УРОКИ, ИЗВЛЕЧЕННЫЕ ИЗ АВАРИИ

|  |  |
| --- | --- |
| **Дата происшествия:** | 04 марта 2023 года |
| **Наименование организации:** | Филиал ПАО «ФСК – Россети» МЭС Востока Якутское ПМЭС  Филиал АО «СО ЕЭС» Якутское РДУ  Филиал ПАО «Якутскэнерго» Каскад Вилюйских ГЭС  СП Нерюнгринская ГРЭС АО «ДГК»  Филиал ПАО «Якутскэнерго» ЦЭС  Филиал ПАО «Якутскэнерго» Якутская ГРЭС  Филиал 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 МВт  На 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. |