



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Мониторинг событий, оказывающих существенное влияние на функционирование и развитие мировых энергосистем

03.10.2025 – 09.10.2025



ЕВРОПА

Европейская ENTSO-E представила отчет с фактическим материалом о системной аварии на Пиренеях 28 апреля 2025 г.

Ассоциация европейских системных операторов ENTSO-E опубликовала отчет с фактическим материалом ([Factual Report](#)) о системной аварии, приведшей к полному отключению электроэнергии в континентальной части Испании и Португалии, которая считается самым серьезным событием в синхронной зоне континентальной Европы (CESA) за последние двадцать лет.

В Factual Report описаны системные условия, сложившиеся 28 апреля, полная последовательность развития аварии и процесс восстановления нормального режима работы пиренейской энергосистемы:

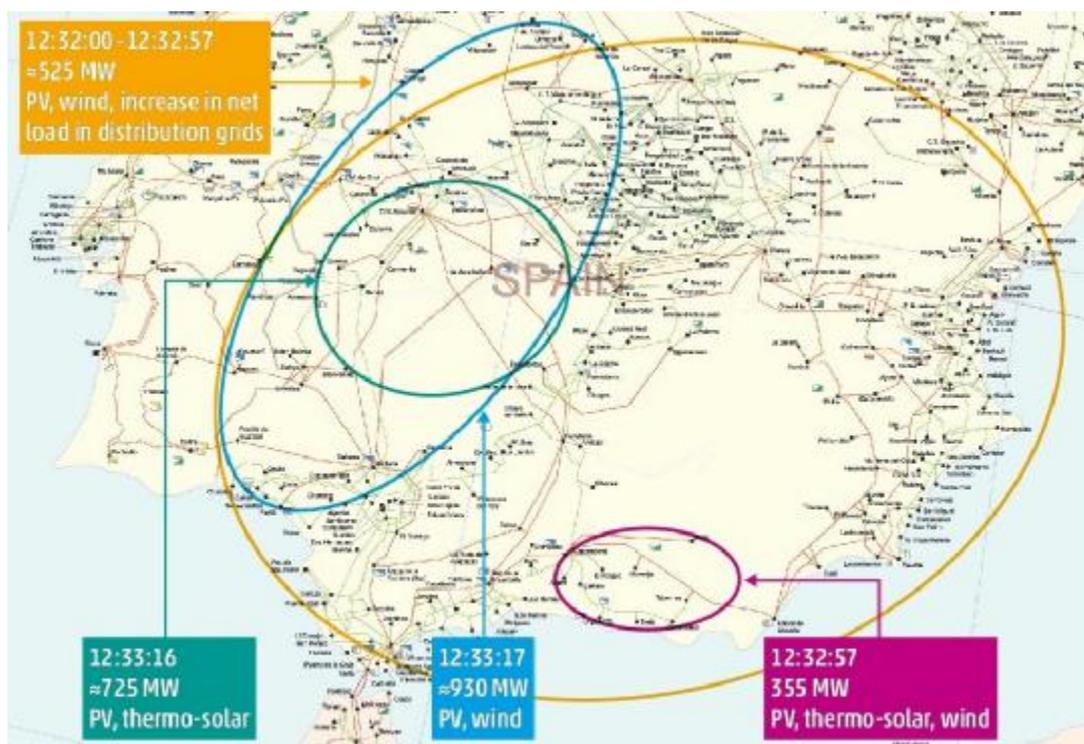
1. В утренние часы наблюдался рост выработки ВИЭ-генерации, что привело к снижению цен на рынке на сутки вперед и к увеличению в общей сложности до 5 ГВт экспорта мощности из Испании. Примерно с 09:00 амплитуда колебаний напряжения в энергосистеме Испании начала увеличиваться, хоть и незначительно, вплоть до 10:30, когда напряжение в части передающей сети 400 кВ ненадолго приблизилось к отметке 435 кВ, но так и не превысило ее до начала чрезвычайной ситуации. До 12:03 не было зафиксировано значительных (превышающих 20 МГц) колебаний амплитуды и частоты напряжения.

2. В течение получаса до полного погашения пиренейской энергосистемы в CESA наблюдались два основных периода низкочастотных колебаний мощности, напряжения и частоты (с доминирующей частотой 0,63 Гц), первый из которых пришелся на период с 12:03 до 12:08. Анализ показал, что эти колебания носили локальный характер и затронули энергосистемы Испании и Португалии. Второй период возникновения межзональных низкочастотных колебаний (Восток–Центр–Запад) с доминирующей частотой 0,21 Гц в CESA пришелся на период с 12:19 до 12:22. Чтобы погасить их, диспетчерским персоналом был предпринят ряд мер, таких как сокращение экспорта из Испании во Францию, изменение топологии сети на юге Испании, изменение режима работы HVDC-ЛЭП между Францией и Испанией, но эти меры позволили демпфировать низкочастотные колебания, одновременно приводя к повышению напряжения в пиренейской энергосистеме.

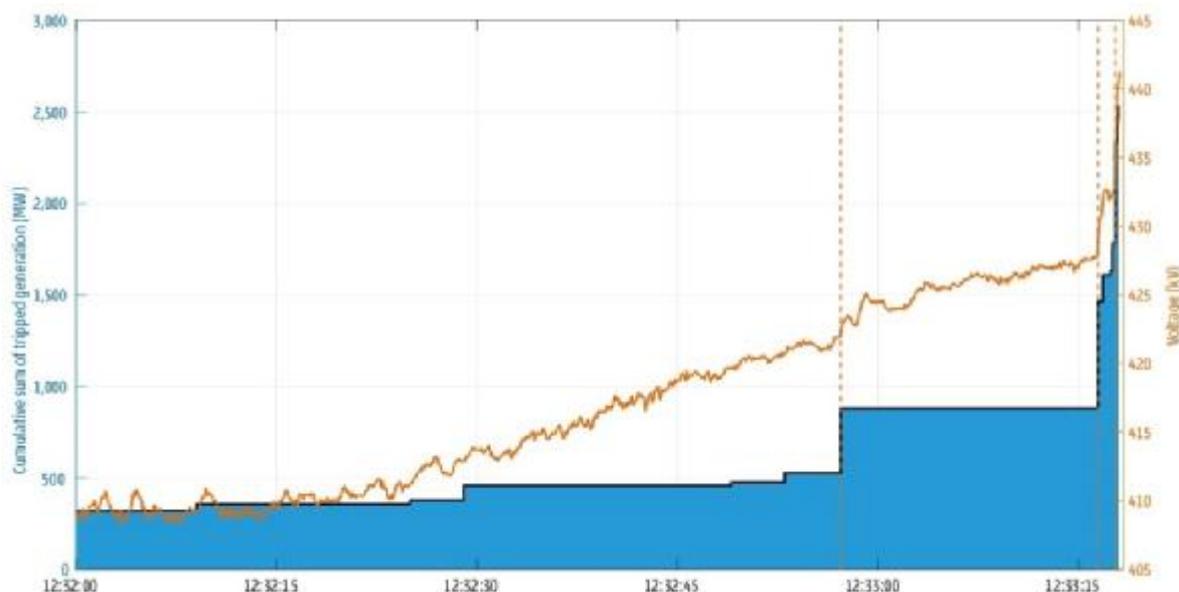
3. В 12:32:00, т.е. в момент начала аварии, напряжение в сети 400 кВ Пиреней не превышало 420 кВ, не наблюдалось заметных колебаний напряжения с частотой выше 20 МГц. В период с 12:32:00.000 по 12:32:57.000 на севере и юге Испании по неустановленным причинам произошла потеря 208 МВт мощности распределенной ветровой и солнечной генерации, а также увеличение примерно на 317 МВт нагрузки потребления в распределительных сетях. С 12:32:57.000 по 12:33:18.020 в испанских провинциях Гранада, Бадахос, Севилья, Сеговия, Уэльва и Касерес произошло масштабное отключение суммарно как минимум 2 ГВт. В Гранаде из-за срабатывания защиты от перенапряжения на стороне 220 кВ отключился трансформатор 400/220 кВ, который обеспечивал выдачу в сеть электроэнергии от нескольких ветровых, фотоэлектрических и термосолнечных установок. В 12:33:16.460 и в 12:33:16.820 по неустановленным причинам произошло отключение двух ПС 400 кВ в Бадахосе, в результате чего было потеряно около 725 МВт мощности фотоэлектрических и термосолнечных установок. С 12:33:17 по 12:33:18.020 произошло еще несколько



отключений ВЭС и СЭС в Севовии, Уэльве, Бадахосе, Севилье и Касересе суммарной мощностью ≈ 930 МВт. Некоторые из этих отключений произошли из-за срабатывания защиты от перенапряжения, но причины большинства не установлены:



Так как некоторые генерирующие установки работали в режиме потребления реактивной мощности, отключение без надлежащего замещения другими ресурсами, способными потреблять реактивную мощность, привело к повышению напряжения не только в Испании, но и в Португалии. Дополнительно наблюдалось падение частоты. С 12:33:18 до 12:33:21 напряжение в южной части энергосистемы Испании и, следовательно, в энергосистеме Португалии резко выросло. Повышение напряжения вызвало каскадное отключение, что спровоцировало снижение частоты в Испании и Португалии. В 12:33:19 начался процесс отделения Пиреней от остальной части CESA.



Повышение напряжения на ПС 400 кВ в севильской Кармоне до уровня выше 435 кВ во время отключения генерации суммарной мощностью свыше 2,5 ГВт до 12:33:18.020



Event ID	Time (CEST)	Substation	Voltage Level (kV)	Technology	Production disconnected (MW)
3	12:32:57.220	400kVTS1-Granada	400	PV, wind and thermo-solar	355
4a	12:33:16.460	400kVTS1-Badajoz	400	PV, thermo-solar	582
4b	12:33:16.820	400kVTS2-Badajoz	400	PV	145
5a1	12:33:17.368	400kVTS1-Segovia	400	wind	22.87
5b1	12:33:17.520	400kVTS1-Badajoz	400	PV	118
5b2	12:33:17.547	220kVTS1-Huelva	220	Wind and PV	33.73
5a2	12:33:17.780	400kVTS1-Sevilla	400	PV	550
5a3	12:33:17.940	400kVTS1-Segovia	400	Wind	94
5b3	12:33:17.975	220kVTS1-Cáceres	220	PV	37.5
5b4	12:33:18.020	220kVTS3-Badajoz	220	PV	71.9
6a1	12:33:18.102	220kVTS2-Sevilla	220	PV	3
6a2	12:33:18.220	220kVTS3-Badajoz	220	PV	20
6a3	12:33:18.360	220kVTS3-Badajoz	400	PV	16
6a4	12:33:18.380	400kVTS2-Cáceres	400	PV	41
6a5	12:33:18.540	400kVTS1-Murcia	400	PV	63
6a6	12:33:18.630	220kVTS1-Cádiz	220	PV	25.7
6a7	12:33:18.680	220kVTS1-Cádiz	220	PV	127.5
6a8	12:33:18.846	400kVTS1-Málaga	400	PV	154
6b	12:33:18.951	400kVTS1-Cuenca	400	PV	530

Потери генерации в Испании до 12:33:19.000 (в хронологическом порядке)

В Португалии и Франции с 12:32:00 до 12:33:18 отключений не наблюдалось. С 12:33:19 до 12:33:22 были активированы системы автоматического отключения нагрузки и планы системной защиты в Испании и Португалии, но эти меры не помогли. В 12:33:20.473 из-за снижения частоты в энергосистеме Испании отключилось АС-соединение между Испанией и Марокко, в 12:33:21.535 АЛАР были отключены АС-соединения между Францией и Испанией, после чего в пиренейской энергосистеме продолжилось увеличение небаланса мощности и привело к дальнейшему снижению частоты. В 12:33:23.960 произошли отключение HVDC-соединения между Испанией и Францией, электрическое разделение энергосистемы Пиренейского полуострова и полное погашение энергосистем Испании и Португалии. Системные операторы – REN (Португалия), REE (Испания) и RTE (Франция) – немедленно активировали планы по восстановлению нормального режима работы и все процедуры и протоколы для подачи напряжения. Восстановление нормального режима было завершено к 00:22 29 апреля в Португалии и к 04:00 того же дня в Испании.

Итоговый отчет с подробным анализом первопричин аварии и рекомендациями по предотвращению подобных чрезвычайных ситуаций в будущем должен быть опубликован в первом квартале 2026 г.

Официальный сайт ENTSO-E
<http://www.entsoe.eu>

В Германии введена в эксплуатацию очередная электродотельная Power-to-Heat

Системный оператор Германии 50Hertz и немецкое коммунальное предприятие SWE Energie ввели в эксплуатацию на площадке действующей ПГЭС в Эрфурте (федеральная земля Тюрингия) электродотельную, где используется технология Power-to-Heat (PtH, P2H). 50Hertz инвестировал в строительство около € 8 млн.



PtH предусматривает использование для питания электрических котельных, подключенных к системе централизованного теплоснабжения, избытка электроэнергии, выработанной наземными и шельфовыми ВЭС на севере, когда невозможно передать ее в центры потребления на юге страны из-за перегруженности передающей сети. На время работы электрических котельных останавливаются котельные, работающие на природном газе, т.е. технология позволяет использовать невостребованную выработку ВЭС на нужды отопления.

Электрическая мощность новой котельной составит 20 МВт. Когда котельная будет использовать электроэнергию, выработанную ВИЭ, ПГЭС будет разгружаться, что позволит снизить расходы на топливо. На текущий момент в операционной зоне 50Hertz суммарная мощность таких электрокотельных – 200 МВт.

Основой решения 50Hertz развивать PtH и «чистое» теплоснабжение является Федеральный закон об энергетической промышленности (Energiewirtschaftsgesetz, EnWG), который требует не ограничивать выработку ветропарков, а использовать ее для теплоснабжения. Пропускная способность передающей сети пока не позволяет обеспечить передачу электроэнергии, которую в состоянии выработать ВЭС, круглый год и в полном объеме, так как это привело бы к перегрузкам в электрической сети, и ветровые турбины периодически останавливаются. Чтобы избежать этого, системные операторы с 2017 г. получили возможность заключать договоры на строительство и эксплуатацию энергоблоков с PtH на площадках действующих ТЭЦ. Территория, на которой применяется данное положение EnWG, включает Мекленбург-Переднюю Померанию, Бремен, Шлезвиг-Гольштейн, Гамбург и север Нижней Саксонии.

Официальный сайт 50Hertz
<http://www.50hertz.com>

Словенский ELES и швейцарская Hitachi Energy запустили совместный проект по разработке передовых цифровых решений для диспетчерских центров

Системный оператор Словении ELES и швейцарская компания Hitachi Energy запустили проект Next Generation Control System по разработке трех новых ключевых функций для системы ОДУ:

1. Enterprise Service Bus – программное решение, объединяющее различные приложения и позволяющее взаимодействовать и обмениваться данными друг с другом, даже если они используют разные языки программирования, протоколы или форматы (на примере системы определения предельных режимов работы энергосистемы);
2. Система регулирования напряжения, т.е. усовершенствованная версия существующей системы, улучшенная за счет внедрения сложных функций и передовых методов регулирования напряжения;
3. Common Information Model, которая повышает качество обмена данными между различными системами и отраслевыми организациями, особенно между системными операторами.

Проект, финансирование которого осуществляется совместно ELES и Hitachi Energy, планируется завершить в течение двух лет. Hitachi Energy разработает программные решения и протестирует их совместно с ELES.

Официальный сайт Smart Energy
<http://www.smart-energy.com>



Немецкий TransnetBW начал строительные работы на участке соединения SuedLink в федеральной земле Гессен

Немецкий системный оператор TransnetBW объявил о начале строительства участка HVDC-соединения SuedLink, проходящего по территории федеральной земли Гессен. Разрешение на строительство участка протяженностью 66 км получено от федерального отраслевого регулятора (Bundesnetzagentur, BNetzA) на основании закона об ускорении расширения сетевой инфраструктуры (NABEG). Подготовка к работам велась с конца 2024 г.

Из-за многократных пересечений с водными преградами треть гессенского участка SuedLink будет проложена способом горизонтально-направленного бурения. При планировании регионального маршрута, 75% которого придется прокладывать в скальных породах, TransnetBW и отраслевой регулятор совместно разрабатывали подходы к решению экологических и геологических вопросов.

HVDC-соединение ± 525 кВ протяженностью 700 км и пропускной способностью 4 ГВт обеспечит передачу электроэнергии, вырабатываемой кластером шельфовых ВЭС на севере, к промышленным центрам на юге страны, в федеральных землях Бавария и Баден-Вюртемберг. SuedLink является одним из крупнейших национальных проектов, осуществляемых в рамках энергоперехода, и реализуется совместно двумя немецкими системными операторами – TransnetBW и TenneT. Ввод в эксплуатацию всего соединения запланирован на 2028 г.

Официальный сайт TransnetBW
<http://www.transnetbw.de>

В австрийской федеральной земле Зальцбург завершился ввод в эксплуатацию ГАЭС Limberg III мощностью 480 МВт

В г. Капрун в федеральной земле Зальцбург состоялся официальный ввод в эксплуатацию ГАЭС Limberg III, оператором которой является австрийский холдинг Verbund.

Электростанция использует уже существующие водохранилища Мозербоден и Вассерфалльбоден, что позволило Verbund избежать строительства новых наземных бассейнов. Основные сооружения ГАЭС, включая машинный зал, расположены под землей на глубине 450 м, проложены тоннели и возведен напорный водовод длиной 558 м. ГАЭС оснащена двумя радиально-осевыми гидротурбинами. Каждый генератор может работать с регулируемой скоростью вращения и диапазоном выдаваемой/потребляемой мощности от 20 МВт до 240 МВт в турбинном и от 100 МВт до 240 МВт в насосном режимах, что позволяет оперативно реагировать на колебания мощности в энергосистеме.

ГАЭС Limberg III накапливает энергию в периоды низкого спроса (в том числе выработанную ВИЭ-генерацией) и переходит в турбинный режим в часы пиковых нагрузок, участвует в балансировании спроса и предложения, а также во вторичном и третичном регулировании. Благодаря новой станции мощность каскада капрунских ГАЭС выросла до 1 382 МВт (+53%) в турбинном и до 1 120 МВт (+75%) в насосном режимах. Общий объем инвестиций в строительство составил € 572 млн.

Официальный сайт World Energy
<http://www.world-energy.org>



Правительство Нидерландов выделит € 1 млрд на субсидирование строительства шельфовых ВЭС в 2026 г.

Правительство Нидерландов объявило, что в следующем году выделит около €1 млрд на субсидии для поддержки строительства новых шельфовых ВЭС общей мощностью до 2 ГВт. Решение было принято после приостановки тендеров по отбору проектов в текущем году: в мае потенциальные разработчики заявили, что не могут найти экономически целесообразных вариантов для строительства без финансовой поддержки. Субсидии должны обеспечить уверенность инвесторов в дальнейшем прогрессе возобновляемой энергетики.

Суммарная мощность нидерландских шельфовых ВЭС в настоящее время уже составляет ≈4,7 ГВт. Ранее правительство планировало увеличить этот показатель до 21 ГВт к 2030 г., но в 2024 г. решило перенести срок на 2032 г. Корректировка была вызвана ростом затрат и проблемами в глобальных цепочках поставок комплектующих.

Предлагая субсидии для шельфовой ветрогенерации, правительство пытается сохранить достигнутую динамику перехода на использование ВИЭ и обеспечить долгосрочные поставки экологически чистых энергоресурсов. Шельфовые ВЭС играют ключевую роль в стратегии страны по диверсификации источников энергии и снижению зависимости от ископаемого топлива.

Официальный сайт World Energy
<http://www.world-energy.org>

АМЕРИКА

Американский PJM провел анализ мер по ликвидации и минимизации последствий технологического нарушения 11 августа 2025 г.

Системный оператор штатов Восточного побережья США PJM Interconnection¹ представил анализ мер, принятых в координации со сбытовой компанией Baltimore Gas & Electric (BGE) для ликвидации и минимизации последствий технологического нарушения в системе электроснабжения Балтимора, которое угрожало каскадными отключениями потребителей по мере роста нагрузки на энергосистему города и всего штата Мэриленд во второй половине дня 11 августа.

Аварийная ситуация развивалась следующим образом: в 3:30 утра поступило сообщение о выходе из строя из-за густого тумана силового оборудования на ПС 230 кВ Brandon Shores недалеко от Балтимора, в 7:30 утра ПС была отключена от энергосистемы. Оперативно-диспетчерский персонал PJM немедленно приступил к анализу надежности региональной энергосистемы в прогнозируемые часы пиковых нагрузок, чтобы понять, как отключение ПС повлияло на электроснабжение города. Анализ выявил нескольких сетевых объектов с рисками нарушения термической устойчивости и то, что в одном «очень, очень критическом энергорайоне» могут быть отключены потребители суммарной мощностью ≈1 200 МВт. Параллельно с PJM BGE провела свой анализ, и результаты и планы действий были согласованы между PJM

¹ Операционная зона включает полностью или частично округ Колумбия и штаты Делавэр, Иллинойс, Индиана, Кентукки, Мэриленд, Мичиган, Нью-Джерси, Северная Каролина, Огайо, Пенсильвания, Теннесси, Виргиния, Западная Виргиния.



и BGE. Чтобы снизить вероятность возникновения серьезных сбоев, PJM предпринял ряд экстренных мер, действие которых ограничивалось зоной обслуживания BGE, в том числе запуск находящихся в резерве и возвращение в эксплуатацию ГТУ, выведенных на техобслуживание.

В 8:45 утра PJM выпустил оповещение о необходимости снижения нагрузки потребления участниками DR-программ в зоне BGE с 10:00. В общей сложности за счет DR-ресурсов нагрузка снизилась на ≈ 230 МВт, еще дополнительно ее удалось сократить и благодаря обращению BGE ко всем клиентам с призывом добровольно снизить потребление.

В 14:00 PJM ввел в действие меры по снижению рабочего напряжения на 5% и ограничению нагрузки энергопринимающих установок потребителей, не относящихся к первой категории электроснабжения, чтобы еще больше снизить нагрузку с 15:00 до 17:15 – на ≈ 60 МВт. В 15:52, когда анализ показал необходимость дальнейшего снижения для поддержания устойчивости, PJM выпустил команду о временном ограничении нагрузки потребления суммарно на ≈ 20 МВт.

Оборудование на ПС Brandon Shores стали возвращать в рабочее состояние. К 16:20 анализ подтвердил, что снижение нагрузки больше не требуется, и PJM отменил временное ограничение. По данным BGE, отключение электроэнергии в течение 28 мин затронуло ≈ 4 тыс. потребителей.

Еще с 2024 г. системный оператор в сотрудничестве с сетевыми компаниями дважды в год (зимой и летом) проводит тренировки по снижению напряжения, чтобы убедиться, что такая критически важная процедура реагирования на чрезвычайные ситуации готова к реализации в случае необходимости. Участие BGE в указанных тренировках обеспечило эффективность совместных мер 11 августа. Также была подтверждена эффективность DR-программ, которые в совокупности со снижением напряжения значительно смягчили общий риск для энергосистемы. Кроме того, в подобных условиях для системного оператора крайне важна осведомленность о работоспособности оборудования: 11 августа диспетчеры тесно взаимодействовали с персоналом BGE, также PJM поддерживал постоянный контакт с властями городов, округов и штатов и предупреждал о возможных перерывах в электроснабжении.

Действия PJM основаны на федеральных стандартах надежности и отраслевых практиках, разработанных по итогам анализа масштабной системной аварии 2003 г., затронувшей до 50 млн человек в США и Канаде, а также анализа отключений 2011 г. в Аризоне, Калифорнии и Мексике. Диспетчерский персонал PJM проходит проверки и тренировки по сценариям, подготовленным на основе таких анализов, в рамках непрерывного обучения в течение года.

Официальный сайт PJM Interconnection
<http://insidelines.pjm.com>

Американская SPP утвердила для крупных потребителей упрощенную процедуру технологического присоединения

Американская корпорация Southwest Power Pool (SPP)² утвердила процедуру техприсоединения для крупных потребителей – преимущественно для энергоемких промышленных предприятий или ЦОДов, использующих ИИ. По предложению SPP, к

² Операционная зона включает полностью или частично штаты Техас, Монтана, Северная Дакота, Южная Дакота, Миннесота, Вайоминг, Небраска, Айова, Канзас, Миссури, Оклахома, Арканзас, Нью-Мексико, Луизиана.



крупным (High Impact Large Load, HILL) относятся потребители, подключаемые на напряжении 69 кВ или ниже и максимальной нагрузке потребления не менее 10 МВт или на напряжении выше 69 кВ и нагрузке не менее 50 МВт.

Необходимость внедрения упрощенной процедуры обусловлена увеличением количества ЦОДов и развитием технологий на базе ИИ. Ожидается, что максимум нагрузки потребления в операционной зоне SPP увеличится с 56 до 105 ГВт в течение следующих 10 лет.



Заявки на присоединение для HILL-потребителей должны быть рассмотрены в течение 90 дней. Ускоренная процедура распространяется и на подключение крупного потребителя в паре с новым объектом генерации, расположенными рядом или поблизости друг от друга, и на подключение крупного потребителя к существующим (при наличии достаточной для подключения мощности) или строящимся объектам генерации. Ускорение достигается за счет комплексного анализа наличия технической возможности для подключения и балансовой надежности, регистрации и подготовки к вводу в эксплуатацию. Крупные потребители получают возможность быстрее выйти на рынок и понизить инвестиционные риски.

SPP должна передать новую процедуру техприсоединения на согласование в Федеральную комиссию по регулированию энергетики (FERC) США.

Официальный сайт SPP
<http://www.spp.org>

В Калифорнии принят пакет законов по электроэнергетике и приостанавливается финансирование ключевых программ по обеспечению балансовой надежности

Губернатор американского штата Калифорния подписал пакет законов по электроэнергетике, направленный на решение проблем роста цен на электроэнергию, развитие программ по борьбе с лесными пожарами и финансирование программ по борьбе с изменением климата, в частности:

- закон (Assembly Bill 825), который позволит системному оператору штата CAISO передать управление своими рынками – балансирующим и на сутки вперед – независимому органу, т.е. привлечь к управлению представителей соседних штатов, что рассматривается как очередной этап подготовки к



созданию региональной организации (Regional Organization) для надзора за рынками и в перспективе выполнения функций системного оператора на всем Западном побережье;

- закон (Senate Bill 254) о финансировании ускоренного развития сетевой инфраструктуры (California Transmission Accelerator Revolving Fund Program) и выделении \$18 млрд на борьбу с лесными пожарами;
- закон (Assembly Bill 1207) о продлении программы по сокращению выбросов и торговли соответствующими квотами на период до 2045 г.

При этом новые законы не предусматривают дальнейшее финансирование программ по привлечению потребителей с управляемой нагрузкой к балансированию (Demand Side Grid Support, DSGS) и по повышению надежности за счет развития DER (Distributed Electricity Backup Assets, DEBA). Программы столкнулись с финансовыми трудностями из-за дефицита бюджета Калифорнии в размере \$ 12 млрд (требуемый объем финансирования DSGS и DEBA – \$ 1 млрд). DSGS работает с 2022 г. как часть плана по формированию стратегического резерва мощности (Strategic Reliability Reserve, SRR), в ней участвуют традиционные DR-ресурсы и их агрегаторы, а также виртуальная электростанция (VPP), в рамках которой объединены бытовые СНЭЭ. С момента запуска DSGS удалось задействовать суммарно более 1 ГВт мощности, из которых 750 МВт пришлось на долю СНЭЭ. Отказ от DSGS и DEBA рассматривается властями штата как временный шаг из-за бюджетного кризиса.

Официальный сайт Utility Dive
<http://www.utilitydive.com>

Федеральный суд США отменил распоряжение БОЕМ о приостановке работ по проекту ВЭС Revolution Wind 700 МВт на континентальном шельфе

Федеральный окружной суд округа Колумбия отменил постановление Бюро по использованию энергии океана (Bureau of Ocean Energy Management, BOEM) – агентства в составе Министерства внутренних дел (DoI) США – о приостановке работ по проекту шельфовой ВЭС Revolution Wind, удовлетворив ходатайство компании Revolution Wind LLC о выдаче предварительного судебного запрета.

В постановлении БОЕМ ссылались на необходимость устранения проблем, возникших в ходе проверки развития ветроэнергетики, проводимой DoI по указу президента. В частности, речь шла о защите интересов национальной безопасности и предотвращении потенциального вмешательства в разумное использование исключительной экономической зоны, открытого моря и территориальных вод.

Проект ВЭС в районе штатов Род-Айленд и Коннектикут на момент приостановки был завершён на 80%, начало коммерческой эксплуатации запланировано на 2026 г. Власти Род-Айленда и Коннектикута заключили соглашения о покупке электроэнергии от ВЭС мощностью 400 МВт и 304 МВт соответственно. Согласование БОЕМ и разрешение на строительство и эксплуатацию проект получил ещё в 2023 г. после почти десятилетнего процесса экологической и технической оценки.

После отмены запрета БОЕМ Revolution Wind LLC сразу заявила о скорейшем возобновлении строительства.

Официальный сайт RTO Insider
<http://www.rtoinsider.com>



АЗИЯ

Китайская China Three Gorges объявила о вводе в эксплуатацию крупнейшего в мире энергокомплекса в составе тепло- и фотоэлектрической СЭС

Компания China Three Gorges ввела в эксплуатацию энергокомплекс в составе тепло- (concentrated solar power, CSP) и фотоэлектрической (photovoltaic, PV) СЭС суммарной мощностью 1 ГВт в Хами, провинция Синьцзян.

Комплекс, расположенный на территории 1 817 га у южного подножия Тянь-Шаня, включает PV-СЭС 900 МВт и CSP-СЭС 100 МВт, оборудованную линейными отражателями Френеля и способную выдавать электроэнергию в течение 8 часов.



В конструкции CSP-СЭС используются 260 тыс. изогнутых отражателей, которые направляют солнечный свет на систему из абсорбирующих трубок площадью 800 тыс. м² с солевым раствором, нагреваемым до +550°С, что повышает эффективность отдачи тепловой энергии на 10%. Модульная конструкция, состоящая из 46 контуров, позволяет проводить техобслуживание без вывода СЭС из работы, а примененные в CSP-СЭС инновационные решения в системе циркуляции солевого раствора обеспечивают надежную работу станции даже зимой при температуре до –20°С.

Гибридный комплекс выдает электроэнергию непрерывно. В светлое время суток на полную мощность работает PV-СЭС, при этом одновременно нагревается солевой раствор CSP-СЭС. Ночью или при слабом солнечном освещении за счет накопленной в CSP-СЭС тепловой энергии приводятся в действие паровые турбины. Централизованная система управления координирует работу генераторов обеих СЭС, обеспечивая регулирование частоты с точностью $\approx 0,02$ Гц и время реагирования менее 1 с.

Благодаря тому, что количество солнечных часов в году в регионе превышает 3 000, здесь созданы благоприятные условия для развития солнечной энергетики.



Строительство в Хами началось в 2023 г., PV-СЭС была введена в эксплуатацию в конце 2024 г., CSP-СЭС вышла на полную мощность в сентябре 2025 г. Совокупный объем инвестиций составил ¥ 3,53 млрд (\$ 480 млн). Ожидаемая максимальная выработка CSP-PV составит 2,07 ТВт*ч в год, что повысит уровень использования ВИЭ в Синьцзяне до более чем 95%.

Китай определил строительство таких гибридных комплексов как путь решения проблемы погодозависимой выработки ВИЭ. Three Gorges Group планирует позднее увеличить мощность комплекса в Хами до 3 ГВт и применить эту модель CSP/PV в богатых солнечными ресурсами провинциях, таких как Внутренняя Монголия и Ганьсу.

Официальный сайт World Energy
<http://www.world-energy.org>

