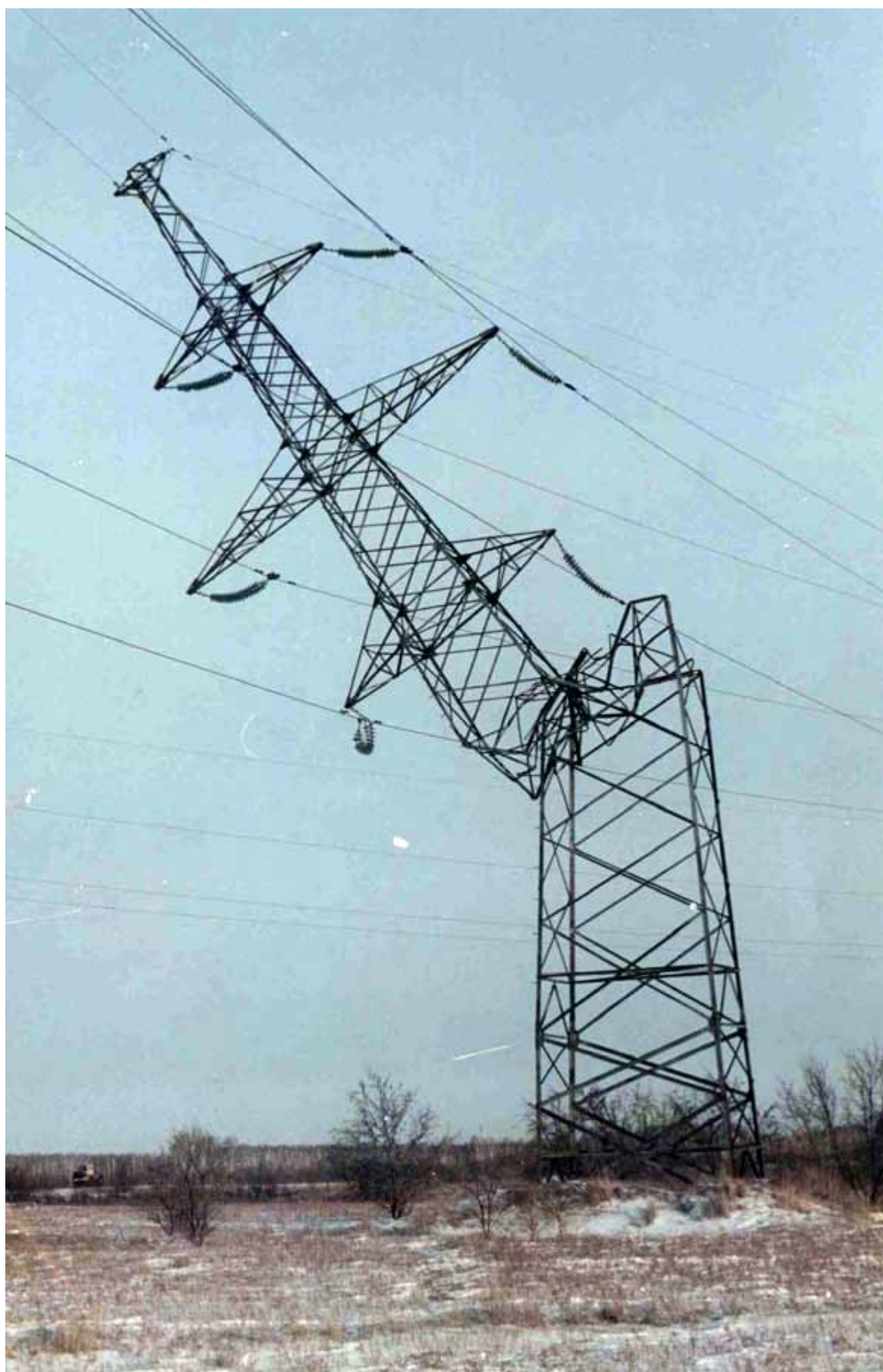


Без паники

Такого урагана в Новосибирской области не было с 1979 года. Он ворвался в регион со стороны Казахстана вечером 24 декабря 1995 года. Скорость ветра превзошла все ожидания синоптиков и местами достигала 42 м/с. Под ударом стихии не устояли линии электропередачи 0,4–10 кВ, а вслед за отключениями в распределительных сетях началось обесточение системообразующих линий 110–220 кВ. Ураган бушевал около семи часов. Все это время в условиях непрекращающихся отключений диспетчеры Новосибирскэнерго поддерживали жизнеспособность и целостность энергосистемы региона. Самообладание и решительность помогли им справиться с непростой ситуацией и выйти победителями в борьбе со стихией.



Повреждение ВЛ 220 кВ Камень-на-Оби – Иртышская

Ретропортрет энергосистемы

Сегодня одна из особенностей энергетического комплекса Новосибирской области состоит в том, что все крупные электростанции региона, за исключением Барабинской ТЭЦ, расположены в Новосибирске. Их суммарная установленная мощность превышает потребности города в электроэнергии. При этом Новосибирская область в целом энергодефицитна. Недостаток собственной генерации покрывается за счет перетоков электроэнергии и мощности по межсистемным линиям электропередачи из смежных энергосистем. Перетоки осуществляются через подстанцию (ПС) 500 кВ Заря, расположенную в восточной части энергосистемы, и ПС 500 кВ Барабинская в ее западной части.

С запада на восток Новосибирскую область пересекает Транссибирская магистраль. Участок, соединяющий Омск и Новосибирск, делит область на две практически равные части – северную и южную. Примерно в 150 км южнее Транссиба, пересекая область в двух местах, проходит еще одна железнодорожная магистраль, которая соединяет Омск и Барнаул. Вдоль Транссиба тянутся линии электропередачи (ВЛ) 500, 220 и 110 кВ Новосибирск – Барабинск – Омск. Причем ВЛ 110 и 220 кВ – двухцепные, то есть имеющие по два комплекта фазных проводов, так что по сути это четыре линии электропередачи. На юге области вдоль железной дороги Омск – Барнаул проходит двухцепная ВЛ 220 кВ Иртышская – Урожай – Барнаульская, которую специалисты называют Средне-Сибирским тяговым транзитом. Помимо этого Новосибирская энергосистема имеет хорошо развитую сеть 110 кВ, обеспечивающую энергетикам достаточное пространство для маневра в случае аварии в электросетях. Словом, сегодня обеспечено многократное резервирование транзита электроэнергии, а западная и восточная части Новосибирской энергосистемы связаны надежно.

В 1995 году, о событиях которого идет речь, генерация, электрические и тепловые сети, а также диспетчерская служба входили в состав одного предприятия – ОАО «Новосибирскэнерго», а энергосистема Новосибирской области выглядела несколько иначе. Мощного транзита 500 кВ Новосибирск – Барабинск – Омск не было. Связь между восточной частью Новосибирской

энергосистемы, в которой находится энергоизбыточный Новосибирский энергоузел, и ее западной частью вместо ныне существующих пяти линий электропередачи обеспечивали одна ВЛ 220 кВ и две ВЛ 110 кВ. Надежность электроснабжения южных и юго-западных районов Новосибирской области во многом зависела от построенной в 1980 году для электрификации Средне-Сибирской железнодорожной магистрали ВЛ 220 кВ Иртышская – Урожай – Барнаульская.

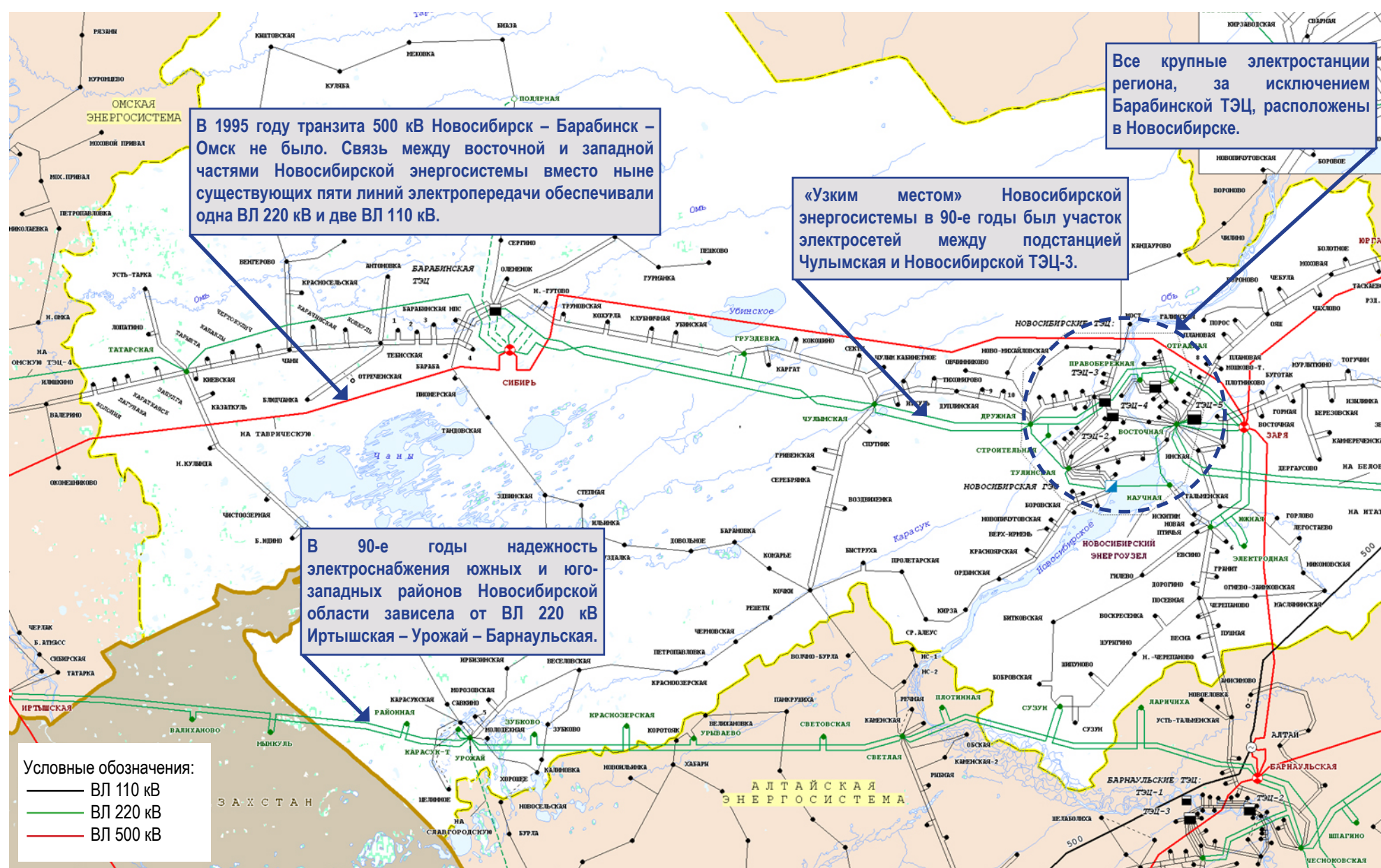
«Узкое место»

Есть у энергетиков такое понятие – «узкое место». Оно пришло в отрасль из Теории ограничений системы, разработанной в начале 80-х годов XX века израильским физиком Элияху Голдратом. Теория утверждает, что в любой системе существует максимум одно-два ключевых ограничения, препятствующие достижению цели системы. Главное – найти эти ограничения и управлять ими, от этого зависят успех и эффективность всей системы.

«Узкое место» энергосистемы – это проблема, накладывающая какие-либо ограничения на ее работу. Зачастую эти ограничения связаны с состоянием электросетевого хозяйства, то есть плохо развитой сетевой инфраструктурой, неважными техническими характеристиками устаревшего оборудования, недостаточной пропускной способностью сетей (низким номинальным напряжением ЛЭП), повышенной загрузкой линий электропередачи и трансформаторов подстанций. Проблем или «узких мест» в энергосистеме может быть несколько. Их наличие снижает техническую и экономическую эффективность оборудования, ведет к возникновению его перегрузок, усложняет регулирование напряжения, ограничивает выдачу мощности электростанций, но самое главное – из-за наличия «узких мест» снижается надежность работы энергосистемы в аварийных ситуациях. Таким проблемным местом Новосибирской энергосистемы в 90-е годы была связь между ее восточной и западной частями, а точнее участок электросетей между подстанцией Чулымская и Новосибирской ТЭЦ-3. Линии электропередачи, обеспечивающие эту связь, были загружены, что называется, «по полной».

Продолжение на стр. 23

ПОДВИГ ДИСПЕТЧЕРА



Карта-схема Новосибирской энергосистемы

Начало на стр. 22



Владимир Толстихин,
ведущий специалист отдела
технического контроллинга
Новосибирского РДУ
(на момент аварии –
старший диспетчер ЦДС
ОАО «Новосибирскэнерго»):

В случае отключения ВЛ 220 кВ между подстанцией Чуймская и Новосибирской ТЭЦ-3 возникал перегруз оставшихся в работе линий электропередачи, для ликвидации которого требовалось отключение потребителей в западной части Новосибирской энергосистемы – это, прежде всего, так называемая Кулундинская зона, где в то время, помимо населенных пунктов,

располагалось много важных военных и оборонных объектов.

Ветренный район

Кулундинская зона – так диспетчеры называют район на западе Новосибирской области, где простирается Барановская степь, «ровная как стол». Для этого района характерны жаркое засушливое лето и холодная малоснежная зима, а также сильные степные ветры, причем в любое время года. Если, скажем для Московского региона ветер в 25 м/с – катастрофа, то здесь это рядовое событие, о котором по центральному телевидению, как правило, не говорят.

Метеорологи делят территорию России на семь районов с различной максимальной скоростью ветра. Ее значение, зафиксированное в районе хотя бы один раз за последние 25 лет, считается нормативным. У энергетиков карты районирования страны по ветровому давлению приводятся в Правилах устройства электроустановок (ПУЭ). Согласно документу, в VII районе максимальная расчетная скорость ветра равна 49 м/с, в I – 25 м/с. Если скорость ветра за 25-летний период наблюдения однажды превысила значение в 49 м/с, то район считается особым. Но такие сильные ветры бывают

лишь на Чукотке на побережье Анадырского залива. Территория европейской части России в основном относится к I–II районам по ветру, в частности, территория Московской области – к I району. Новосибирск включен в III район, это значит, что скорость ветра здесь может достигать 32 м/с. Западнее Новосибирска начинается территория, которая относится к IV и V районам, то есть скорость ветра 36–40 м/с, или примерно 130–144 км/ч, в Барановской степи нельзя считать чем-то необычным.

С учетом этих степных особенностей или, как говорится, с поправкой на ветер, стоятся все электросетевые объекты в западной части Новосибирской энергосистемы. В частности, в расчете на значительные ветровые нагрузки при проектировании линий электропередачи подбираются все их элементы – опоры, провода, изоляторы, арматура, а также выбирается прочность грозозащитных тросов и строится фундамент опор.

При проектировании ВЛ считается, что давление ветра направлено параллельно поверхности земли и перпендикулярно продольной оси линии. Ветровое давление измеряется в паскалях (Па). Один Па равен давлению, создаваемому силой в один ньютон (Н), равномерно распределенной по поверхности площадью 1 м² (Н/м²). 1 ньютон примерно равен 0,102 килограмм-силы (кгс), соответственно

10 Н ≈ 1 кгс. Получается, что в IV и V районах линии электропередачи должны выдерживать нагрузку 800–1000 Па, условно говоря, 80–100 кгс на квадратный метр (кгс/м²). А вообще, согласно ПУЭ, при расчете ВЛ и их элементов для линий электропередачи 100–750 кВ нормативное ветровое давление должно быть не менее 500 Па, что приблизительно соответствует скорости ветра 29 м/с.

Где тонко, там и рвется

Вечером 23 декабря 1995 года, на дежурство в диспетчерском центре ОАО «Новосибирскэнерго» заступили старший диспетчер Владимир Толстихин и диспетчер Наталья Чухонцева. Предыдущая смена сообщила, что накануне из новосибирского Гидрометцентра поступило штормовое предупреждение. Метеорологи ожидали по области усиление ветра с порывами до 30 м/с. На период действия штормового предупреждения в Новосибирской энергосистеме были отложены все плановые ремонты, энергетики срочно вводили в работу сетевое оборудование, которое к этому моменту уже находилось в ремонте, в электросетевых предприятиях формировались аварийные бригады.



Наталья Чухонцева,
на момент аварии –
диспетчер ЦДС
ОАО «Новосибирскэнерго»:

Режим работы энергосистемы был нормальный. Тепловые станции несли нагрузку по графику. В общем, при приеме дежурства мы спокойно себя чувствовали. Но тут во время перемены начались единичные отключения на юго-западе области. Как оказалось, это были «первые ласточки» надвигающейся бури.

Массовые отключения по Средне-Сибирскому тяговому транзиту, то есть в распределительных сетях в районе ВЛ 220 кВ Иртышская – Урожай – Барнаулская, начались в 20:30, то есть

Продолжение на стр. 24

ПОДВИГ ДИСПЕТЧЕРА

Начало на стр. 23

через полчаса после того как смена диспетчеров заступила на дежурство. По поступающим в диспетчерский центр многочисленным докладам об отключениях ВЛ 0,4–10 кВ стало понятно, что штормовой прогноз начал сбываться. Ветер усиливался, его скорость на юго-западе области доходила до 38 м/с, и вскоре среди отключенных линий распределительных сетей оказалось несколько системообразующих ВЛ 110–220 кВ. Постепенно зона аварийных отключений стала увеличиваться и, смещаясь на север, охватила Татарский, Барабинский и Чулымский энергорайоны, то есть практически всю западную часть Новосибирской энергосистемы. Между подстанцией Чулымская и Новосибирская ТЭЦ-3, в самом уязвимом месте Новосибирской энергосистемы, произошло отключение ВЛ 220 кВ.

Наталья Чухонцева:

Между подстанцией Чулымская и Новосибирской ТЭЦ-3 в работе остались две ВЛ 110 кВ. Повышенную нагрузку, которая легла на них после отключения линии 220 кВ, они бы долго не выдержали. Нужно было срочно ввести в работу ВЛ 220 кВ.

Отключения ВЛ происходили с такой частотой, что диспетчеру Наталье Чухонцевой пришлось, оставив все прочие обязанности, на какое-то время полностью переключиться на фиксацию событий в оперативном журнале. В это время старший диспетчер Владимир Толстихин вел оперативные переговоры, занимался оценкой складывающейся схемно-режимной ситуации и ведением режима.

Правильный подход

Диспетчеры понимали, что провода, грозотросы и опоры линий электропередачи должны выдержать напор ветра, а отключения ВЛ релейной защитой происходят из-за коротких замыканий, возникающих при касании и склещивании проводов и грозотросов ВЛ под воздействием ветра, а также при контактах проводов и опор ВЛ. При этом короткие замыкания не успевают вызвать существенных разрушений, препятствующих обратному включению ВЛ. Значит нужно попытаться их вновь подать под напряжение.

Наталья Чухонцева:

В сетях возник вал самостраняющихся повреждений, которые энергетики называют неустойчивыми. Для ликвидации таких аварий необходимо произвести опробование отключившихся

ВЛ напряжением, то есть выполнить их повторное включение. Если линии электропередачи остаются в работе, повторное включение считается успешным.

Но при этом нужно было учитывать, что на некоторых ВЛ могли возникнуть устойчивые повреждения – обрывы проводов, грозотросов или гирлянд изоляторов, произошло падение деревьев на провода или под воздействием ветра не устояла опора ВЛ. Повторное включение линии, на которой произошло устойчивое повреждение, вновь вызовет короткое замыкание, и ВЛ опять отключится релейной защитой. В этом случае энергетики говорят о неуспешном повторном включении. А это уже, как говорится, другая история, которая начинается с вывода линии электропередачи в ремонт и поиска места повреждения путем ее обхода, что требует много времени.

Владимир Толстихин:

В ситуации, когда линии электропередачи отключались одна за другой, нашими главными задачами были сохранение распределительной сети в работоспособном состоянии и недопущение деления Новосибирской энергосистемы в сечении Новосибирская ТЭЦ-3 – Чулымская с выделением западной части энергосистемы на изолированную работу. Было также важно обеспечить выдачу мощности Барабинской ТЭЦ как единственному источнику

генерации в западной части Новосибирской энергосистемы.

Чтобы «не потерять» распределительную сеть и поддержать жизнеспособность западной части Новосибирской энергосистемы, диспетчеры производили повторные включения отключившихся линий электропередачи 110–220 кВ, обеспечивали вывод в ремонт ВЛ с устойчивыми повреждениями, создавали резервные схемы для восстановления электроснабжения крупных населенных пунктов. В частности, с использованием оставшихся в работе линий 110 кВ были запитаны обесточенные районные центры Баган, Карасук, Здвинск.

Владимир Толстихин:

Нельзя было допустить, чтобы погас какой-либо энергорайон и пошло каскадное развитие аварии. Выполняя повторные включения линий электропередачи, мы стремились к тому, чтобы количество отключенных ВЛ не накапливалось. Таким образом, мы по сути контролировали аварийную ситуацию, держали ее на определенном уровне и не давали ей развиваться.

Главное – без паники!

Ураганный ветер хозяйничал в степном районе Новосибирской

области около семи часов. Его максимальная скорость 42 м/с была зафиксирована там, где все началось – на юго-западе региона. Ветер был такой силы, что на одном из участков Средне-Сибирской железной дороги с рельсов сошли несколько вагонов грузового поезда, повредив контактную сеть. Движение по железнодорожной магистрали было остановлено на несколько часов.

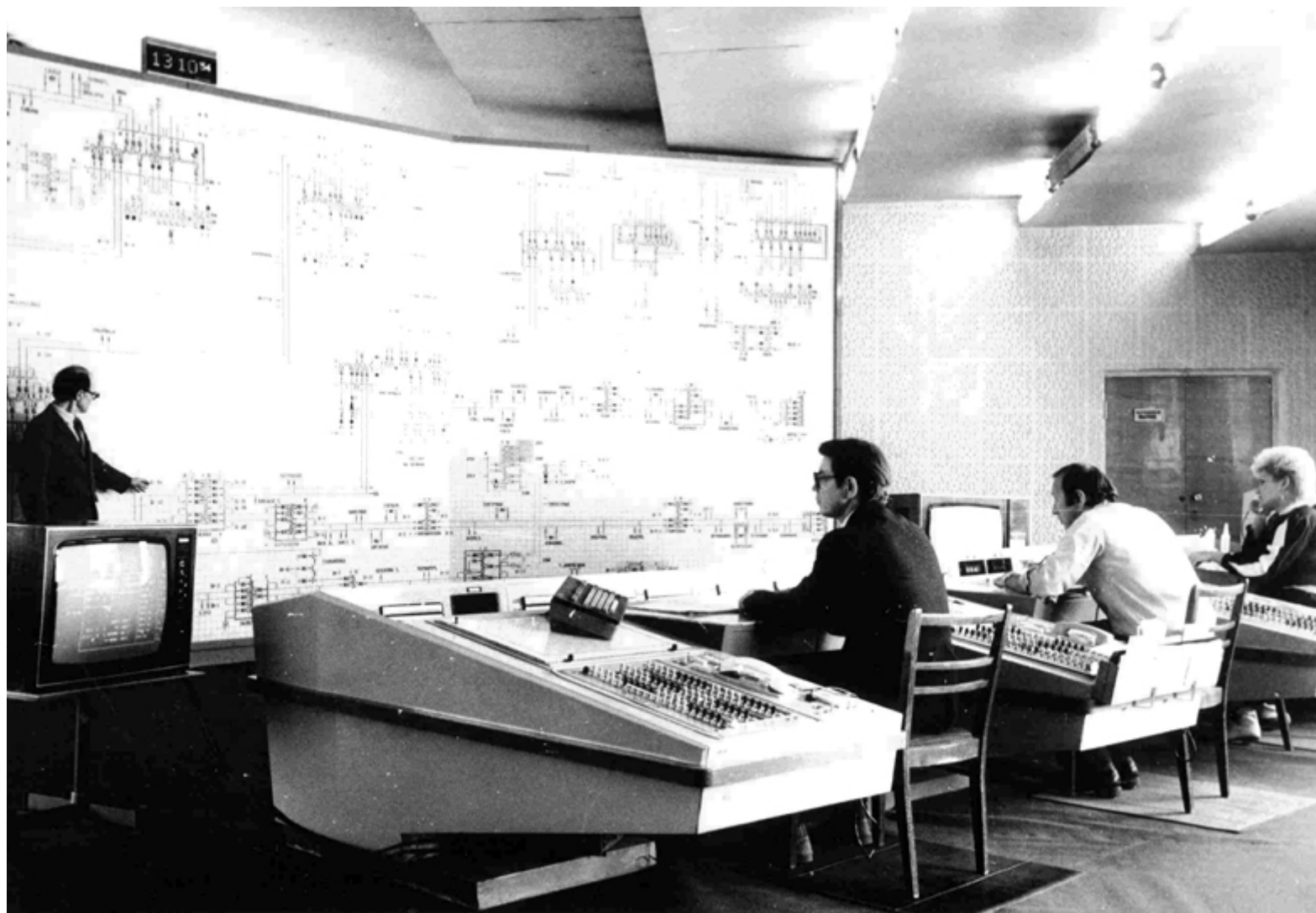
Во время урагана аварийные отключения ВЛ 110–220 кВ происходили около пятидесяти раз. Только в сечении Новосибирская ТЭЦ-3 – Чулымская ВЛ 220 кВ отключалась дважды и оба раза диспетчеры повторными включениями ставили линию электропередачи под напряжение, предотвратив таким образом перегруз оставшихся в работе ВЛ 110 кВ и выделение западной части Новосибирской энергосистемы на изолированную работу.

Владимир Толстихин:

Когда происходит такое большое количество отключений ВЛ, важно преодолеть психологический барьер и не удариться в панику. Нужно не бояться, действовать решительно и включать отключившееся оборудование. При этом надо знать, какую линию включить в первую очередь, понимать, что важнее. Также нужно помнить всю последовательность ввода оборудования в работу, потому что делать записи в таких ситуациях порой просто некогда.

К моменту окончания диспетчерской смены, то есть к восьми часам утра 24 декабря, почти все аварии в электросетях Новосибирской энергосистемы были ликвидированы. Большая часть отключившихся под воздействием ветра ВЛ 110–220 кВ была введена в работу практически сразу после обесточивания путем повторного включения. Несколько ВЛ были поставлены под напряжение после устранения повреждений аварийно-восстановительными бригадами ОАО «Новосибирскэнерго». В ремонте оставались одна ВЛ 220 кВ, на которой ветром была повреждена опора, и три ВЛ 110 кВ, также имеющие устойчивые повреждения.

Опыт, приобретенный при ликвидации этой аварии, впоследствии пригодился коллегам Владимира Толстихина и Наталье Чухонцевой как при проведении диспетчерских тренировок, так и во время ликвидации реальных аварийных ситуаций в энергосистеме Новосибирской области, вызванных неблагоприятными погодными условиями. «Правда, ветер был послабее и масштабы не те, – говорит Владимир Толстихин. – А вот я столкнулся с подобной ситуацией во время дежурства, примерно через год, когда в Новосибирскую область пожаловал очередной ураган, почти такой же сильный, как в декабре 95-го». ■



Диспетчерский зал ЦДС ОАО «Новосибирскэнерго», 1986 год.
Начальник ЦДС Н. Зуев, старший диспетчер В. Толстихин, диспетчер Л. Рябов, техник-оператор Е. Родионова