

Осуществлять такое регулирование в линиях 750 кВ можно с помощью средств регулирования напряжения, какими являются шунтирующие реакторы, синхронные компенсаторы и устройства регулирования напряжения на автотрансформаторах под нагрузкой.

Выполненные расчеты подтверждают технико-экономическую целесообразность регулирования напряжения с учетом метеоусловий. Годовой экономический эффект от снижения потерь мощности и энергии в линии при регулировании рабочего напряжения в соответствии с состоянием погоды составил 239 824 800 руб.

Литература

1. Дальние электропередачи 750 кВ / Под общ. ред. А.М. Некрасова, С.С. Рокотяна. – М.: Энергия, 1974. – 224 с.

УДК 621.311

СИСТЕМНАЯ АВАРИЯ В БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Зубель А.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент **Е.В. КАЛЕНТИОНОК**

В Белорусской энергосистеме 31 мая 1979 года произошла системная авария, вызвавшая погашение крупных электростанций и потребителей суммарной мощностью 1680 МВт. На рисунке 1 приведена упрощенная схема главной сети Белорусской энергосистемы. В плановом ремонте находились ВЛ 330 кВ «Гродно – Алитус» и «Лукомльская ГРЭС – Северная». Остальная основная сеть 110–220–330 кВ работала в нормальном режиме [1]. Из-за дефицита топлива частота в энергосистеме равна 49,52 Гц. Стоя ясная, солнечная погода и ничего не предвещало беды. Последовательность развития аварии приведена в таблице 1.

Таблица 1. Хронология развития и ликвидации системной аварии

Время	Действие релейной защиты и автоматики, оперативного персонала		Последствия
8 ч 46 мин	Отключились релейными защитами ВЛ 750 кВ «Ленинградская – Конаковская ГРЭС», ВЛ 330 кВ «Акуловка – Бологое», ВЛ 220 кВ «Дорогобуж»	=>	В Белорусской энергосистеме увеличилась нагрузка на всех транзитных линиях электропередач 220–330 кВ. Частота в энергосистеме возросла до 50,1 Гц, возникли синхронные качения
8 ч 54 мин	ДФЗ с неуспешным АПВ отключила ВЛ 330 кВ «Лукомльская ГРЭС – Северная»	=>	Сработали устройства САПАХ и отключили ВЛ 220 кВ «Осиповичи – Колядичи», «Солигорск – Барановичи»
9 ч 02 мин	По команде диспетчера ГДС включена ВЛ 330 кВ «Лукомльская ГРЭС – Восточная», а затем – отключенные устройства САПАХ ВЛ 220 кВ	=>	Таким образом, параллельная работа энергосистемы была восстановлена
9 ч 24 мин	Защитой от повышения напряжения отключилась ВЛ 330 кВ «Гомель - Чернобыльская АЭС»	=>	Нагрузка на ВЛ 330 кВ «Вильнюс – Северная» возросла до 600 МВт
9 ч 39 мин	Релейная защита с неуспешным АПВ отключила ВЛ 330 кВ «Вильнюс – Северная»	=>	Белорусская энергосистема выделилась на изолированную работу, частота снизилась до 47,6 Гц
9 ч 48 мин	Повторно отключилась ВЛ 330 кВ «Лукомльская ГРЭС – Восточная»	=>	Частота в энергосистеме снизилась до 48,6 Гц
9 ч 52 мин	Еще раз отключилась ВЛ 330 кВ «Лукомльская ГРЭС – Восточная»	=>	Белорусская энергосистема разделилась на две изолированно работающие

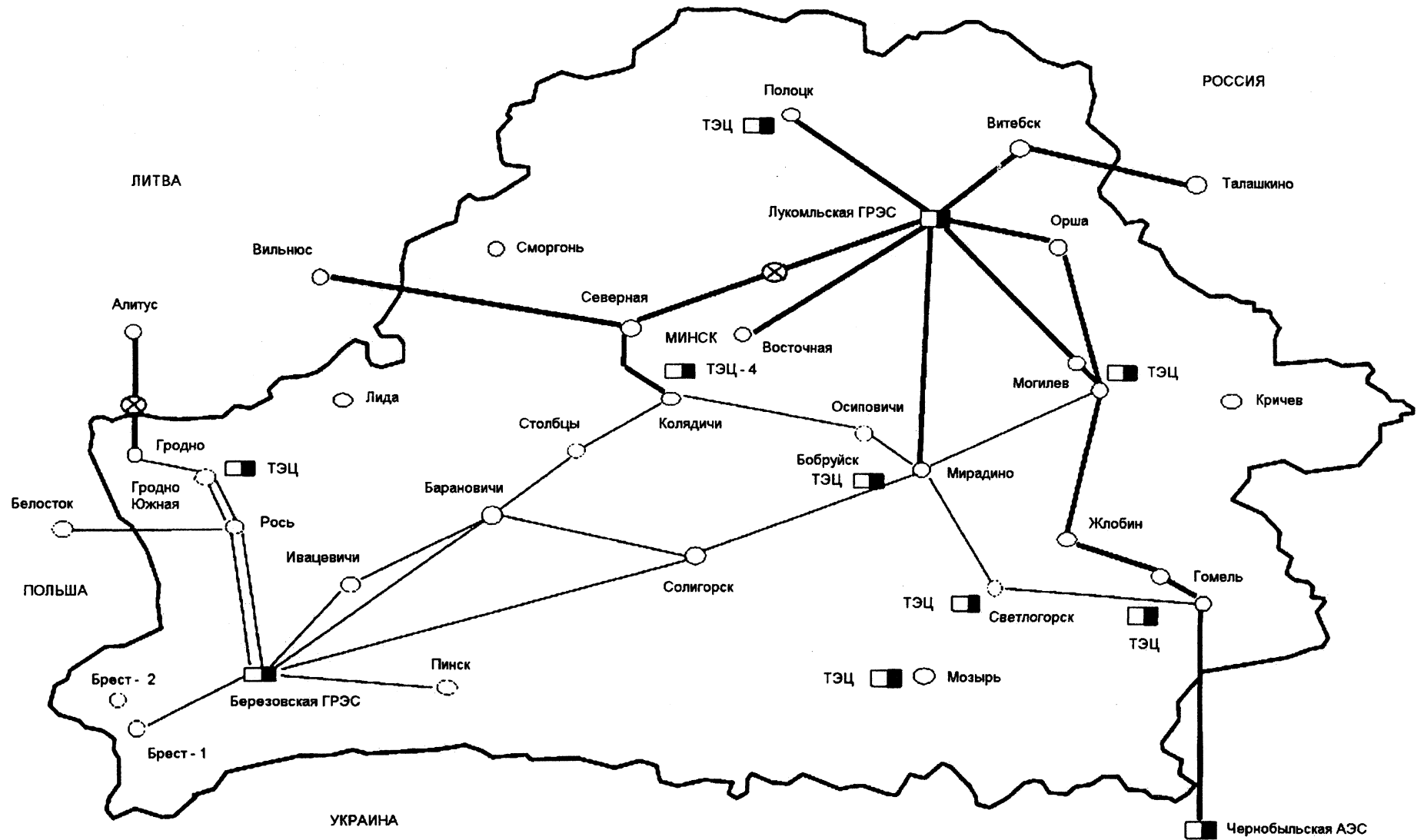


Рисунок 1. Схема основной электрической сети ОЭС Беларуси по состоянию на 1979 год

Продолжение таблицы 1

Время	Действие релейной защиты и автоматики, оперативного персонала	Последствия
9 ч 58 мин	Технологическими защитами закрылись регулирующие, а затем и стопорные клапаны турбин Березовской ГРЭС и Минской ТЭЦ-3	=> Привело к еще большему дефициту мощности вызвавшему лавину частоты и напряжения, погашению Березовской ГРЭС и Минской ТЭЦ-3 с собственными нуждами
10 ч 05 мин	Включена ВЛ 330 кВ «Вильнюс – Северная»	
10 ч 16 мин	От подстанции «Северная» по линии 110 кВ подано напряжение на шины Минской ТЭЦ-3 и подстанцию Колядичи	=> Снижение напряжения на шинах 220 кВ Березовской ГРЭС до 170 кВ => Начат разворот блока № 2 Березовской ГРЭС и включены все ранее отключенные линии 110–220 кВ
10 ч 23 мин	Включена ВЛ 330 кВ «Лукомльская ГРЭС – Восточная»	
11 ч 13 мин	Дистанционная защита отключила ВЛ 220 кВ «Солигорск – Мирадино»	
11 ч 27 мин	Включена ВЛ 220 кВ «Мирадино – Солигорск»	=> Напряжение на шинах снизилось до 150 кВ и блок № 2 Березовской ГРЭС был отключен => Подано устойчивое напряжение на Гродненскую и Брестские энергосистемы и Березовскую ГРЭС
11 ч 55 мин	Включен в работу блок № 2 Березовской ГРЭС	
12 ч 00 мин	Защитой отключилась ВЛ 220 кВ «Мирадино – Солигорск»	
14 ч 37 мин	ВЛ 330 кВ «Гродно – Алитус» была включена в работу	
16 ч 35 мин	Электростанции и потребители вышли на нормальный установившийся режим работы.	

Основными причинами данной системной аварии являются:

- рискованное решение по выводу в ремонт двух системообразующих линий электропередачи 330 кВ;
- отказ 38 комплектов АЧР с общей подключенной мощностью 308 МВт;
- погодные условия и несвоевременная расчистка трасс линий;
- несовершенство алгоритмов работы устройства АПНУ Лукомльской ГРЭС;
- отсутствие делительной автоматики на Березовской ГРЭС и ее несовершенство на Минской ТЭЦ-3.

Последствия аварии.

В результате отделения Центральной и Западной части энергосистемы суммарная величина отключенной мощности составляет 1 680 МВт. Недоотпуск электрической энергии, с учетом подачи напряжения части потребителей РЭУ Гродноэнерго от Литовской энергосистемы составляет 2 361,4 тыс. кВт·ч, тепловой энергии – 691 Гкал. Длительность аварии – 8 ч. 50 мин.

Литература

1. Акт расследования системной аварии, произошедшей в Белорусской энергосистеме 31 мая 1979 года от 5 июня 1979 года.