

УРОКИ, ИЗВЛЕЧЕННЫЕ ИЗ АВАРИИ

Дата происшествия:	26.06.2024. 16 часов 08 минут (здесь и далее – время уральское)
Наименование организации:	Филиал АО «Россети Тюмень» - Северные электрические сети ООО «Газпром добыча Ямбург» Уренгойский филиал ООО «Газпром энерго»
Ведомственная принадлежность:	Министерство энергетики
Место аварии:	Ямало-Ненецкий автономный округ, ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-1В
Вид аварии:	<p>Отключение генерирующего оборудования или объекта электросетевого хозяйства, приводящее к снижению надежности ЕЭС России или технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем, при возникновении следующего события: выделение энергорайона, включающего в себя электростанцию (электростанции) установленной мощностью 25 МВт и более (при отключении всех электрических связей с Единой энергетической системой России или технологически изолированной территориальной энергосистемой), с переходом на изолированную от Единой энергетической системы России или технологически изолированной территориальной энергосистемы работу, за исключением случаев успешного повторного включения в работу линий электропередачи или электротехнического оборудования действием устройств автоматического повторного включения.</p> <p>Повреждение объекта электросетевого хозяйства (высший класс напряжения 6 кВ и выше) в электрических сетях или на электростанции, а также отключение такого объекта действием автоматических защитных устройств или оперативным персоналом вследствие недопустимых отклонений технологических параметров или ошибочных действий оперативного персонала, в том числе вызвавшее обесточивание резервных трансформаторов собственных нужд атомной электростанции.</p> <p>Повреждение основного оборудования электростанции, а также отключение такого оборудования действием автоматических защитных устройств или оперативным персоналом вследствие недопустимых отклонений технологических параметров или ошибочных действий оперативного персонала.</p> <p>Неправильные действия защитных устройств и (или) систем автоматики.</p>
Краткое описание аварии:	<p>26.06.2024 в 16-08 во время грозы действием ДФЗ с успешным АПВ односторонне с ПС 110 кВ Ямбург отключалась ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками. На ПС 110 кВ ЯГП-6 защиты не работали по принципу действия, отключена ВЛ 110 кВ ЯГП-6 – Ямбургская ГТЭС с отпайками.</p> <p>В 16-08 во время грозы действием ДФЗ, 1 ст. ДЗ с успешным АПВ односторонне с Ямбургской ГТЭС отключалась ВЛ 110 кВ ЯГП-6 – Ямбургская ЯГТЭС с отпайками. На ПС 110 кВ ЯГП-6 защиты не работали по принципу действия, отключена ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками.</p> <p>ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 и ВЛ 110 кВ ЯГП-6 – Ямбургская ГТЭС в двухцепном исполнении на заходах к ПС 110 кВ ЯГП-6.</p>

В 16-09 во время грозы действием ДФЗ с успешным АПВ отключалась ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками.

В 16-10 во время грозы действием ДФЗ с успешным АПВ отключалась работающая в тупиковом режиме от Ямбургской ГТЭС ВЛ 110 кВ ЯГП-1В – Ямбургская ГТЭС с отпайкой на ПС ЯГП-2В. На ПС 110 кВ ЯГП-1В защиты не работали, по принципу действия (в ремонте ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-1В с отпайками).

В 16-14 во время грозы действием НВЧЗ с успешным АПВ со стороны ПС 110 кВ Ямбург отключалась ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками.

В 16-14 на ПС 110 кВ ЯГП-2 отключились 2С-110 и 2Т действием УРОВ В-110 Ямбург с запретом АПВ (тип выключателя типа ВГТЗ-110). Через 180 мс после отключения ВЛ произошёл пробой межконтактного промежутка фазы «В» В-110 Ямбург с КЗ на землю. Повторная работа НВЧЗ и работа 1ст ТЗНП на пуск УРОВ (АВР 6 кВ успешный).

С 16-14 связь Ямбургской ГТЭС с ЕЭС России осуществлялась по транзиту Ямбургская ГТЭС – ПС 110 кВ ЯГП-6 – ПС 110 кВ Ямбург

В 16-20 на Ямбургской ГТЭС 3Г переведен на изолированную работу от ЕЭС России для питания потребителей поселка Ямбург с нагрузкой 2,7 МВт.

В 16-30 во время грозы действием ДФЗ с успешным АПВ со стороны ПС 110 кВ Ямбург отключалась ВЛ 110 кВ Ямбург - ЯГП-6 с отпайками, (на ПС 110 кВ ЯГП-6 АПВ контролем синхронизма не было из-за большой разницы частот (частота на Ямбургской ГТЭС колебалась в диапазоне 49,4 – 54,15 Гц, (уставка $\Delta f_{кс}=0,05$ Гц)).

В результате Ямбургский энергорайон, включающий в себя Ямбургскую ГТЭС (106 МВт) выделился на изолированную работу от ЕЭС России с кратковременным повышением частоты до 54,0 Гц.

В 16-30 на Ямбургской ГТЭС 5Г после первичной правильной реакции на рост частоты разгрузился с 8,27 МВт до 5,57 МВт. Частота энергорайона стабилизировалась на уровне 50,0 Гц.

В 16-30 на Ямбургской ГТЭС отключился 4Г действием защиты по превышению оборотов турбогенератора с нагрузкой 5,5 МВт.

В 16-30 на Ямбургской ГТЭС 6Г разгрузился с 4,71 МВт до 0 МВт.

В 16-32 диспетчером Тюменского РДУ отдана команда НСС Ямбургской ГТЭС на регулирование частоты с уставкой 50 Гц.

В 16-49 ПС 110 кВ Ямбург действием НВЧЗ с успешным АПВ отключалась работающая в тупиковом режиме ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками.

В 16-49 на ВЛ 110 кВ Ямбургская ГТЭС – ЯГП-2 с отпайками, работающей в тупиковом режиме от Ямбургской ГТЭС, возникло трёхфазное КЗ через большое переходное активное сопротивление, с переходом из 3-хфазного в 2-хфазное на землю, и далее в однофазное на землю, с последующей самоликвидацией через 1,27 сек.

В 16-49 на Ямбургской ГТЭС 5Г и 6Г разгрузились до 0 МВт каждый.

В 16-49 действием АЧР-1 в Ямбургском энергорайоне отключилась нагрузка в объеме 4 МВт на ПС 110 кВ ЯГП-4 (ЗРУ-6 кВ 14РП-6, балансовая и эксплуатационная ответственность Уренгойский Филиал ООО «Газпром энерго»), фактических условий для срабатывания АЧР не было.

В 16-50 ПС 110 кВ Ямбург действием НВЧЗ с успешным АПВ отключалась работающая в тупиковом режиме ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками.

В 16-53 зафиксировано снижение частоты до 48,5 Гц на шинах 110 кВ Ямбургской ГТЭС. Сложившиеся условия для срабатывания АЧР-1 на ПС 110 кВ ЯГП-5 (ЗРУ-6 кВ 15РП-6, балансовая и эксплуатационная ответственность Уренгойский Филиал ООО «Газпром энерго»). Фактического срабатывания АЧР-1 не было. Отсутствие срабатывания АЧР-1 в ЗРУ-6 кВ 15РП-6 на ПС 110 кВ ЯГП-5, корректно из-за работы в 16-50 АВР-6 кВ и перевода присоединений (совместно с измерительными трансформаторами напряжения) на питание от 1Т ПС 110 кВ ЯГП-5. Работа АВР произошла из-за снижения напряжения в Ямбургском энергорайоне по причине отсутствия тока возбуждения в системе возбуждения генераторов 5Г, 6Г, после самоликвидированного короткого замыкания в 16-49 на ВЛ 110 кВ Ямбургская ГТЭС – ЯГП-2 с отпайками.

В 16-54 на Ямбургской ГТЭС отключен персоналом 5Г из-за отсутствия тока возбуждения в системе возбуждения генератора, после самоликвидированного короткого замыкания в 16-49 на ВЛ 110 кВ Ямбургская ГТЭС – ЯГП-2 с отпайками.

В 16-56 на Ямбургской ГТЭС отключен персоналом 6Г из-за отсутствия тока возбуждения в системе возбуждения генератора, после самоликвидированного короткого замыкания в 16-49 на ВЛ 110 кВ Ямбургская ГТЭС – ЯГП-2 с отпайками.

В результате произошло обесточение 1СШ-110, 2СШ-110 на Ямбургской ГТЭС и ПС 110 кВ Взлетная, ПС 110 кВ Районная, ПС 110 кВ ЯГП-2, ПС 110 кВ ЯГП-1В, ПС 110 кВ ЯГП-2В, ПС 110 кВ ЯГП-6 (нагрузка потребителей переведена на собственные источники питания).

В 16-59 на ПС 110 кВ ЯГП-6 включен в работу В-110 Ямбург, чем подано напряжение на 1СШ-110, 2СШ-110 на Ямбургской ГТЭС и ПС 110 кВ Взлетная, ПС 110 кВ Районная, ПС 110 кВ ЯГП-2, ПС 110 кВ ЯГП-1В, ПС 110 кВ ЯГП-2В, ПС 110 кВ ЯГП-6, чем Ямбургский энергорайон синхронизирован с ЕЭС России.

В 17-02 на Ямбургской ГТЭС 4Г включен в работу.

В 17-05 на Ямбургской ГТЭС 6Г включен в работу.

В 17-05 диспетчером Тюменского РДУ отменена команда Ямбургской ГТЭС на регулирование частоты с уставкой 50 Гц.

В 19-50 включены потребители, отключенные действием АЧР.

В 22-29 включена в работу ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-1В с отпайками.

27.06.2024: В 01-38 на ПС 110 кВ ЯГП-2 выведены в аварийный ремонт В-110 Ямбург и 2С-110.

02.07.2024: В 15-10 выведена в ремонт ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками для замены подвесной изоляции на опоре № 56 и замены выключателя В-110 Ямбург на ПС 110 кВ ЯГП-2.

03.07.2024: В 00-40 ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками включена в работу в тупиковом режиме со стороны ПС 110 кВ Ямбург.

	<p>04.07.2024: 01-57 на ПС 110 кВ ЯГП-2 В-110 Ямбург, 2С-110, 2Т введены в работу по нормальной схеме, замкнут транзит 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 – Ямбургская ГТЭС.</p> <p>05.07.2024: В 16-16 произведена замена электромеханического реле РЧ-1 в ЗРУ-6 кВ 14РП-6 на ПС 110 кВ ЯГП-4.</p>
Последствия аварии:	Ямбургский энергорайон, включающий в себя Ямбургскую ГТЭС (106 МВт) выделился на изолированную работу от ЕЭС России с кратковременным повышением частоты до 54,0 Гц
1. Технические причины аварии:	<p>1.1. Нарушение электрической изоляции</p> <p>Не удовлетворительные характеристики заземляющих устройств стали причиной перекрытия гирлянд изоляторов: фаз «А», «В», «С» на опоре №33А ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками; фаз «А», «В», «С» на опоре №77 ВЛ 110 кВ ЯГП-6 – Ямбургская ГТЭС с отпайками; фазы «В» на опоре №30А ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками; фазы «В» на опоре №156 ВЛ 110 кВ ЯГП-1В – Ямбургская ГТЭС с отпайками; фаз «В», «С» на опоре №56 ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками; фаз «А», «В», «С» на опоре №41 ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками; фазы «С» на опоре №56 ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками; фаз «А», «С» на опоре №79 ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками.</p> <p>1.2. Нарушение электрической изоляции</p> <p>Пробой межконтактного промежутка В-110 Ямбург фазы «В» на ПС 110 кВ ЯГП-2 произошёл вследствие критического перенапряжения неустановленной величины, превышающей нормируемое ГОСТом 1516.3-96 значение 550 кВ, при прохождении грозового фронта.</p> <p>1.3. Механический износ</p> <p>Срабатывание защиты по превышению частоты вращения 4Г на Ямбургской ГТЭС произошло из-за засорения жиклёра на сливе масла импеллера из мембранной полости автоматики регулирования, приведшего к росту давления в мембранной полости, не соответствующему фактическим оборотам ТГ, последующему срабатыванию микропереключателя и формированию сигнала на аварийный останов 4Г.</p> <p>1.4. Провести контрольную проверку действия защит 4Г, 5Г, 6Г по превышению частоты оборотов турбогенератора.</p> <p>1.4. Исчерпание ресурса</p> <p>Излишнее срабатывание АЧР-1 ЗРУ-6 кВ 14РП-6 ПС 110 ЯГП-4 произошло при совокупности следующих причин:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в соответствие с техническими данными реле РЧ-1 и вспомогательного устройства – частота срабатывания реле увеличивается, при уменьшении напряжения в контролируемой сети; - произошло снижение номинальной ёмкости конденсаторов в электромеханическом реле РЧ-1 в результате ухудшения технических характеристик (высыхания) в ходе эксплуатации сверх нормативного срока (30 лет).
2. Организационные причины аварии:	2.1. Несвоевременное выявление и устранение дефектов.

	<p>В результате неудовлетворительных характеристик заземляющих устройств от грозových перенапряжений 26.06.2024 отключились:</p> <p>ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками в 16:08; ВЛ 110 кВ ЯГП-6 – Ямбургская ГТЭС с отпайками в 16:08; ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками в 16:09; ВЛ 110 кВ ЯГП-1В – Ямбургская ГТЭС с отпайкой на ПС ЯГП-2В в 16:10; ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками в 16:14; ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками в 16:30; ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками в 16:49; ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками в 16:50;</p> <p>2.2. Атмосферные перенапряжения (гроза) На ПС 110 кВ ЯГП-2 произошёл пробой межконтактного промежутка В-110 Ямбург фаза «В».</p> <p>2.3. Отключение (повреждение) оборудования в смежной электрической сети На Ямбургской ГТЭС 5Г и 6Г отключены оперативным персоналом в связи с отсутствием тока возбуждения в системе возбуждения генератора после короткого замыкания в 16-49 на ВЛ 110 кВ Ямбургская ГТЭС – ЯГП-2 с отпайками, что привело к появлению дисбалансу токов возбуждения и токов ротора (должны быть строго пропорциональны). Появление дисбаланса привело к срабатыванию защит возбуждателя 5Г, 6Г Ямбургской ГТЭС от пробоя вентилей вращающегося выпрямителя и КЗ ротора генератора. Защита основана на сравнении пропорциональности этих токов. В случае нарушения пропорциональности блок ЗВ-1 определяет данное событие как аварию и отключает возбуждение на 5Г, 6Г Ямбургской ГТЭС.</p> <p>2.4. Прочие нарушения: Отсутствуют проектные решения в части конструктивного исполнения заземляющих устройств, расчетных значений сопротивления заземляющих устройств, опор ВЛ 110 кВ ЯГП-1В – Ямбургская ГТЭС с отпайкой на ПС ЯГП- 2В опора №156; ВЛ 110 кВ ЯГП-6 – Ямбургская ГТЭС с отпайками опора №77; ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками опора №33А; ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками опора №30А; ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-6 с отпайками опора № 41</p>
<p>3. Технические мероприятия:</p>	<p>3.1. По результатам исполнения пункта 3.2.1, выполнить установку ограничителей перенапряжения на ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками и ВЛ 110 кВ ЯГТЭС – ЯГП-2 с отпайками со стороны ПС 110 кВ ЯГП-2.</p> <p>3.2. Восстановить заземляющие устройства опор ВЛ 110 кВ, указанных в п.2.4. Акта, на которых были выявлены перекрытия гирлянд изоляторов.</p> <p>3.3. Провести ревизию и настройку блока топливной автоматики системы регулирования 4Г, 5Г, 6Г (БТА) с установлением причин возникновения засорения жиклера ГТУ №4.</p> <p>3.4. Провести контрольную проверку действия защит 4Г, 5Г, 6Г по превышению частоты оборотов турбогенератора.</p> <p>3.5. Провести испытания 4Г, 5Г, 6Г по проверке готовности ГО к участию в ОПРЧ с предоставлением отчетов в Филиал АО «СО ЕЭС» Тюменское РДУ.</p>

	<p>3.6. Провести испытания и проверку АРВ и ОМВ системы возбуждения СУВ (БВУГ-21У3) генераторов 5Г, 6Г с предоставлением отчетов в Филиал АО «СО ЕЭС» Тюменское РДУ.</p> <p>3.7. Провести внеочередное техническое освидетельствование аналогичных электромеханических реле РЧ-1 в ЗРУ-6 кВ 11РП-6 (ПС 110 кВ ЯГП-1), 12РП-6 (ПС 110 кВ ЯГП-2), 13РП-6 (ПС 110 кВ ЯГП-3), 17РП-6 (ПС 110 кВ ЯГП-7). По результатам освидетельствования составить ОРД о продлении срока эксплуатации устройств РЗА и вторичного оборудования.</p>
<p>4. Организационные мероприятия:</p>	<p>4.1. Направить запрос в АО «Полимер-Аппарат» о возможности установки ограничителей перенапряжения на концевых опорах ВЛ 110 кВ Ямбург – ЯГП-2 с отпайками и ВЛ 110 кВ ЯГТЭС – ЯГП-2 с отпайками со стороны ПС 110 кВ ЯГП-2.</p> <p>4.2. Провести проверки на соответствие требованиям НТД контуров опор ВЛ-110 кВ указанных в п.2.4. Акта, при выявлении несоответствий параметров заземляющих устройств разработать план-график мероприятий по доведению параметров заземляющих устройств опор ВЛ 110 кВ до нормированных значений.</p> <p>4.3. При отсутствии проектных решений направить письмо в проектный институт о выдачи дубликата проекта ВЛ 110 кВ, указанных в п.2.4. Акта.</p> <p>4.4. Разработать программы испытаний 4Г, 5Г, 6Г Ямбургской ГТЭС в соответствии с методическими указаниями по проверке готовности ГО к участию в ОПРЧ и согласовать с Филиалом АО «СО ЕЭС» Тюменское РДУ.</p> <p>4.5. Разработать программы испытаний и проверку АРВ и ОМВ системы возбуждения СУВ (БВУГ-21У3) генераторов 5Г, 6Г Ямбургской ГТЭС и согласовать с Филиалом АО «СО ЕЭС» Тюменское РДУ.</p>
<p>5. Извлеченные уроки:</p>	<p>5.1. Исполнять проектные решения в части конструктивного исполнения заземляющих устройств, расчетных значений сопротивления заземляющих устройств.</p> <p>5.2. Владельцу объекта электроэнергетики выполнять противоаварийные мероприятия, разработанные при проведении расследований причин предыдущих аварий объекта электросетевого хозяйства.</p> <p>5.3. Осуществлять контроль за техническим состоянием и обслуживанием воздушных линий.</p> <p>5.4. Своевременно выявлять недостатки и устранять дефекты оборудования.</p>

**6. Фото места
происшествия.**









