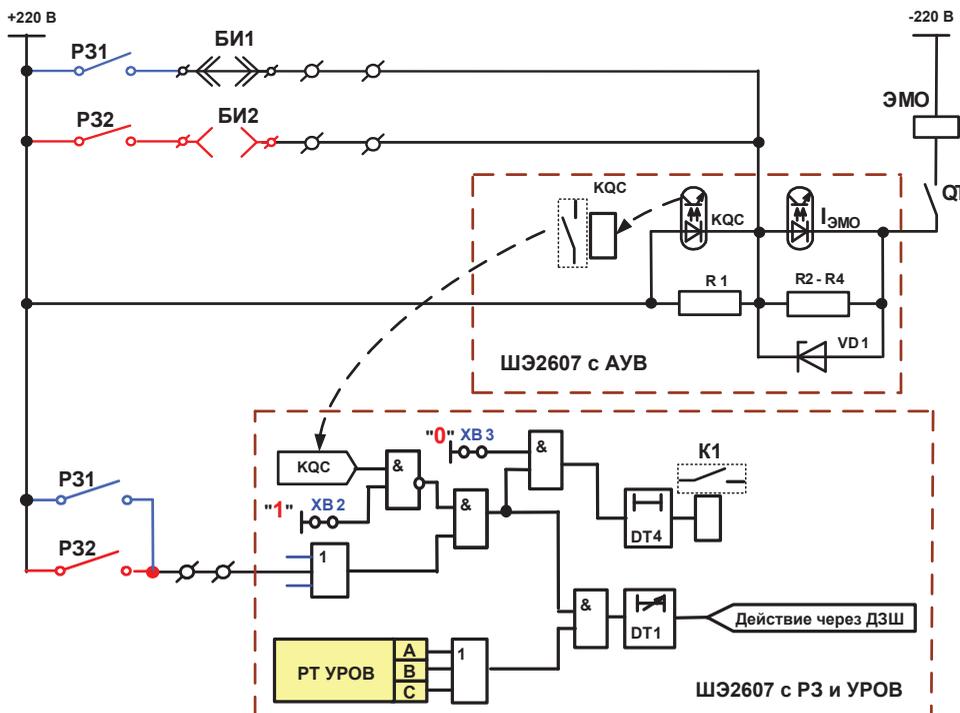


Рис. 3. Применение схемы с дублированным пуском – при возврате КQC (внешняя защита Р32 выведена для проверки; замыкание её контакта в цепи пуска УРОВ не приводит к пуску УРОВ)



**Дони Николай Анатольевич**

В 1969 году окончил НПИ. В 1981 году во ВНИИЭ защитил кандидатскую диссертацию «Исследование и разработка высокочастотной защиты линий сверхвысокого напряжения». Имеет более 120 научных публикаций в области релейной защиты, микропроцессорной техники и цифровой обработки сигналов электроэнергетических систем. Директор по науке - заведующий отделом перспективных разработок.

Возврат сигнала КЭС происходит, даже если выключатель отключился неполнофазно.

Пуск УРОВ в режиме «С дублированным пуском» происходит, только если выключатель уже получил команду на отключение от внешней защиты, что означает, что внешняя защита не выведена из работы и цепи её действия на ЭМО собраны.

Запрет пуска УРОВ при опробовании защиты с действием на отключение особенно важен для линий 110-220 кВ, большинство из которых имеет один выключатель на присоединение, когда излишнее или ложное срабатывание УРОВ приводит к обесточиванию одной или даже обеих систем шин.

Достоинством данного режима является то, что пуск УРОВ происходит только при срабатывании защит с действием на отключение. Недостаток – возможность отказа УРОВ секции, если внешняя защита введена в работу, но её цепь к электромагниту отключения выключателя оборвана (рис. 4). Опыт эксплуатации УРОВ показывает, что вероятность подобного обрыва мала благодаря резервированию выходных цепей защит [6]. Кроме того, при вы-

боре данного режима возможно уменьшение минимально допустимой задержки срабатывания УРОВ [7].

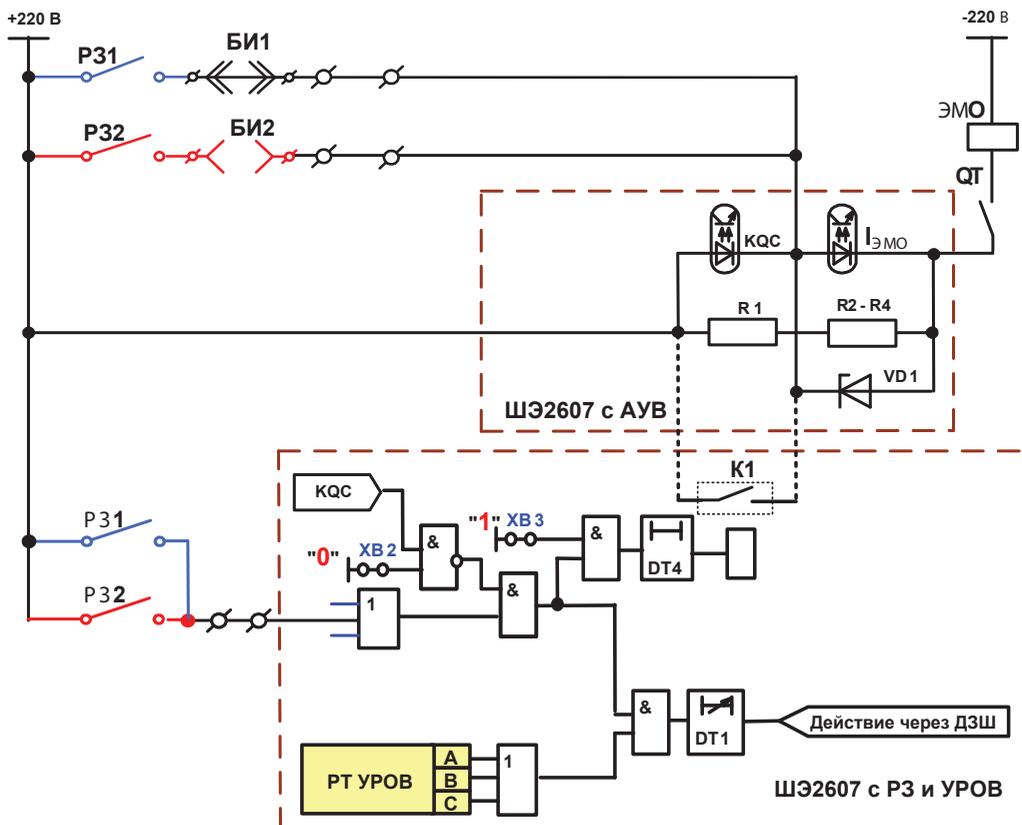
Поэтому в большинстве случаев использования УРОВ рекомендуется применять режим «С дублированным пуском».

**XB3**

**2) Режим «С автоматической проверкой исправности выключателя»**

Режим «С автоматической проверкой исправности выключателя» в случае обрыва цепи действия внешней защиты на электромагнит отключения выключателя, когда эта защита не может отключить КЗ и пускает УРОВ, позволяет проверить исправность цепей отключения, в том числе цепи от шкафа, где установлен УРОВ, до выключателя и цепей самого электромагнита отключения (отсюда – название режима).

В режиме «С автоматической проверкой исправности выключателя» программная накладка XB3 устанавливается в положение «предусмотрено», а программная накладка XB2 – в положение «не предусмотрено».



*Рис. 4. Применение схемы с автоматической проверкой исправности цепи ЭМО (внешняя защита P3 в работе; обрыв в цепи её действия на ЭМО, если цепи самого ЭМО исправны, не приводит к пуску ДЗШ)*



**Кочкин Николай Андреевич**  
В 1978 году окончил НПИ. Заместитель заведующего отделом ООО НПП «ЭКРА».



**Карсаков Владимир Геннадьевич**  
Окончил в 2005 г. Чувашский государственный университет. В настоящее время работает заведующим сектором ООО НПП «ЭКРА».

В этом режиме при пуске УРОВ от внешней защиты в первую очередь (с меньшей, нерегулируемой выдержкой времени  $DT4 = 0,02$  с) выполняется попытка действия на отключение своего выключателя («действие на себя»), то есть проверяется исправность самого электромагнита отключения ЭМО (рис. 4). И, если он исправен, выключатель отключается, защиты возвращаются, и снимается сигнал действия УРОВ через ДЗШ.

Если же после этого отключения выключателя не происходит, это означает, что неисправна не цепь от внешней защиты к ЭМО, а сам ЭМО. Тогда с проверкой срабатывания реле тока УРОВ и с большей выдержкой времени (регулируемой от 0,1 до 0,6 с на элементе  $DT1$ ) формируется сигнал от УРОВ на ДЗШ и выполняется отключение выключателей своей секции шин через ДЗШ.

В случае исправности цепей от шкафа до ЭМО и исправности самого ЭМО отключается только выключатель повреждённой линии и возвращается реле тока РТ УРОВ.

Если же резервируемый выключатель неисправен, то трёхфазное реле тока РТ УРОВ не возвращается, и УРОВ действует на отключение смежных выключателей.

Недостатком этого режима является то, что при проверке внешней защиты на работающей линии и выведенной на время проверки цепи действия защиты на ЭМО (от Р32, рис. 3) при замыкании её контакта в цепи пуска УРОВ возможно отключение неповреждённой линии. А если при таком излишнем отключении произойдёт отказ выключателя, то УРОВ сработает на погашение секции шин.

Поэтому этот режим используется редко, а именно в тех сетях, где излишнее отключение одной линии при опробовании защит не приводит к тяжёлым последствиям для энергосистемы.

Одна из накладок ХВ2 или ХВ3 должна быть в положении «предусмотрено», а другая – «не предусмотрено». Установка обеих накладок в положение «предусмотрено» равносильно выбору режима «с дублированным пуском», так как дополнительное действие «на себя» ничего нового не даёт: команда на ЭМО уже поступила, и, если он неисправен, то ещё одна команда не поможет.

Установка обеих накладок в положение «не предусмотрено» может при пуске

УРОВ от выведенной внешней защиты вызвать ложное действие УРОВ на смежные выключатели с погашением секции шин.

**ХВ1**

Программная накладка ХВ1 (рис. 2) устанавливается в положение «не предусмотрено» на линии с двумя выключателями, когда неисправность одного из них не требует немедленного отключения линии.

*Продолжение «Часть 2. Реле тока УРОВ» читайте в следующем номере.*

**Литература:**

1. Руководящие указания по релейной защите. Вып.6. Устройства резервирования при отказе выключателей 35-500 кВ. – М.: Энергия, 1966. – 48 с.
2. Рубинчик В.А. Резервирование отключения коротких замыканий в электрических сетях. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 120 с.
3. Таубес И.Р. Устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ) в сетях 110-220 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 88 с.
4. Разработка рекомендаций по расчёту и выбору параметров срабатывания защиты на микропроцессорной базе ВЛ 500-750 кВ. – М.: Энергосетьпроект, 11511тм-Т1, 1983.
5. Чернобровов Н.В., Семёнов В.А. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 799 с.
6. Сулимова М.И. Опыт эксплуатации устройств резервирования при отказе выключателей // Электрические станции. – 1981. – №12. – С. 58-61.
7. Основы техники релейной защиты / Беркович М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А. – М.: Энергия, 1984. – 376 с.