УРОКИ, ИЗВЛЕЧЕННЫЕ ИЗ АВАРИИ

|  |  |
| --- | --- |
| **Дата происшествия:** | 04 марта 2023 года |
| **Наименование организации:** | Филиал ПАО «ФСК – Россети» МЭС Востока Якутское ПМЭСФилиал АО «СО ЕЭС» Якутское РДУФилиал ПАО «Якутскэнерго» Каскад Вилюйских ГЭССП Нерюнгринская ГРЭС АО «ДГК»Филиал ПАО «Якутскэнерго» ЦЭСФилиал ПАО «Якутскэнерго» Якутская ГРЭСФилиал ПАО «Якутскэнерго» Якутская ТЭЦ |
| **Ведомственная принадлежность:** | Министерство энергетики  |
| **Место аварии:** | Западная, Центральная и часть Южно-Якутского энергорайнов Республики Саха(Якутия)  |
| **Вид аварии:** | Отключение генерирующего оборудования или объекта электросетевого хозяйства, приводящее к снижению надежности Единой энергетической системы 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.Неправильные действия защитных устройств и (или) систем автоматики. |
| К**раткое описание аварии:** | 04.03 в 12-21 (хбр) одновременно отключились три линии:ВЛ 220 кВ Нерюнгринская ГРЭС - НПС-18 действием ДЗЛ с неуспешным АПВ (L=164,64 км), (В 12-30 РПВ успешное, в 12-32 ВЛ замкнута в транзит)КВЛ 220 кВ Нижний Куранах - Томмот I цепь (L=47,45 км), действием ТУ ТЗНП, АПВ не было.КВЛ 220 кВ Томмот - НПС-19 (L=332,68 км), действием ДЗЛ, АПВ неуспешное, РПВ (в 13-38) не успешное.В 12-44 одновременно отключились две линии:ВЛ 220 кВ Нерюнгринская ГРЭС - НПС-18 действием ДЗЛ, АПВ, РПВ (12-53, 13-51) неуспешное,односторонне ВЛ 220 кВ НПС-18 - Налдинская действием МФТО на ПС 220 кВ Налдинская.При этом в условиях аварийно отключенной КВЛ 220 кВ Томмот - НПС-19 (в 12-21) Западный, Центральный и часть Южно-Якутского энергорайна выделились на изолированную работу от ОЭС Востока с дефицитом мощности 85 МВт и кратковременным снижением частоты до 49,2 Гц, зафиксирована работа САЧР объемом 16,4 МВт (в ЗЭР и ЦЭР)В 12-54 на ПС 220 кВ Налдинская включен СВ 220 Западный и Центральный и часть Южно-Якутского энергорайонов Республики Саха (Якутия) синхронизирован с ОЭС Востока.В 12-56 одновременно отключились:ВЛ 220 кВ Нижний Куранах - НПС-15 с отпайкой на ПС НПС-16 действием АЛАР на ПС 220 кВ Нижний Куранах и действием АОПН (уставка 310 кВ, t - 0.9 сек, правильность работы выясняется) на ПС 220 кВ НПС-15.ВЛ 220 кВ НПС-15 - Амга действием АОПН (уставка 310 кВ, t - 0.7 сек, правильность работы выясняется) на ПС 220 кВ НПС-15, на ПС 220 кВ Амга ВЛ не отключалась.ВЛ 220 кВ Нижний Куранах - Амга с отпайкой на ПС НПС-16 действием АЛАР на ПС 220 кВ Нижний Куранах. Обесточены ПС 220 кВ Амга, НПС-16.Это привело к выделению на изолированную работу Западного энергорайона Республики Саха (Якутия) от ОЭС Востока с избытком мощности на 258 МВт (с учётом сброса нагрузки НПС-11 - 15 в объёме 139 МВт), что привело к кратковременному повышению частоты до 54,3 Гц.Правильным действием АОПЧ на Каскаде Вилюйских ГЭС отключились 6Г (85 МВт) с нагрузкой 78 МВт (уставка 51,0 Гц) и 1Г (85 МВт) с нагрузкой 66 МВт (уставка 51,5 Гц)12-56 отключилась ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1,2-Айхал I цепь со стороны Каскад Вилюсйих ГЭС 1,2 ложным действием защиты от повышения напряжения в составе КСЗ (осн.) ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1, 2 – Айхал I цепь (ДЗ, ТЗНП, МФТО) (ЭПЗ-1636) уставка 302 кВ выдержка 1 сек, фактическое U = 283 кВ.В это же время на ПС 220 кВ Налдинская односторонне отключилась ВЛ 220 кВ НПС-18 - Налдинская действием МФТО (нормальное состояние - выведена).При этом Центральный район и части Южно-Якутского энергорайонов (ПС 220 кВ Томмот, Нижний Куранах, НПС-17, НПС-18, 1С 220 на ПС 220 кВ Налдинская) Республики Саха (Якутия) на изолированную работу от ОЭС Востока с дефицитом мощности 193 МВт и кратковременным снижением частоты до 48,4 Гц.Зафиксирована работа АЧР объемом 114,35 МВтНа Якутской ГРЭС отключился Г8 (22,229 МВт) с нагрузкой 28 МВт действием продольной дифференциальной защиты генератора из-за термического повреждения вторичных цепей трансформатора тока генератора.13-00 на Якутской ТЭЦ персоналом отключен ТГ-1 (6 МВт) из-за отключения единственного находящегося в работе КА №2 действием ТЗ "повышение уровня воды в барабане". |
| **Последствия аварии:** | Западный, Центральный и часть Южно-Якутского энергорайна выделились на изолированную работу от ОЭС Востока с дефицитом мощности 85 МВт и кратковременным снижением частоты до 49,2 Гц, зафиксирована работа САЧР объемом 16,4 МВт (в ЗЭР и ЦЭР) |
| **1. Технические причины аварии:** | Электродуговое повреждение:В пролете опор № 750 - 751 ф. "В" КВЛ 220 кВ Томмот – НПС-19 произошло электродуговое повреждение в месте пересечения КВЛ 220 кВ Томмот – НПС-19 и ВЛ 220 кВ Нерюнгринская ГРЭС – НПС-18 с возникновением дугового КЗ в результате несоответствия минимально допустимых расстояний между фазными проводами пересекающихся ЛЭП.Признаки дефекта и дефект, приведшие к возникновению технической причины: Электродуговое повреждение на КВЛ 220кВ Томмот-НПС-19, Пролет 750-751; на ВЛ 220кВ Нерюнгринская ГРЭС-НПС-18, Пролет 220-221.Нарушение электрического контакта, размыкание, обрыв цепи:Излом контактного соединения в промежуточном шкафу клеммного ряда токовых цепей фазы «С» 8Г на Якутской ГРЭС, привел к его нагреву и термическому повреждению токовых цепей, вызвавшему ложное срабатывание продольной дифференциальной защиты генератора 8Г.Нарушение электрического контакта потенциометра реле 2РН (в зоне настройки) привело в 11-56 на КВГЭС 1,2 к отключению ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1,2 – Айхал I цепь ложным действием защиты от повышения напряжения (уставка 302 кВ, факт - 283 кВ). |
| **2. Организационные причины аварии:** | Дефекты (недостатки) проекта, конструкции, изготовления, монтажа:Несоответствие минимально допустимых расстояний между фазными проводниками в месте пересечения ВЛ 220 кВ Нерюнгринская ГРЭС – НПС-18 (пролет опор 220-221) с КВЛ 220 кВ Томмот – НПС-19 (пролет опор № 750 – 751), что при изменении температуры окружающей среды в сторону повышения (относительно температуры, при которой проводился монтаж проводов) привело к уменьшению расстояния между пересекаемыми проводниками и возникновению дугового КЗ между проводами ВЛ 220 кВ Нерюнгринская ГРЭС – НПС-18 (пролет опор 220-221) и КВЛ 220 кВ Томмот – НПС-19 (пролет опор № 750 – 751).На ПС 220 кВ Налдинская в соответствии с инструкцией по эксплуатации и обслуживанию устройств РЗА введена функция МФТО в КСЗ ВЛ 220 кВ НПС-18 – Налдинская в отступление от требований инструкции по обслуживанию устройств РЗ и СА ЛЭП 220 кВ, являющих объектами диспетчеризации Якутского РДУ от 28.02.2023. Неправильным действием МФТО односторонне на ПС 220 кВ Налдинская дважды отключалась ВЛ 220 кВ НПС-18 – Налдинская, что в 11-44 привело к выделению на изолированную работу части энергосистемы Республики Саха (Якутия) и в 11-56 к выделению на изолированную работу ЦЭР энергосистемы Республики Саха (Якутия) с дефицитом мощности и работой АЧР в объеме 30,9 МВт и 97 МВт, соответственно.Несоблюдение сроков, невыполнение в требуемых объемах технического обслуживания или ремонта оборудования и устройств. Несоблюдение объемов ТО и ремонта оборудования, устройств:В процессе эксплуатации персоналом Якутского ПМЭС после проведения планово-предупредительного технического обслуживания КСЗ КВЛ Нижний Куранах – Томмот II цепь на ПС 220 кВ Томмот не выполнена проверка правильности подключения «нулевого» провода токовой цепи. Что привело к излишнему срабатыванию ТУ ТЗНП в КСЗ КВЛ 220 кВ Нижний Куранах – Томмот I цепь (7SА522).Ошибочные или неправильные действия оперативного и (или) диспетчерского персонала:В 11-55 старшим диспетчером Якутского РДУ для ликвидации перегрузки КС «Районная - Городская» и «Олекминск – НПС-15» отдана команда на КВГЭС 1,2 «Аварийно установить генерацию 400 МВт». НСС Каскада Вилюйских ГЭС-1,2 после получения новой команды должен был выполнить аварийную разгрузку станции с 487 до 400 МВт (на 87 МВт), т.к. новая команда отменяет действие предыдущей команды «Регулировать частоту с уставкой 50 Гц». С 11-55 до 11-56 Каскад Вилюйских ГЭС 1,2 вместо разгрузки до 400 МВт в режиме мощность (согласно последней отданной диспетчерской команде), загрузился с 487 до 520 МВт продолжая работать в режиме регулирования частоты.В 11-56 старшим диспетчером Якутского РДУ у НСС Каскада Вилюйских ГЭС 1,2 запрошена причина невыполнения последней отданной диспетчерской команды. От НСС Каскада Вилюйских ГЭС 1,2 получены разъяснения, что станция работает в режиме регулирования частоты и он не может выполнить её разгрузку. Старшим диспетчером Якутского РДУ даны разъяснения, что команда дана на регулирование мощности и повторно потребовано выполнять ранее отданную команду «Аварийно установить генерацию 400 МВт». В этот момент, из-за роста загрузки Каскада Вилюйских ГЭС 1,2 с 487 до 520 МВт произошло увеличение перетока по ВЛ входящим в состав сечения КС «Олекминск – НПС-15», что привело к нарушению статической устойчивости и возникновению асинхронного режима в данном КС.При отделении части ЯЭС на изолированную работу от ОЭС Востока диспетчерским персоналом Якутского РДУ неправильно определены точки разделения энергосистемы (ВЛ 220 кВ НПС-18 – Налдинская односторонне включена с ПС 220 кВ НПС-18), что привело к синхронизации части ЯЭС с ОЭС Востока (включением СВ 220 ПС 220 кВ Налдинская) без подготовки режима.Несвоевременное выявление и устранение дефектов:Своевременно не выявлен излом контактного соединения в промежуточном шкафу клеммного ряда токовых цепей фазы «С» 8Г на Якутской ГРЭС.В связи с конструктивными особенностями потенциометра реле 2РН (в зоне настройки) не обеспечена уставка защиты от повышения напряжения ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1,2 – Айхал I цепь. |
| **3. Технические мероприятия:** | Устранить несоответствие минимально допустимых расстояний между фазными проводами в пролете опор № 220-221 ВЛ 220 кВ Нерюнгринская ГРЭС – НПС-18 и привести габариты в пролете пересечений в соответствие с проектом.Провести мониторинг устройств РЗА оборудования и ЛЭП 220 кВ на ПС 220 кВ Майя, ПС 220 кВ Томмот, ПС 220 кВ Нижний Куранах на предмет правильности пусков резервных защит при коротких замыканиях на ЛЭП и оборудовании.Вывести из работы с отключением входных и выходных цепей на клеммном ряду:Направленную защиту от повышения напряжения ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1, 2 – Айхал;Направленную защиту от повышения напряжения ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1, 2 – Айхал I цепь;Направленную защиту от повышения напряжения ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1, 2 – Айхал I I цепь.Направить отчет в Якутское РДУ.Выполнить анализ настройки и алгоритмов работы регуляторов мощности, по результатам которого выполнить корректировку параметров настроек и (или) алгоритмов регуляторов мощности Каскада вилюйских ГЭС 1,2, при которых изменение активной мощности генерирующего оборудования в процессе первичного регулирования будет носить устойчивый апериодический характер при работе на индивидуальном и групповом управлении.Провести проверку вторичных токовых цепей генератора в период регламентных работ на всех ГТУ.Применить для сервера SCADA на ПС 220 кВ Городская политику безопасности АВЗ с минимально допустимым набором защит;Добавить в исключения политики безопасности АВЗ процессы прикладного ПО SCADA Sprecon V460;В случае безрезультатности мероприятий 1 и 2 понизить версию АВЗ с 11.0 на 10.0.После завершения работ по устранению несоответствия минимально допустимых расстояний между фазными проводами произвести инструментальные замеры габарита проводов КВЛ 220 кВ Томмот – НПС-19 и ВЛ 220 кВ Нерюнгринская ГРЭС – НПС-18. |
| **4. Организационные мероприятия:** | Составить перечень пересечений ЛЭП 220 кВ Якутского ПМЭС с линиями электропередачи всех классов напряжения, с указанием результатов инструментальных замеров габаритов между проводами пересекающихся ЛЭП. На основании составленного перечня, с фактическими габаритами менее допустимого, разработать план мероприятий по устранению негабаритов, в том числе при взаимодействии с собственниками ЛЭП класса напряжения ниже 220 кВ.Оперативному персоналу станции (НСС, НСЭ) провести внеплановый инструктаж по теме: «Исполнение требований п.86 Правил технологического функционирования электроэнергетических систем, утверждённые постановлением Правительства Российской Федерации от 13.08.2018 №937».В рамках проведения специальной подготовки с оперативным персоналом станции (НСС, НСЭ) провести техническую учёбу на темы: Исполнение аварийных диспетчерских команд;Управление режимами работы ГРАМ Каскада Вилюйских ГЭС 1,2.Организовать внесение в ведомость планируемых регламентных работ проверку вторичных токовых цепей генератора на всех ГТУ.Разработать рабочие программы по выводу из работы:Направленной защиты от повышения напряжения ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1, 2 – Айхал;Направленной защиты от повышения напряжения ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1, 2 – Айхал I цепь;Направленной защиты от повышения напряжения ВЛ 220 кВ Каскад Вилюйских ГЭС 1, 2 – Айхал I I цепь.Оперативному персоналу станции (НСС) провести внеплановый инструктаж по теме:«Требования к ведению оперативных переговоров и передаче оперативной информации о работе защит диспетчеру Якутского РДУ во время ликвидации аварии».Оперативному персоналу ОДС ЦЭС провести внеплановый инструктаж по теме:«Требования к передаче диспетчеру Якутского РДУ во время ликвидации аварии оперативной информации об объёме отключенной нагрузки потребителей действием АЧР и численности обесточенного населения».Оперативному персоналу станции (НСС) провести внеплановый инструктаж по теме:«Требования к передаче оперативной информации о работе защит диспетчеру Якутского РДУ во время ликвидации аварии».В рамках проведения специальной подготовки с диспетчерским персоналом выполнить совместное прослушивание переговоров по ликвидации данной аварии с разбором нарушений ведения диспетчерских переговоров.В рамках проведения специальной подготовки с диспетчерским персоналом провести практические занятия по порядку заполнения оперативного электронного журнала «Ёж» по событиям данной аварии.Провести внеплановый инструктаж диспетчерскому персоналу Якутского РДУ на тему: «Ввод в работу ДАР Якутской ГРЭС при отделении ЦЭР от ОЭС Востока».В рамках проведения специальной подготовки с диспетчерским персоналом выполнить решение практических задач по вводу ГВО для различных схемно-режимных и режимно-балансовых условий (определение объёма и места ввода ГВО, формулирование отдаваемых команд).В рамках специальной подготовки проработать акт расследования настоящей аварии с диспетчерским персоналом Якутского РДУ.Во 2-м квартале текущего года всему диспетчерскому персоналу Якутского РДУ провести контрольные противоаварийные тренировки по теме настоящей аварии.В 3-м квартале текущего года провести с участием оперативного персонала объектов общесистемную тренировку по теме настоящей аварии. Выполнить проверку соответствия указаний Инструкций по эксплуатации и оперативному обслуживанию устройств РЗА на ПС 220 кВ Якутского ПМЭС требованиям Инструкций по обслуживанию устройств РЗА Якутского РДУ в части нормально выведенных устройств (функций) РЗА.Направить официальный запрос производителю устройств ПКУС СР24 ООО «Юнител Инжиниринг» о причинах и принятию мер, предотвращающих зависание терминала ПРД/ПРМ ПКУС СР24 по ВОЛС ПС 220 кВ НПС-15 – ПП 220 кВ Амга на ПП 220 кВ Амга.  |
| **5. Извлеченные уроки:** | Авария показала, что на территории энергорайнов Республики Саха (Якутия) существуют системные ошибки в действиях обособленных структурных подразделениях. |