

ПОДВИГ ДИСПЕТЧЕРА

Опыт, инструкция и никакого творчества

Среди энергетических компаний, традиционно уделяющих большое внимание подготовке сотрудников к работе в нестандартных ситуациях, ОАО «СО ЕЭС», пожалуй, бесспорный лидер. Интенсивность проводимых в Системном операторе тренировок и учений значительно выше, чем в большинстве субъектов отрасли, а их территориальные масштабы сопоставимы с учениями Вооруженных сил. В планы тренировок закладываются наиболее неблагоприятные схемно-режимные условия работы энергосистем целых регионов страны. Но того, что случилось 17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС, не мог предположить ни один разработчик сценария учений. Из баланса аварийно выбыла вся генерация электростанции, составляющая 80 % выработки энергосистемы Республики Хакасия.

Прежде чем рассказать, как более полусуток специалисты Системного оператора «по кусочкам» собирали Хакасскую энергосистему, кратко остановимся на ее характеристике и характеристике Объединенной энергетической системы Сибири, частью которой она является.

ОЭС Сибири по своим масштабам – одно из самых крупных энергообъединений ЕЭС России. В состав входят энергосистемы 12 субъектов Российской Федерации. По выработке электроэнергии ОЭС Сибири занимает третье место после ОЭС Урала и ОЭС Центра.

Уникальность ОЭС Сибири заключается в том, что около 50% совокупной установленной мощности генерации объединения приходится на гидроэлектростанции, причем 45% – на четыре крупнейшие в стране: Саяно-Шушенскую с установленной мощностью 6400 МВт, Красноярскую – 6000 МВт, Братскую – 4500 МВт, и Усть-Илимскую – 3840 МВт. По богатству гидроэнергетических ресурсов Сибирь занимает в России первое место.

Одна из проблем ОЭС Сибири – отсутствие развитой сетевой инфраструктуры, позволяющей оперативно перенаправить электроэнергию в случае крупной аварии.

В Хакасской энергосистеме с двумя крупными энергоемкими предприятиями – Хакасский и Саяногорский алюминиевые заводы – проблема недостаточно развитой сетевой инфраструктуры усугубляется еще и недостатком резервов мощности. Альтернативных Саяно-Шушенской ГЭС источников электроэнергии в энергоузле просто нет. Но это лишь те трудности, которые могут напомнить о себе в случае крупной аварии. При работе же в штатном режиме транзит Сибирь – Урал – Центр, связывающий энергообъединение с европейской частью ЕЭС России (проходит через энергосистему Казахстана, переток мощности до 1,5 млн кВт), позволяет ОЭС Сибири компенсировать неравномерность сезонной загрузки ГЭС по условиям водного режима, а сибирским ГЭС – участвовать в регулировании частоты в ЕЭС России. Но это только в штатном режиме!..

Справка

Электроэнергетический комплекс ОЭС Сибири образуют 93 тепловые и гидравлические электростанции мощностью 5 МВт и выше, имеющие суммарную установленную мощность 46,97 тыс. МВт, 2 189 электрических подстанций 110–500 кВ и 1548 линий электропередачи 110–1150 кВ общей протяженностью 89 850 км. В ее состав входят 10 региональных энергетических систем: Алтайская, Бурятская, Читинская, Иркутская, Красноярская, Новосибирская, Омская, Томская, Хакасская, Кузбасская. При этом Алтайская энергосистема объединяет Республику Алтай и Алтайский край, Красноярская – Республику Тыва и Красноярский край.

Саяно-Шушенская ГЭС – один из важнейших объектов энергетики не только ОЭС Сибири, но и России. По установленной мощности она является одной из крупнейших в мире и самой мощной гидроэлектростанцией в стране.

До аварии 17 августа 2009 года ГЭС была одним из основных источников регулирования суточного графика нагрузок ОЭС Сибири. Среднегодовая выработка электроэнергии составляла 24 млрд кВт·ч. Главные потребители электроэнергии станции – крупные алюминиевые заводы: Саяногорский, Хакасский, Красноярский, Новокузнецкий, а также Кузнецкий ферросплавный завод.



Саяно-Шушенская ГЭС им. П.С. Непорожного

Минус 4 170 МВт

За свою историю мировая гидроэнергетика пережила несколько тяжелых потрясений. Все крупные аварии были связаны с разрушением или прорывом плотины ГЭС. Исключением стало происшествие, которое произошло 9 октября 1963 года в Италии, когда оползень в горах вызвал перелив воды через гребень плотины. На Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 года случилась авария, аналога которой не было за всю историю эксплуатации гидроэлектростанций.

Гидроагрегат № 2 весом около 2 тысяч тонн неожиданно вылетел из кратера турбины, вращаясь как волчок, и разбил все, что находилось вокруг. За несколько секунд вода заполнила весь машинный зал. По официальной версии комиссии по расследованию причин аварии, основными причинами стали появившаяся после недавнего ремонта повышенная вибрация агрегата и отсутствие работающих систем виброконтроля. В момент аварии в работе находились девять из десяти гидроагрегатов станции, и все они получили электрические и механические повреждения различной степени тяжести, вплоть до полного разрушения. Пострадали оборудование систем регулирования, управления и защит гидроагрегатов и 5 фаз силовых трансформаторов. Было потеряно электропитание собственных нужд станции, из-за чего для остановки поступления воды опускание аварийно-ремонтных затворов на водоприёмниках персоналу станции пришлось производить вручную. Около 50 тонн турбинного масла вылилось в Енисей. Станция остановилась.

Из баланса энергосистемы в один момент выбыло более 4 тыс. МВт мощности. Но главной трагедией, конечно, стала гибель семидесяти пяти работников СШ ГЭС.

17 августа в диспетчерском центре Хакасского РДУ дежурят старший диспетчер Александр Кондратьев и диспетчер Дмитрий Новиков. В момент аварии по данным систем телеизмерений и телесигнализации они и их коллеги в ОДУ Сибири фиксируют факт разгрузки Саяно-Шушенской ГЭС с 4 170 МВт до 100 МВт. Еще через несколько секунд Кузбасское и Хакасское РДУ сообщают об отключении всех линий электропередачи 500 кВ, отходящих от ГЭС. Обрываются диспетчерские каналы связи с гидроэлектростанцией.

глобальный характер, стало ясно сразу. Схемы электроснабжения были полностью нарушены.

**Дмитрий Новиков, диспетчер Хакасского РДУ:**

Первое, что я заметил по телеметрии, – отключение четырех выключателей 500 кВ на ОРУ-500 Саяно-Шушенской ГЭС и отключение шести из десяти генераторов. Первая мысль была – такого не может быть! Возможно, это сбой телеметрии?! Не верилось в то, что сразу могла отключиться вся генерация на такой крупной ГЭС.

**Александр Кондратьев, главный специалист оперативно-диспетчерской службы ОДУ Сибири (на момент аварии – старший диспетчер Хакасского РДУ):**

Первая информация об аварии пришла с ГЭС в 8.13 по системе телеметрии. Что именно произошло на станции, понятно не было, но то, что нарушение носит

Устройства противоаварийной автоматики в Кузбасской энергосистеме отключили часть нагрузки крупнейших промышленных потребителей, таких как Новокузнецкий алюминиевый завод и Кузнецкий ферросплавный завод. Общий объем отключенной нагрузки – 540 МВт. В Красноярской энергосистеме устройства противоаварийной автоматики отключили на Красноярском алюминиевом заводе 440 МВт мощности потребления.

Продолжение на стр. 27

ПОДВИГ ДИСПЕТЧЕРА

Начало на стр. 26

В Хакасской энергосистеме из-за отключения обеих цепей ВЛ 500 кВ Саяно-Шушенская ГЭС – Новокузнецкая и ВЛ 500 кВ Алуминиевая – Означенное полностью обесточены Хакасский и Саяногорский алюминиевые заводы, потребляющие 1540 МВт мощности Саяно-Шушенской ГЭС. Без электроэнергии остался и ряд других предприятий Республики Хакасия.

Александр Кондратьев:

Примерно около минуты с Саяно-Шушенской ГЭС шли достоверные показания телеметрии, телесигнализации, мы видели отключения первого, второго блоков, разрыв первой цепочки из трех ОРУ 500 кВ, после чего телеметрия замерла. Причем по Майнской ГЭС приборы показывали наличие генерации, но на самом деле ее уже не было, так как ОРУ 220 кВ на этой ГЭС выключилось действием автоматики. Через некоторое время прошли еще кое-какие сигналы, но уже было видно, что это недостоверная информация. Стало понятно, что генерация потеряна полностью.

Для сбора информации мы сначала оценили состояние энергосистемы по нашему диспетчерскому мнемодиспетчеру, увидели, что отключение потребителей произошло огромное. Я начал сбор информации по действию релейной защиты и автоматики на подстанциях. Первое же сообщение было впечатляющим: дежурный инженер подстанции 500 кВ Означенное, которая питает Саяногорский алюминиевый завод, сообщил, что у него нет напряжения ни на 220 кВ, ни на 500 кВ, хотя по щиту видно было, что трансформаторы вроде бы замкнуты. На самом деле это тоже была недостоверная телеметрия.

При этом диспетчеры наблюдают кардинальное изменение перетоков мощности. Если мгновение назад электроэнергия передавалась из энергосистемы Сибири в энергосистему Казахстана объемом 300 МВт, то теперь Сибирь

берет из Казахстана 1000 МВт. Напряжение на ПС 500 кВ Барнаульская, обеспечивающей транзит электроэнергии в соседнюю Республику Алтай, снизилось до критической отметки 470 кВ.

Александр Кондратьев:

Крупнейшие потребители – Саяногорский и Хакасский алюминиевые заводы – плюс более мелкие промышленные потребители и бытовая нагрузка в совокупности составляют примерно около 2 тыс. МВт, а нагрузка Саяно-Шушенской ГЭС была в это время более 4 тыс. МВт. Соответственно, все перетоки сразу пошли внутрь Хакасии. После этого произошла потеря достоверности телеизмерений, телесигнализации, и дальнейший контроль осуществлялся только за счет телефонной связи с подстанциями. В общем-то, первоначальной информации хватило, чтобы понять, что аварийная ситуация очень серьезная.

Что именно произошло на станции, диспетчеры узнали лишь когда до них по мобильному телефону дозвонился начальник смены Саяно-Шушенской ГЭС. Несмотря на сильное волнение, он сразу акцентировал внимание на том, что плотина не пострадала и угрозы затопления нет.

Александр Кондратьев:

Когда начальник смены станции вышел на нас и сказал, что у них крушение кровли машинного зала и отключение всех гидрогенераторов, затопление всего оборудования, я эту картину на секунду представил. Я сам был несколько раз на Саяно-Шушенской ГЭС и сразу понял, насколько велик масштаб разрушений. Но было не до эмоций. Главное – получить информацию о разрушениях. Выяснилось, что оборудование ОРУ 500 кВ не пострадало, поскольку находится в горах, а также сохранилась возможность постановки под нагрузку Майнской ГЭС.

С момента выхода на нас начальника смены станции мы с ним вели переговоры по сотовой связи, и даже диспетчер

ОДУ Сибири отдавал команды на ОРУ Саяно-Шушенской ГЭС, используя меня как посредника. А я транслировал команды диспетчера ОДУ уже непосредственно на ГЭС.

информацию по действию релейной защиты и автоматики. Даже если инженеру на подстанцию вы позвоните через три минуты после того как что-то случилось, он только выдаст факт,

Оценка баланса мощности в ОЭС Сибири и анализ допустимости режимов работы системообразующей сети заняли еще 7 минут. После этого диспетчер ОДУ Сибири отдал команду на загрузку



Диспетчерский пункт Хакасского РДУ

Помогли инструкции и опыт

Из-за аварии под угрозой целостности оказалось все энергообъединение Сибири с перспективной отделением отдельных ее энергорайонов на изолированную работу. Кроме того, если в кратчайшие сроки не восстановить энергоснабжение основного производства Саяногорского и Хакасского алюминиевых заводов, то расплавленный в ваннах алюминий затвердеет, и предприятия будет уже не спасти. Диспетчеры Хакасского РДУ, ОДУ Сибири и ЦДУ в Москве понимали, что четверть суток – это максимум, который у них есть.

В первые минуты после аварии, при отсутствии достоверных сведений о том, что в действительности произошло, дежурной смене очень пригодились опыт и хорошее знание общих принципов ликвидации технологических нарушений, полученные на учениях и тренировках. Диспетчеры действовали по инструкции, анализируя всю совокупность имеющейся информации.

Александр Кондратьев:

На оценку ситуации и принятие решения у нас ушло около полутора минут. При этом опирались на свой опыт и на те данные телеметрии и телесигнализации, которые видели на диспетчерском щите. Оперативный персонал подстанций в условиях, когда отключились несколько линий электропередачи 500 кВ, не мог сообщить все необходимые данные. Требовалось обойти все панели и собрать

что отключилась такая-то линия, но причину отключения в такой короткий срок он установить не сможет.

В таких ситуациях, конечно, выручают инструкции по ликвидации аварии, которые предусматривают наши действия буквально по пунктам. Мы выяснили, какое оборудование отключилось, пытались включить оборудование, не затронутое аварией.

Для обеспечения устойчивой работы передачи ВЛ 500 кВ Сибирь – Казахстан нужно было произвести регулирование напряжения, которое снизилось до 470 кВ. С этой целью в течение первой минуты после аварии диспетчер ОДУ Сибири отдал команду на отключение третьего шунтирующего реактора ПС 500 кВ Барнаульская, который являлся средством регулирования напряжения в этом узле.

О факте разгрузки Саяно-Шушенской ГЭС и изменении перетоков мощности диспетчер ОДУ Сибири доложил в ЦДУ и получил команду на увеличение выработки электроэнергии резервными источниками.

Надо отметить, что полное исчезновение генерации Саяно-Шушенской ГЭС – слишком масштабное происшествие, поэтому к процессу ликвидации аварии и выработке оптимального послеаварийного режима ОЭС Сибири сразу же подключились диспетчеры ЦДУ.

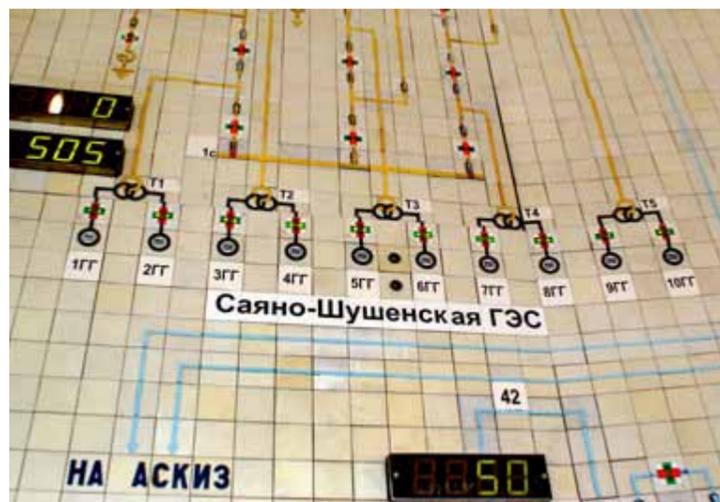
Первая команда на загрузку резерва на Братской ГЭС с 2300 до 3200 МВт поступила из ОДУ Сибири уже в 4.14 (здесь и далее время московское) – то есть через минуту после аварии.

Красноярской и Братской ГЭС на общую величину 800 МВт. Все РДУ получили указания на использование вращающегося резерва (резервной мощности на работающем генерирующем оборудовании) и загрузку до максимальной мощности тепловых электрических станций ОЭС Сибири на общую величину порядка 1000 МВт. Эти действия позволили частично восстановить энергобаланс ОЭС Сибири, и уже в 04.31 были отданы команды на включение отключенной действием автоматики нагрузки в Красноярской и Кузбасской энергосистемах.

В 04.31 для увеличения пропускной способности транзита Сибирь – Казахстан – Урал – Центр диспетчеры ОДУ Сибири дали команду казахским диспетчерам на вывод из ремонта и включение в срок аварийной готовности ВЛ 500 кВ Экибастуз – ЦГПП (ЦГПП – подстанция 500 кВ в Астане, Казахстан). До включения линии в работу руководство Системного оператора взяло на себя ответственность за переход на работу с вынужденными перетоками в сечении Сибирь – Казахстан в схеме ремонта одной из межгосударственных ВЛ 500 кВ. Линия была включена в 16.30, что позволило получить дополнительно 200 МВт мощности в Сибири.

Команда о прекращении плановых ремонтов поступила в Филиал ОАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Сибири и в отношении ВЛ 500 кВ Камала – Тайшет, что позволило обеспечить увеличение перетока в энергорайон Саяно-Шушенской ГЭС из Иркутской энергосистемы от Братской ГЭС. Включить линию удалось в 16.11.

Продолжение на стр. 28



Саяно-Шушенская ГЭС на диспетчерском щите Хакасского РДУ

ПОДВИГ ДИСПЕТЧЕРА

Начало на стр. 28

В 04.49 по командам диспетчера ОДУ Сибири включена вторая цепь ВЛ 500 кВ Аллюминиевая – Означенное, подано напряжение на системную шину II 500 кВ подстанции 500 кВ Означенное, благодаря чему в 5.07, то есть менее чем через час после аварии, были запитаны собственные нужды Хакасского и Саяногорского алюминиевых заводов.

Александр Кондратьев:

Когда мы узнали, что ОРУ 500 кВ Саяно-Шушенской ГЭС разрушения не коснулись, то в первую очередь отдали команды на подключение подстанций, питающих Хакасский и Саянский алюминиевые заводы. Для алюминиевых заводов отсутствие напряжения более шести часов равносильно смерти предприятия.

В Москве в течение часа после аварии в ЦДУ прибыло руководство Системного оператора и срочно вызванные специалисты профильных служб. На главном диспетчерском щите Системного оператора собрались первый заместитель Председателя Правления Николай Шульгинов, главный диспетчер Александр Бондаренко и заместитель главного диспетчера Сергей Павлушко. С этого момента начал функционировать московский штаб по ликвидации аварии и ее последствий. Надо сказать, что помощь подоспела вовремя.



Сергей Павлушко, директор по управлению режимами ЕЭС – главный диспетчер ОАО «СО ЕЭС» (на момент аварии – заместитель главного диспетчера):

Когда мы прибыли на главный щит через час после аварии, с первого взгляда было понятно, что оперативной смене нужна помощь. Внешне все было спокойно и уверенно, но видно было, что коллеги в ОДУ Сибири и сибирских РДУ, как говорится, зашиваются.

В первые часы у дежурных смен наших диспетчерских центров было очень много работы

по координации ликвидации технологического нарушения. В такой ситуации кто-то должен был посмотреть немного вперед – дальше, чем собственно ликвидация. Хотя бы на вечерний максимум нагрузок.

Совместными усилиями был определен план неотложных действий – нужно было срочно компенсировать недостающую выработку мощности и обеспечить достаточную пропускную способность сетей для ее перетоков из других энергосистем.

Руководство ОАО «СО ЕЭС» лично помогало диспетчерам определить объем и состав генерирующего оборудования, которое можно было развернуть из холодного резерва, считали баланс на вечерний максимум нагрузок. Иными словами, искали пути хотя бы частичного восстановления потерянной генерации Саяно-Шушенской ГЭС и пытались спрогнозировать ситуацию на предстоящий вечер.

В Москве 05.30. К этому времени диспетчеры завершили начатую за час до этого выдачу команд на пуск из холодного резерва генерирующего оборудования тепловых электростанций ОЭС Сибири в общей сложности почти на 4700 МВт. Команды были даны всем электростанциям, находящимся в Красноярской, Кузбасской, Томской, Алтайской, Новосибирской, Омской энергосистемах. К 07.00 следующего дня из резерва располагаемой генерирующей мощности мало-помалу было включено 3822 МВт.

Постепенный запуск оборудования из холодного резерва позволил начать включение потребителей, отключенных в соответствии с графиками аварийного ограничения режима потребления.

В 05.24 по команде диспетчера ОДУ Сибири включена I цепь ВЛ 500 кВ Аллюминиевая – Означенное и подано



Памятник строителям Саяно-Шушенской ГЭС

напряжение на I систему шин 500 кВ подстанции Означенное. 20 минут потребовалось для анализа баланса потребления и генерации в ОЭС Сибири, после чего диспетчеры Системного оператора дали разрешение Саяногорскому алюминиевому заводу взять первые 150 МВт нагрузки. А в 06.45 был запитан и Хакасский алюминиевый завод для обеспечения жизненно важных технологических процессов.

Александр Кондратьев:

При ликвидации аварии не покидало чувство того, что мы часть Единой энергосистемы, и что ее непросто повредить или хотя бы раскочевать – она имеет большой запас прочности и работает устойчиво. Единая система и жесткая дисциплина потребителей позволили подключить резервы генерации и запитать промышленных потребителей, которые не терпят длительного перерыва в электроснабжении исходя из требований технологического

процесса. Когда уже через полтора часа после аварии нам разрешили взять первые 150 МВт нагрузки для Саяногорского алюминиевого завода, как говорится, стало легче дышать.

Уже в 07.03, то есть через 2 часа 50 минут после аварии схема сети в регионе в целом была восстановлена. Но для обеспечения минимальной нагрузки Саяногорского и Хакасского алюминиевых заводов в 07.04 были введены частичные ограничения потребителей в Новосибирской, Томской, Кемеровской областях, Алтайском крае и Республике Хакасия. Суммарно эти ограничения составили 809 МВт, при этом они почти не коснулись населения и полностью обошли стороной стратегические объекты городского хозяйства. К 15.51 эти ограничения были сняты. Хакасский алюминиевый завод полностью запитали в 11.00, а Саяногорский – в 15.24, то есть через 06.47 и через 11.11 после аварии соответственно.

«Карточный домик»

Напряженная борьба диспетчеров за энергосистему продолжалась около 12 часов. Полностью электроснабжение потребителей, отключенных в соответствии с графиками временного ограничения энергоснабжения, было восстановлено к 18 часам по московскому времени – через 14 часов после аварии. Теперь перед диспетчерами стояла задача по скорейшей ликвидации последствий аварии и поддержанию нормального режима потребления в условиях отсутствия генерации Саяно-Шушенской ГЭС. Для покрытия возникшего дефицита электроэнергии в ОЭС Сибири по согласованию с Енисейским бассейно-водным управлением на режим повышенного сброса воды были переведены Красноярская и Усть-Илимская ГЭС.

Проведены расчеты электрических режимов с целью актуализации максимально допустимых перетоков активной мощности на связях Сибирь – Казахстан и Красноярская ГЭС – Назаровская ГРЭС, что позволило получить в ОЭС Сибири 400 МВт дополнительной мощности.

В день аварии приказом Председателя Правления ОАО «СО ЕЭС» Бориса Аюева, который лично прибыл на место происшествия, была создана постоянно действующая рабочая группа по взаимодействию с субъектами электроэнергетики и потребителями электроэнергии. Руководителем группы был назначен директор Филиала ОАО «СО ЕЭС» РП «Сибирьэнерготехнадзор» (в настоящее время – директор по техническому контроллингу ОДУ Сибири) Алексей Пахомов. В ее состав вошли специалисты ОДУ Сибири, Хакасского РДУ и Территориального центра РП «Сибирьэнерготехнадзор». Рабочая группа разместилась в помещениях ОРУ в непосредственной близости от станции.



Разрушенная крыша машинного зала

Продолжение на стр. 29

ПОДВИГ ДИСПЕТЧЕРА



Рабочая группа



Режимщики

Начало на стр. 28

Перед специалистами стояла задача обеспечить взаимодействие между различными субъектами энергетики – ФСК, МРСК, генерирующими компаниями, а также крупными потребителями электроэнергии и органами власти в интересах надежного электроснабжения потребителей. В компетенцию группы входили также контроль выполнения намеченных планов и мероприятий и обеспечение полноценного потока информации в центр.



Павел Алексеев,
директор по техническому
контроллингу
ОАО «СО ЕЭС»:

В рабочую группу поступала масса запросов от комиссии по расследованию причин аварии, причем как от местных представителей в Абакане, так и от федеральных органов. Например, Ростехнадзор запрашивал информацию об описании последствий, но не с точки зрения поврежденной самой станции, а с точки зрения режима во всей энергосистеме с учетом выбытия мощности СШГЭС. Запрашивали необходимые документы для проведения расследования, показания приборов, систем регистрации, по которым проводится анализ действий персонала, анализ работы противоаварийной автоматики. И надо было оперативно принимать и отдавать информацию, поскольку в данном случае на самом деле время – это деньги.

Тревожный день подходил к концу. В энергосистеме Сибири установилась шаткая стабильность – состояние, которое не могло сохраняться долго. Стабильность без резервов генерации и пропускной способности сетей, с нечувствительными резервными защитами в сетях 500 и 220 кВ. Одно короткое замыкание на линии 500 кВ могло разрушить этот «карточный домик». Это понимали все. В ЦДУ полным ходом шла подготовка первой редакции плана мероприятий по обеспечению стабильной работы ОЭС Сибири в послеаварийном режиме. На его окончательную разработку ушло около трех суток, которые для московского штаба, по сути, превратились в сплошной мозговой штурм. За это время были выработаны стратегия и тактика ликвидации последствий аварии.

План срочных мероприятий состоял в проверке работоспособности основных и резервных защит всех линий 500 кВ, а затем 220 и 110 кВ, расчете послеаварийного режима работы ОЭС Сибири, в составлении балансов электроэнергии и мощности в новых условиях и поиске оптимального решения по поддержанию нормального уровня напряжения у потребителей энергоузла Саяно-Шушенской ГЭС. Предстояло решить еще одну проблему – недостаток реактивной мощности, которая до аварии генерировалась станцией.

Основы стабильности

Вслед за диспетчерами эстафету по ликвидации последствий аварии приняли режимщики и релейщики Системного оператора. На помощь коллегам в Хакасию прибыли специалисты служб релейной защиты и автоматики из Москвы, Кемерово, Екатеринбург, Кирова, Челябинска, Тулы и других городов.

При авариях на генерирующих объектах особую значимость приобретает работа специалистов служб релейной защиты и автоматики. Исчезновение столь крупного источника генерации, как Саяно-Шушенская ГЭС, снижает токи короткого замыкания на сетях различного класса напряжения не только в прилежащем энергоузле, но и во всем энергорайоне. В результате большинство устройств РЗА становятся нечувствительными, и система релейной защиты теряет свое быстрое действие, а значит, и способность обеспечивать устойчивый режим работы энергосистемы. В таких условиях энергосистема способна проработать лишь до первого короткого замыкания.

Именно поэтому в первый же день после аварии службой РЗА ОДУ Сибири была оценена чувствительность и селективность защит транзитных ЛЭП 500 кВ. Проверка выявила недостаточную чувствительность большинства резервных защит. В течение нескольких дней оценивалась селективность и чувствительность остальных ЛЭП 500 кВ, затем в течение недели специалисты служб РЗА нескольких РДУ операционной зоны ОДУ Сибири вели перерасчет уставок (параметров настройки) устройств релейной защиты основных линий.

Особенно критичным для организации противоаварийного управления в регионе стало то, что после аварии на Саяно-Шушенской ГЭС настройки централизованного комплекса противоаварийной автоматики на подстанции Итатская в транзите Итатская – Новокузнецкая перестали соответствовать новым режимам работы ОЭС Сибири. Этот транзит проходит через Саяно-Шушенскую ГЭС и именно через него осуществлялся переток мощности в Хакасию. Короткое замыкание в этой части транзита грозило энергетическим коллапсом во всем Хакасском регионе. Специалисты ОДУ Сибири в рекордные сроки пересчитали уставки релейного комплекса противоаварийной

автоматики на Итатской и на второй день после аварии выдали скорректированные параметры настройки противоаварийной автоматики специалистам филиала ОАО «ФСК ЕЭС» МЭС Сибири. Уже 19 августа релейный комплекс противоаварийной автоматики ПС Итатская был перенастроен. К счастью, за два дня никаких серьезных происшествий на этом транзите не случилось. Микропроцессорный комплекс ПА на ПС Итатская перенастроили к 25 августа.

Перерасчет уставок устройств РЗА на ПС Алюминиевая и Означенное был завершен к 4 сентября. Проверка чувствительности и селективности основных и резервных защит остальных сетевых объектов и перерасчет уставок РЗА на них были завершены 23 августа и уже к 25 августа Филиалу ОАО «ФСК ЕЭС» МЭС Сибири было выдано задание на их изменение.



Сергей Кутергин,
начальник Службы
релейной защиты и
автоматики Хакасского РДУ:

В диспетчерском управлении Хакасского РДУ находится около 30 линий 220 кВ, три линии 500 кВ и другие объекты. Всего в энергосистеме Республики Хакасия около десяти тысяч устройств РЗА. Работа велась большая, при этом в авральном темпе. Нужно было исключить Саяно-Шушенскую ГЭС из математической модели энергосистемы и определить, какие токи

короткого замыкания возможны. А потом уже по этим исходным данным произвести оценку чувствительности защит. Это кропотливый и длительный процесс, на который обычно требуется не менее месяца.

В начале ноября сетевым компаниям МЭС Сибири и ОАО «МРСК Сибири» выданы указания на перенастройку всех устройств РЗА сетевых объектов класса напряжения 110–500 кВ. После аварии в течение более чем двух месяцев специалисты служб релейной защиты и автоматики ОДУ Сибири, филиалов ОАО «СО ЕЭС» Хакасское РДУ, Красноярское РДУ и Кузбасское РДУ провели перерасчет свыше 3,3 тыс. параметров настройки для более чем 380 устройств РЗА на сетевых объектах класса напряжения 110–500 кВ.

Сразу же после аварии всталась задача срочно составить новые балансы электроэнергии и мощности. Режимщики без промедления взялись за расчеты, чтобы заложить основу для стабильной работы региональной энергосистемы в столь сложной ситуации.

Первый «экспресс-баланс» на весь осенне-зимний период, когда наблюдается сезонный максимум нагрузок, сформировали уже 20 августа. А через девять дней после аварии Служба долгосрочного планирования энергетических режимов завершила расчет развернутых балансов электроэнергии и мощности ОЭС Сибири на октябрь – декабрь 2009 года. Был определен прогнозируемый объем производства электроэнергии в отношении каждого генерирующего объекта в ОЭС Сибири в IV квартале.

Полученные данные использовались для коррекции графиков ремонта энергетического оборудования ОЭС Сибири. Изменения коснулись в основном планов ремонтов ЛЭП и оборудования 500 кВ всей Хакасской энергосистемы, а также транзита Иркутск,

Окончание на стр. 30

ПОДВИГ ДИСПЕТЧЕРА

Начало на стр. 29

Красноярск – западная часть ОЭС Сибири, который обеспечивает передачу мощности в Хакасскую энергосистему из восточных регионов Сибири.

В это же время были закончены расчеты электрических режимов для послеаварийных схем в сложившейся схемно-режимной ситуации, что позволило разработать оперативные указания диспетчерскому персоналу ОДУ Сибири, а затем и Хакасскому РДУ по действиям при аварийном отключении ВЛ 500 кВ энергоузла Саяно-Шушенской ГЭС.



Владимир Дьячков, заместитель главного диспетчера по режимам ОАО «СО ЕЭС» (на момент аварии – начальник Службы электрических режимов ОАО «СО ЕЭС»):

Уникальность нашей работы состояла в том, что одновременно в этом регионе возникла целая совокупность негативных факторов. Первый – потеря крупной генерирующей мощности, и как следствие – необходимость получать мощность для электроснабжения дефицитного района из-за пределов Хакасской энергосистемы. Второй – ликвидация крупного источника реактивной мощности и средств поддержания нормальных уровней напряжения.



Разрушенный гидроагрегат № 2

Сложность расчета состояла в том, что надо было принимать во внимание оба эти фактора и использовать все регулировочные возможности в энергорайоне: все трансформаторное и генерирующее оборудование, ресурсы малых станций по активной и реактивной мощности, то есть требовалась мобилизация абсолютно всех ресурсов, которые в этом энергорайоне есть.

На основе новых оперативных указаний, с участием специалистов из Москвы и Уральского региона прошли две серии противоаварийных тренировок, направленных на дополнительную подготовку диспетчерского персонала к работе в сложных режимных условиях: 26–28 августа в ОДУ Сибири и 1–10 сентября в Хакасском РДУ. Диспетчеры работали в парах для достижения максимального приближения к реальной обстановке работы дежурной смены. Отрабатывались действия в послеаварийных режимах, при отключениях ЛЭП и оборудования

500 кВ, направленные в первую очередь на максимально быстрое и безошибочное восстановление управляющих воздействий

противоаварийной автоматики путем ввода корректных объемов графиков временного отключения потребления.

Два года прошло после аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Мощность станции уже удалось восстановить на 40 % – до 2 560 МВт. Энергетики рассчитывают к 2014 году завершить процесс полной модернизации и обновления оборудования. Итого – пять лет. Пять лет, чтобы оправиться после тяжелейшей аварии на одной из самых крупных ГЭС мира. Трагедия могла повлечь за собой глобальную катастрофу, способную подорвать экономику целого региона. Но авария не распротронулась за пределы Хакасской энергосистемы благодаря правильной оценке ситуации и грамотным действиям специалистов Системного оператора. В условиях острого дефицита времени и при отсутствии достоверной информации о случившемся, они сделали все, чтобы не потерять единство энергосистемы и не допустить отделения энергорайонов на изолированную работу. В минимальное время диспетчеры локализовали аварию, восстановили жизненно важные транзиты электроэнергии и электроснабжение потребителей.

Самой высокой оценки заслуживает самоотверженный труд специалистов служб релейной защиты и автоматики и служб электрических режимов в послеаварийный период. Они в рекордные сроки выполнили колоссальный объем работ, чтобы заложить надежный фундамент стабильного функционирования ОЭС Сибири.

Наступившая зима была проверкой на прочность, и, надо сказать, энергосистема и люди этот экзамен выдержали – при полном отсутствии генерации Саяно-Шушенской ГЭС графики временного отключения потребителей не вводились.

Вспоминая события двухлетней давности, непосредственный участник ликвидации аварии диспетчер Хакасского РДУ Дмитрий Новиков произнес слова, которые могут стать напутствием всем диспетчерам Системного оператора: «В сложной ситуации надо действовать так, как того требуют инструкции, правила, регламенты. Тут не нужно, как говорится, изобретать велосипед. Все что написано в руководящих документах, уже опробовано. Если не мы, то кто-то через это прошел. Поэтому, если есть пункт в инструкции – надо его спокойно выполнить, и никакого творчества! Творчество в работе диспетчера неуместно».

25 сентября та же группа специалистов подготовила и организовала проведение масштабных противоаварийных учений с участием республиканского штаба по обеспечению безопасности энергоснабжения, формирования МЧС, работающих в регионе тепловых и электросетевых компаний, а также крупнейших потребителей – Саяногорского и Хакасского алюминиевых заводов.

Кроме мероприятий, связанных непосредственно с оперативно-диспетчерской деятельностью, было налажено тесное взаимодействие с генерирующими и сетевыми компаниями. В течение месяца после аварии Системный оператор совместно с Федеральной сетевой компанией подготовили перечень мероприятий по усилению электрической сети Сибири, среди которых установка необходимого дополнительного оборудования на подстанциях и строительство новых сетевых объектов.



Октябрь 2011 года. Установка ротора гидроагрегата № 1



Октябрь 2011 года. Работы по восстановлению гидроагрегата № 2