



ПЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЕ ЭНЕРГОСИСТЕМ С МАЛЫМИ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ

Г.С. НУДЕЛЬМАН, О.А. ОНИСОВА
ОАО «ВНИИР»

АБС Электро



ОАО «СО ЕЭС»





РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ПРИ ВНЕДРЕНИИ МАЛЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ



1. Развитие малой энергетики начинает набирать темпы в энергосистеме России.
2. В распределительной сети возникают ранее не характерные для нее режимы. С увеличением количества малых электростанций их влияние на энергосистему приобретает системный масштаб.
3. В настоящее время появляются новые задачи РЗ, связанные с подключением малых электростанций собственников к электрической сети. Для эффективного решения этих задач необходим единый теоретически обоснованный подход.
4. Актуальным становится формирование требований, задающих уровень технического совершенствования РЗ в условиях подключения к сети малых распределенных электростанций.



ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЕ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ



Принятый подход к управлению электрическими станциями малой мощности в аварийных режимах:

- 1) отключение малых электрических станций
- 2) выделение на местную нагрузку
- 3) обеспечение параллельной работы малых электрических станций и источников внешней сети



Характеристики электрических режимов электроэнергетических систем с малыми распределёнными электрическими станциями



Требования к системе релейной защиты ЭЭС с малыми распределёнными электростанциями

- общая концепция построения
- особенности выбора (модернизации) оборудования релейной защиты
- требования к принципам действия и параметрам срабатывания

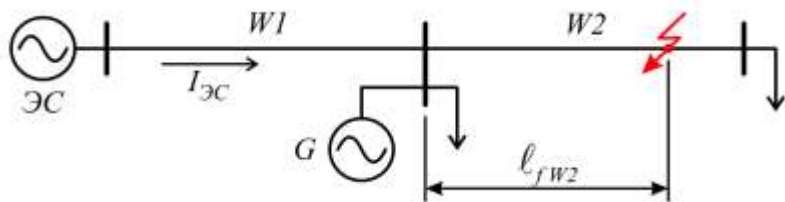


ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

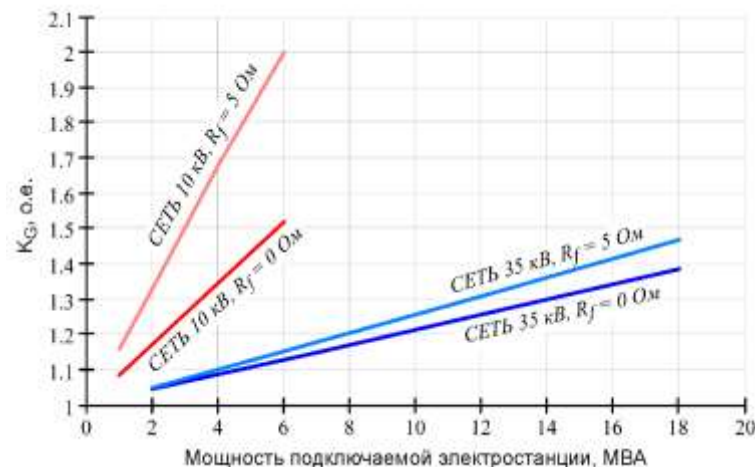


1. Сближение величин рабочих токов и токов короткого замыкания:

- составляющая тока КЗ от малой электростанции соизмерима или меньше тока рабочего режима в прилежащей сети;
- подключение малой электростанции приводит к уменьшению составляющей тока КЗ от внешней сети.



$$K_G = \frac{I'_{W1}}{I_{W1}} = \frac{\left| \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{W2f} + \frac{\underline{Z}_1 \underline{Z}_{W2f}}{\underline{Z}_G} \right|}{\left| \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{W2f} \right|}$$



2. Изменяются характеристики переходных процессов при коротких замыканиях:

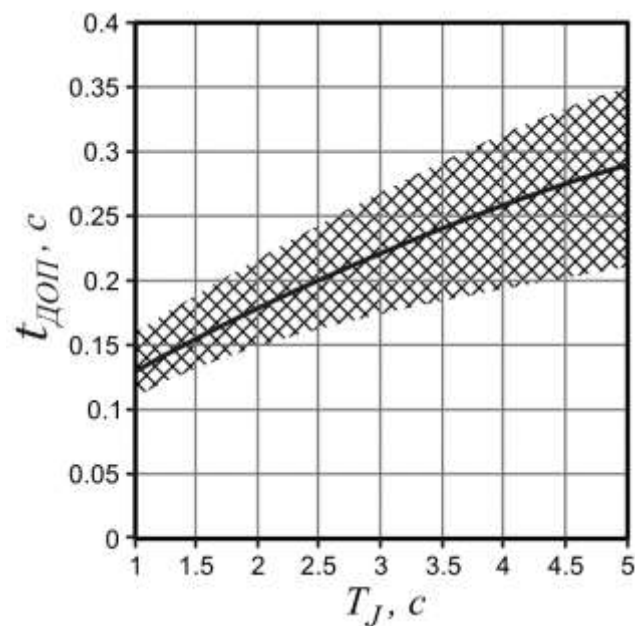
- составляющая тока КЗ от малой электростанции существенно уменьшается с течением времени, вызывая перераспределение токов в прилежащей сети;
- увеличивается постоянная времени апериодической составляющей тока короткого замыкания;
- в предшествующем режиме и в режиме повреждения частота может значительно отличаться от номинального значения.



ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

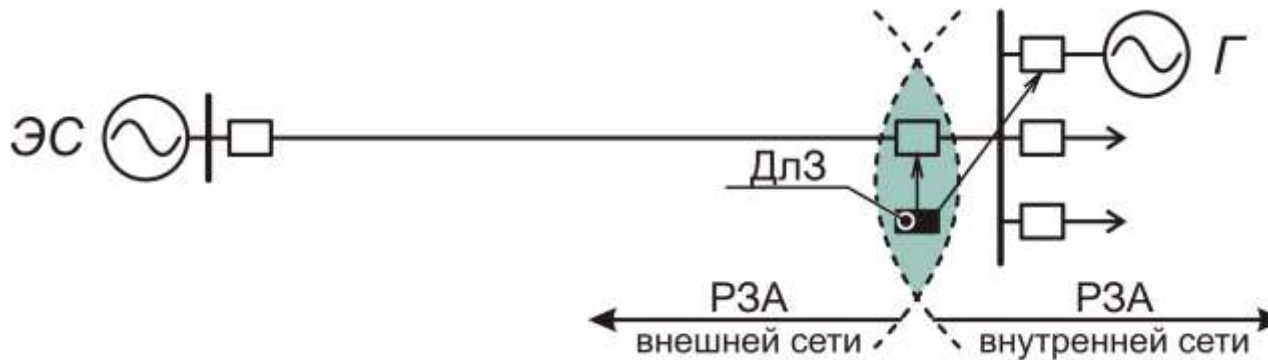


3. Риск возникновения несинхронных включений, представляющих значительную угрозу механической прочности агрегатов малых электростанций.
4. Вероятность возникновения глубоких синхронных качаний и асинхронных режимов с высокой частотой скольжения (до 10 Гц).
5. Возмущения и аварии, характерные для распределительной сети с электростанциями малой мощности:
 - многочастотные асинхронные режимы;
 - неплановый переход в изолированный режим работы;
 - перегрузки и отключения сетевого оборудования;
 - аварии, связанные с нарушением устойчивости по напряжению.





СИСТЕМА РЗА ЭЭС С МАЛЫМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ



1. РЗА внешней сети
2. РЗА внутренней сети
3. Делительная защита и автоматика

ЗАДАЧИ:

- отделение малых электростанций с местной нагрузкой или отключение генераторов малых электростанций при внешних возмущениях и/или авариях;
- резервирование защиты внешней и внутренней сети;
- выполнение чувствительной защиты вышестоящих связей со стороны внешней энергосистемы.

АБС Электро



ТРЕБОВАНИЯ К РЗ ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ МАЛЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ



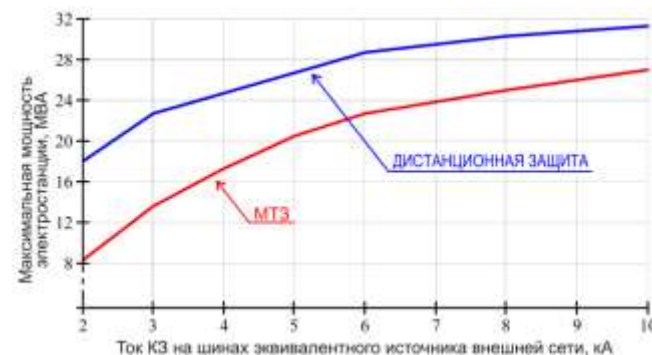
1. Обеспечение надежного отключения генераторов малых электростанций

- при возмущениях во внешней сети (в том числе, на удаленных концах линий связи с системой);
- при авариях во внешней сети, связанных со снижением частоты и/или напряжения;
- при незапланированном переходе в изолированный режим работы (при отключении связей с внешней сетью).

$U <$		$f <$	$f >$	$I_2 >$	$\frac{df}{dt} >$
$< 0,6 U_{НОМ}$	$0,6 - 0,8 U_{НОМ}$	$47 - 49 \text{ Гц}$	$51 - 52 \text{ Гц}$	$0,05 - 0,2 I_{НОМ}$	$> 2,5 \text{ Гц/с}$
$0,05 \text{ с}$	$\leq 0,5 \text{ с}$	$0,3 - 0,5 \text{ с}$	$0,3 - 0,5 \text{ с}$	$0,1 - 0,5 \text{ с}$	$< 0,1 \text{ с}$

2. Преимущественное использование существующего оборудования и алгоритмов РЗА в прилегающей сети.

3. Влияние малых электростанций до их отключения не должно приводить к недопустимому снижению чувствительности, нарушению условий селективности действия, недопустимому увеличению времени действия (в том числе, за счет каскадных отключений) релейной защиты во внешней сети. → Требуется изменение параметров срабатывания защит, а в ряде случаев - применение других принципов релейной защиты.





ТРЕБОВАНИЯ К РЗ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ МАЛЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА МЕСТНУЮ НАГРУЗКУ



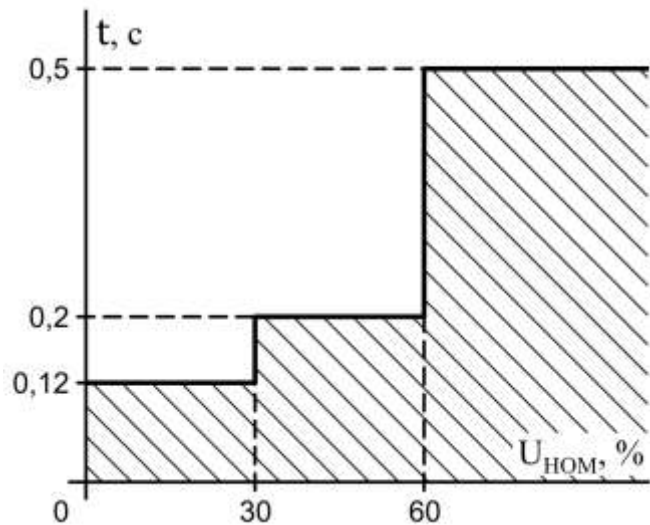
1. Обеспечение надежного отделения малых электростанций с местной нагрузкой при возмущениях и авариях во внешней сети. Основная задача – сохранение надежной и устойчивой работы фрагментов сети после их аварийного отделения.
2. Влияние малых электростанций до их отключения не должно приводить к недопустимому снижению чувствительности, нарушению условий селективности действия, недопустимому увеличению времени действия (в том числе, за счет каскадных отключений) релейной защиты во внешней сети.
3. Преимущественное использование существующего оборудования и алгоритмов РЗА в прилежащей сети.
4. Модернизация РЗ во внутренней сети.
Основная задача – быстрое отключение близких к шинам электростанции КЗ.
Могут применяться: *максимальная токовая защита, допускающая быстрое неселективное отключение близких коротких замыканий; токовые защиты с передачей команд ускорения по каналу связи; дистанционная защита (при условии достаточного «охвата» 1-й ступени); дифференциальная защита.*



ТРЕБОВАНИЯ К РЗ ПРИ СОХРАНЕНИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАЛЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ



1. Недопустимы излишние отключения малых электростанций при внешних возмущениях.
 - в общем случае, ДлЗ действует на выделение малых электростанций на местную нагрузку с выдержкой времени, согласованной с основными защитами и устройствами противоаварийной автоматики во внешней сети;
 - создание ДАН и применение адаптивных принципов отделения.
2. Требуемые быстродействие, чувствительность и селективность релейной защиты должны обеспечиваться с учетом влияния малых электростанций на параметры переходных процессов. Необходима модернизация оборудования РЗА в прилегающей сети.
 - ограниченная область применения защит с относительной селективностью в части чувствительности и селективности (в особенности, в сетях с многосторонним питанием);
 - максимально допустимое время отключения повреждений при действии основной защиты в соответствии с условиями устойчивости параллельной работы источников;
 - ограничение дополнительной погрешности измерения токов и напряжений в расширенном частотном диапазоне (40...60 Гц; 5...65 Гц);
 - отсутствие ложных срабатываний защиты при глубоких синхронных качаниях и асинхронных режимах с высокой частотой скольжения (до 10 Гц).





ВЫВОДЫ



- 1) Формирование требований к релейной защите энергосистем в условиях начинающегося широкого внедрения в них малых распределенных электростанций на данном этапе развития энергетики необходимо.**
- 2) Проработанные требования позволят:**
 - разработать применительно к типовым ситуациям обоснованные рекомендации по построению системы релейной защиты ЭЭС с электрическими станциями малой мощности, определяющие состав основных функций релейной защиты и генерирующего оборудования;**
 - определить направления развития принципов и алгоритмов функционирования релейной защиты.**



ПЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



ОАО «СО ЕЭС»

onisova@vniir.ru
+7 919 671 27 70

Онисова Ольга Александровна