



Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Кафедра Автоматизированных Электрических Систем



Авария в энергосистеме Дании и Швеции



Предпосылки:

1. Профилактические работ на линиях электропередач и электростанциях восточной Швеции и Дании в соответствии с плановым графиком ремонтов:
 - кабель между островом Zealand и Германией
 - Энергоблок № 4 на электростанции в Asnaes (законсервирован)
 - Энергоблок № 1 на электростанции в Avedoure (на реконструкции)
 - Энергоблок № 1 на электростанции в Amager (не работает из-за повреждения)
 - ЛЭП Stroumma - Horred – Breared и ЛЭП Hallsberg – Kimstad 400 кВ (разъединены для проведения профилактических работ)



Доаварийная ситуация в восточной Дании

Нагрузка - 1850 МВт

Генерация:

- ветровые турбины – 450 МВт

- электростанции – 1800 МВт

Экспорт в Швецию – 400 МВт



Развитие аварии

12:30 Дания. Остановлен энергоблок № 3 в Oskarshamn, потеряно 1200 МВт

- снижение частоты до 49,9;
- активация системных запасов соседних электростанций;

12:35 Короткое замыкание подстанции Horred в южной части Швеции

- отключение двух ЛЭП, соединяющих южные и центральные Шведские энергетические подсистемы;
- отключение двух ЛЭП, соединяющих блоки №2 и №3 электростанции в городе Ringhals с сетью передач;
- увеличение нагрузки на оставшиеся линии соединения между южной и центральной частями Швеции.
- падение напряжения на перегруженных ЛЭП



Детальная хроника событий

1. Перед аварией на шведской подстанции Horred: частота 49,9 Гц, напряжение - чуть выше 410 кВ.
2. На 110-й секунде после аварии: увеличение перетока реактивной мощности по линии между островом Zealand и шведской энергосистемой с 300 до 900 МВАр;
3. Перепад напряжения в восточной Дании, вызванный коротким замыканием на линиях 130 кВ и 220 кВ в Швеции
4. Снижение напряжения - через 80 сек напряжение достигло нулевой отметки.
Увеличения реактивной мощности на электростанциях в восточной части Дании для поддержания напряжения 400 кВ
5. Отключение оставшихся линий 400 кВ между центральной и южной частями Швеции из-за срабатывания реле защиты.
Области южной части Швеции становится изолированной



6. Через 90 сек после аварии на подстанции в Norred напряжение достигло 0 кВ. За 2 сек вся область южной части Швеции осталась без электричества.

Восстановление энергосистемы

12:37 Подготовка восстановления энергоснабжения.

Отсоединение большинства потребителей от всех линий 400 кВ и 132 кВ

Состояние системы после аварии

Из-за произошедшей аварии энергоблок № 5 на электростанции в Asnaes был поврежден в результате каскадного падения напряжения и не работал до начала ноября 2003 г.



Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Кафедра Автоматизированных Электрических Систем



Спасибо за внимание!