



**СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

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

04.07.2025 – 10.07.2025



ЕВРОПА

Испанский REE опубликовал отчет с первыми результатами анализа системной аварии 28 апреля 2025 г.

Системный оператор Испании REE опубликовал краткий отчет с результатами первичного анализа системной аварии в энергосистеме Пиренейского полуострова 28 апреля текущего года, где подробно с 12:00 дня изложена последовательность событий, приведших к полному погашению энергосистемы, и даны рекомендации REE по реализации мер для исключения аналогичной аварийной ситуации в будущем.

Анализ проводился REE на базе собственной информации и данных от других субъектов отрасли, которых затронула авария. Основной вывод заключается в том, что, в отличие от прошлых серьезных технологических нарушений, авария 28 апреля произошла в результате целого ряда событий, которые в совокупности намного превысили критерий надежности N-1 и привели к перенапряжениям в электрической сети и каскадному отключению генерации.

При этом REE отмечается корректная работа сетевых устройств регулирования напряжения – шунтирующих реакторов и конденсаторных батарей, – хотя из-за того, что они являются статическими элементами, ШР и КБ не могут в полной мере обеспечить динамическое регулирование напряжения, которое определенные группы генерирующего оборудования должны выполнять в соответствии с техническими возможностями и предъявляемыми к ним техническими требованиями.

В отчете подчеркнута, что аварийная ситуация возникла не из-за недостаточной инерции (28 апреля запас инерции превышал рекомендованное ENTSO-E значение) или неустранимого небаланса активной мощности. Имеющихся энергоресурсов было достаточно для удовлетворения спроса на электроэнергию, обеспечения инерции, управления перетоками электроэнергии (мощности) и динамического регулирования напряжения в передающей сети.

Системный оператор 28 апреля, как обычно, провел расчеты режима с учетом того, что генерирующее оборудование соответствует техническим характеристикам, предусмотренным действующими инструкциями. По мнению REE, к аварии привело неправильное действие защиты на отключение генерации, которая сработала раньше, чем напряжение вышло за пределы допустимого диапазона. Ситуацию усугубило то, что ряд объектов не выполнили установленные требования по участию в динамическом регулировании напряжения и не отреагировали должным образом на отклонение напряжения.

Что касается принятых в процессе ликвидации аварии мер по снижению отклонения напряжения, в отчете отмечаются меры по управлению перетоком мощности по HVDC-соединению между энергосистемами Испании и Франции, которое осуществляется в соответствии с согласованным испанской и французской сторонами и постоянно обновляемым протоколом. Одной из основных мер регулирования перетоков является переход в режим «фиксированной передачи мощности» – эффективное средство для демпфирования отклонений напряжения в течение многих лет. Применение этой меры не означало потерю поддержки со стороны других европейских энергосистем, наоборот, их взаимосвязанность оказала ключевое влияние при восстановлении нормального режима работы испанской энергосистемы.

Сбои в работе передающей сети 28 апреля были успешно устранены, но REE не располагает информацией для оценки сбоев в работе распределительной сети.

Рекомендации REE по результатам анализа включают:

- введение требований об участии в предоставлении услуг по динамическому регулированию напряжения для всех объектов генерации и обеспечение контроля выполнения своих обязательств поставщиками данных услуг;
- внедрение инструментов, снижающих риски внезапного значительного изменения перетоков электроэнергии (мощности);
- установку дополнительных систем и устройств, позволяющих постоянно контролировать отклонения напряжения в сети;
- перенастройку защиты от перенапряжений генерирующего оборудования для предотвращения ее неправильного срабатывания в будущем;
- обеспечение большей наблюдаемости режимов работы энергосистемы для системного оператора.

Официальный сайт REE
<http://www.ree.es>

Чешский ČEPS сообщил о восстановлении нормального режима работы после масштабной аварии

Системный оператор Чехии ČEPS опубликовал официальное объявление о системной аварии 4 июля 2025 г. Незадолго до 12:00 в результате обрыва провода на одной из фаз была отключена ЛЭП V411, также отключился шестой энергоблок ТЭС Ledvice, что привело к перегрузке ЛЭП V208 и отключению ЛЭП V401 на ПС Krasíkov. В результате каскадного развития аварии была отключена часть национальной передающей сети на территориях Либерецкого, Устецкого, Градец-Краловецкого и Среднечешского краев и в некоторых районах Праги. Авария затронула 9 ПС в передающей сети, суммарное снижение нагрузки генерации и потребления составило примерно 1 500 МВт и 2 700 МВт соответственно.

В соответствии с своими полномочиями ČEPS объявил на территории страны чрезвычайное положение с 12:00 4 июля и немедленно приступил к работам по восстановлению электроснабжения. К 14:00 был восстановлен нормальный режим работы ПС в передающей сети, обслуживающей потребителей в районах Праги, незадолго до 15:00 – нормальный режим работы оставшихся ПС. Сразу же начались ремонтные работы на ЛЭП V411 и завершились вскоре после 22:00. Чрезвычайное положение было отменено ČEPS с 00:00 5 июля 2025 г.

Официальный сайт ČEPS
<http://www.ceps.cz>

Британский NESO опубликовал ежегодный отчет о расходах на балансирование

Британский системный оператор NESO подготовил анализ текущих тенденций и причин изменения затрат на балансирование энергосистемы, а также общий прогноз по их возможной динамике в будущем – Balancing Costs Report 2025. В своем отчете NESO рассматривает меры по минимизации данных затрат, которые, как ожидается, будут расти вплоть до 2030 г.

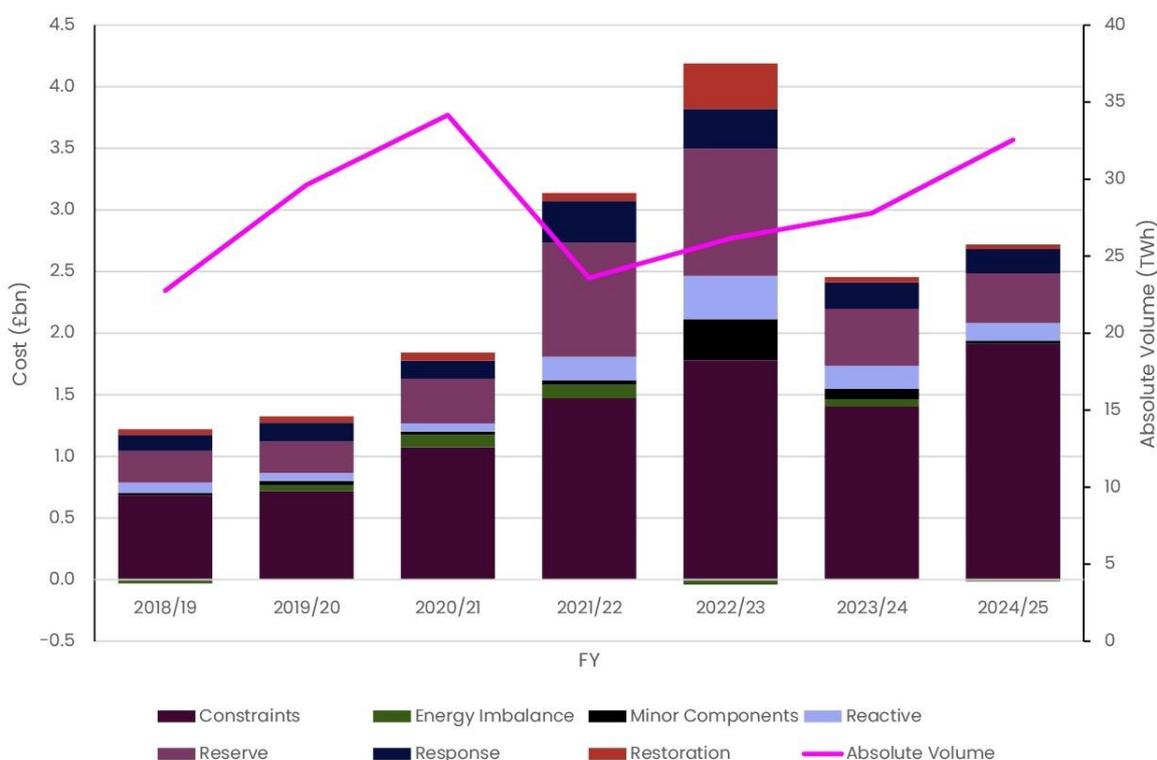


Для эффективного и экономически оправданного поддержания энергобаланса NESO использует широкий спектр инструментов, включая торговлю электроэнергией, механизм балансирования (Balancing Mechanism, BM) и закупку соответствующих услуг вне BM. На рынке Великобритании также используются стратегии self-dispatch и re-dispatch, направленные на устранение небалансов мощности и сетевых перегрузок.

Затраты на балансирование включают:

- устранение дисбаланса мощности в рамках BM за счёт перераспределения загрузки генерации и меры, связанные с устранением сетевых ограничений;
- услуги по балансированию, которые закупаются вне BM с целью повышения эффективности рынка и обеспечения надежности;
- торговлю электроэнергией, что дает возможность NESO поддерживать энергобаланс с учетом прогнозируемых колебаний спроса и сетевых ограничений и снижать совокупные расходы на балансирование.

Outturn balancing costs and volumes 2018/19 – 2024/25



Совокупные расходы на балансирование в 2024-2025 финансовом году выросли на 10% – с £ 2,5 млрд до £ 2,7 млрд по сравнению с прошлым годом. Причиной стал рост затрат/объемов услуг по устранению сетевых ограничений, в то время как по другим категориям отмечено снижение. Расходы на устранение этих ограничений увеличились из-за повышения ограничений по тепловой перегрузке электросетевого оборудования в результате возросшей нагрузки на энергосистему, отчасти связанной с плановыми отключениями в Шотландии из-за работ по повышению пропускной способности ключевых межсистемных связей и с высокой выработкой ВЭС в летний период, когда доступная пропускная способность передающей сети была минимальной.

Официальный сайт NESO
<http://www.neso.energy>

Голландский Enexis запустил пилотный проект по использованию бытовых солнечных установок для балансирования

Голландский оператор распределительных сетей Enexis в сотрудничестве с компанией Zonnedimmer запустил пилотный проект по временному снижению выработки электроэнергии бытовыми солнечными установками в периоды высокой солнечной активности с целью предотвращения перегрузки сети.

В проекте, стартовавшем в начале мая текущего года, участвуют порядка 500 владельцев кровельных PV-установок, чьи устройства по запросу Enexis в часы максимальной солнечной активности при необходимости будут временно снижать объем выработки. Стоимость участия – € 0,3 за каждый кВт*ч. Все мероприятия реализуются на территории, обслуживаемой ПС 150/220 кВ Helmond и Waalwijk, где повышена нагрузка на сеть в солнечные дни и высок риск возникновения аварийных ситуаций. Автоматическое регулирование уровня генерации происходит посредством удаленного управления смарт-инверторами солнечных установок, предварительно подключенных к программной платформе Zonnedimmer.

Проект рассматривается Enexis как возможный инструмент гибкого управления децентрализованной генерацией и альтернатива расширению электросетевой инфраструктуры. В случае его успешного завершения технология может быть масштабирована и использована в других регионах страны.

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

Правительство Франции вносит изменения в соглашения о поставках от ВЭС

Правительство Франции и владельцы трех шельфовых ВЭС подписали дополнительные соглашения к договорам о поставке электроэнергии (PPAs), которые позволяют ВЭС снижать или полностью останавливать выработку электроэнергии в периоды отрицательных цен на рынке. Такое решение было принято в связи с тем, что в ЕС сохраняется проблема избыточного производства из-за продолжающегося роста выработки СЭС и ВЭС, в то время как спрос на электроэнергию остается прежним.

Электричество ВЭС Fécamp 500 МВт, ВЭС Saint-Nazaire 480 МВт и ВЭС Saint-Vrieux 496 МВт до недавнего времени закупалась по фиксированной цене за счет государственных субсидий. При этом иногда электроэнергия продавалась на рынке по отрицательным ценам, что, по заявлению французского правительства, негативно сказывается на государственных финансах и эффективности работы национальной энергосистемы. Дополнительные соглашения к PPAs направлены на то, чтобы в любой момент сбалансировать спрос и предложение электроэнергии. Правительство также отметило успешный опыт снижения выработки этих шельфовых ВЭС в период с 10-11 мая 2025 г.

Крупные наземные ВЭС, продающие электроэнергию по устаревшим льготным тарифам, вскоре смогут воспользоваться аналогичным механизмом корректировки своих PPAs. Большинство новых объектов ВИЭ-генерации, за исключением самых маленьких установок, уже используют систему льготного ценообразования, которая стимулирует приостанавливать работу в периоды отрицательных цен.

Официальный сайт Power Technology
<http://www.power-technology.com>



Е.ON намерен организовать локальное энергоснабжение дата-центров в Германии

Немецкий энергохолдинг Е.ON и американская компания CyrusOne, один из ведущих операторов ЦОДов в мире, заключили соглашение о стратегическом партнерстве с целью разработки решений по устранению ограничений пропускной способности электрических сетей, что обусловлено увеличением спроса со стороны устойчиво растущей цифровой инфраструктуры в ЕС. Первым пилотным проектом в рамках их сотрудничества стал [дата-центр FRA7](#) CyrusOne во Франкфурте-на-Майне. Пока возможности FRA7 ограничены из-за недостаточной пропускной способности местных распределительных сетей и задержек в процессе технологического присоединения.



На первом этапе Е.ON создает локальную систему энергоснабжения [IQ Energy Center](#), включающую ГТЭС установленной мощностью 61 МВт, систему охлаждения оборудования FRA7 и систему отопления кампуса Frankfurt Westside, где расположен ЦОД. Изначально в качестве топлива планируется использовать природный газ с возможностью полного перехода затем на водородное топливо при развитии соответствующей инфраструктуры.

Особенностью проекта является применение абсорбционных холодильных установок (АБХМ, чиллеры), утилизирующих образующееся в процессе производства электроэнергии тепло в холод для охлаждения серверов ЦОДа. Такое техническое решение призвано гарантировать минимизацию энергопотерь, снижая потребление электроэнергии на охлаждение, повышая общую эффективность (PUE¹) и увеличивая на $\approx 10^{\circ}\text{C}$ температуру теплоносителя для вторичного использования в системе отопления. ГТЭС обеспечит рост общей ИТ-мощности FRA7 с 81 до 126 МВт. Срок ввода установки в эксплуатацию – 2029 г.

Официальный сайт CyrusOne
<http://www.cyrusone.com>

В Испании одобрены 5 пилотных проектов по повышению «энергогибкости»

Испанское отраслевое министерство MITECO одобрило 5 пилотных проектов по повышению гибкого управления в энергосистеме для адаптации к росту доли ВИЭ в структуре генерации и увеличению локального производства электроэнергии:

¹ Power Usage Effectiveness – КПД, который показывает отношение общей потребляемой дата-центром энергии к чистой ИТ-мощности (мощность, потребляемая серверами, хранилищами данных и сетевым оборудованием):

PUE = Общая потребляемая мощность / ИТ-мощность.



1. Solutions for Distribution Grid Flexibility (S2F) – исследование возможностей локальных рынков «гибкости» и динамичного управления доступом к сетям, разработка моделей взаимодействия между генерацией, потребителями и TSO/DSO для сбалансированного использования пропускной способности;
2. Citizen Storage – демонстрация возможности использования бытовых СНЭЭ для регулирования потребления и выдачи избыточной электроэнергии в сеть, первая инициатива по созданию СНЭЭ, управляемых частными пользователями, с последующей агрегацией избытков электроэнергии;
3. I-flex – создание экономических стимулов для участия потребителей, СНЭЭ и ВИЭ-генерации в балансирующих рынках, устранение административных барьеров;
4. Flexability – тестирование бизнес-модели участия независимых агрегаторов в рынке электроэнергии и в новых локальных рынках «гибкости», подготовка правил и стандартов для работы агрегаторов как ключевых игроков;
5. Energía del Prat: Shared Distributed Storage – создание модели совместного использования СНЭЭ на уровне локальных сообществ.

Проекты являются частью общей стратегии Испании по созданию более гибкой, децентрализованной и цифровизированной энергосистемы (Smart Grid). Суммарный объем финансирования составит € 10 млн, сроки реализации – до двух лет. Их успешное завершение может стать основой для новых механизмов, которые будут использоваться и в других странах ЕС.

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

АМЕРИКА

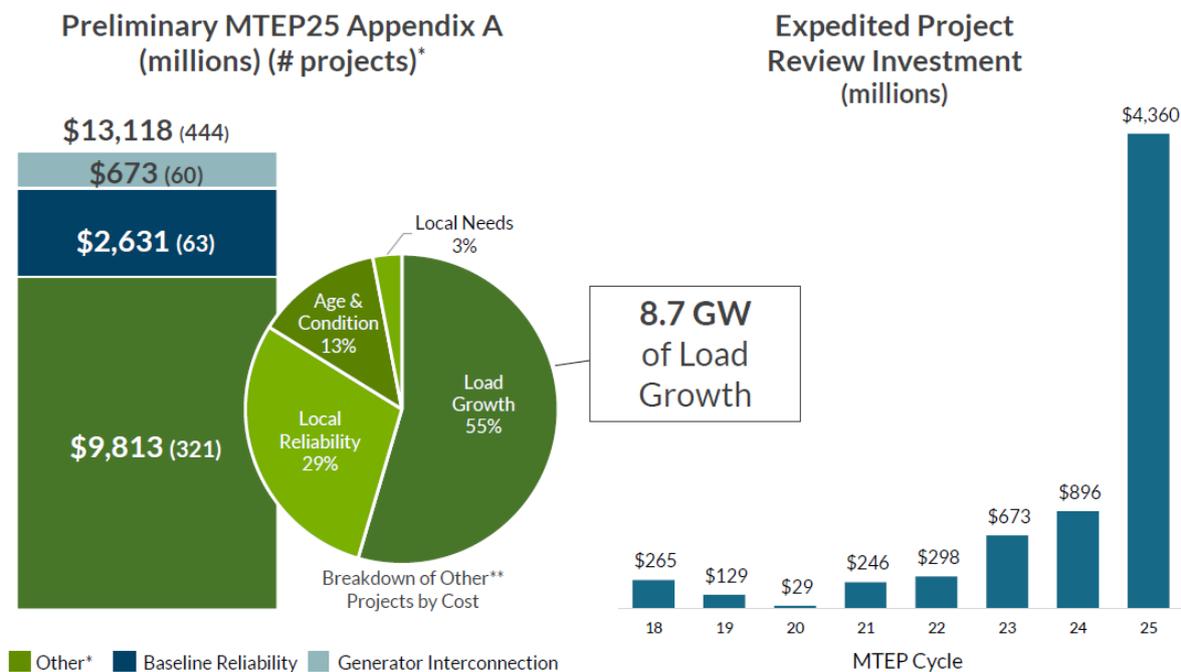
Американский MISO в рамках MTEP 25 планирует реализацию 444 проектов с общим объемом инвестиций \$ 13,1 млрд

Системный оператор штатов Среднего Запада и Юга Midcontinent ISO² одобрил очередной ежегодный план по развитию электросетевой инфраструктуры – MISO Transmission Expansion Plan (MTEP 25). По оценке MISO, план 2025 г. является самым масштабным за всю историю публикаций MTEP по объему инвестиций – вложения в 444 проекта составят \$ 13,1 млрд. Реализация проектов позволит удовлетворить рост нагрузки потребления в операционной зоне на 8,7 ГВт.

По данным MISO, 76% проектов MTEP 25 будет реализовано в течение трех лет. В рамках плана предусматривается строительство ≈3 000 км ЛЭП. В этом году в план вошло 37 проектов с ускоренным рассмотрением на общую сумму \$ 4,36 млрд, значительно превосходя показатели прошлых лет (MTEP 24 – \$ 896 млн, MTEP 23 – \$ 673 млн). Шесть из десяти самых дорогостоящих объектов, включенных в план, заявлены именно по ускоренной процедуре, при этом на десять самых крупных проектов MTEP приходится 43% от общего объема инвестиций.

² Операционная зона включает полностью или частично штаты Техас, Монтана, Северная Дакота, Южная Дакота, Миннесота, Висконсин, Мичиган, Иллинойс, Индиана, Миссури, Кентукки, Арканзас, Миссисипи, Луизиана.





MISO изучает возможность перехода к двухмесячному циклу рассмотрения ускоренных заявок на техприсоединение, что должно снизить нагрузку на персонал по сравнению с действующим индивидуальным подходом и помочь справиться с потоком заявок. Небольшие проекты планируется группировать для совместного анализа. В последние годы MISO столкнулся с настоящим взрывом количества заявок на ускоренное рассмотрение: если раньше в среднем рассматривалось шесть в год, то с 2021 г. их число превышает тридцать, при этом сами проекты становятся крупнее и сложнее.

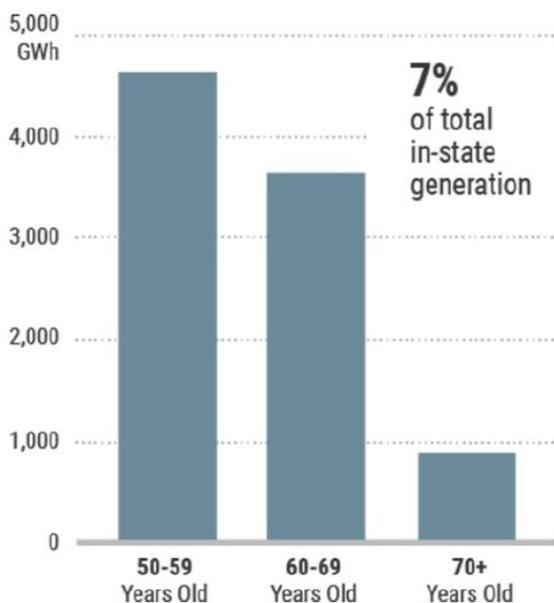
Официальный сайт MISO
<http://www.misoenergy.org>

Американский NYISO подготовил отчет о функционировании энергосистемы штата Нью-Йорк

Системный оператор штата Нью-Йорк NYISO опубликовал очередной ежегодный отчет о функционировании энергосистемы и энергорынков и ключевых направлениях развития – 2025 Power Trends Report. Отчет традиционно представляет официальную позицию системного оператора по обеспечению надежности и работе рынков.

Ключевые проблемы, обозначенные NYISO, – рост спроса со стороны новых крупных потребителей (производство полупроводников, использование систем ИИ, строительство ЦОДов) и вывод из эксплуатации ТЭС на ископаемом топливе, который происходит быстрее, чем ввод новой ВИЭ-генерации, снижая балансовую надежность и одновременно обостряя задачу обеспечения «энергогибкости». В 2019-2024 гг. было выведено из эксплуатации 4,3 ГВт, а введено в эксплуатацию и модернизировано 2,3 ГВт.

Сложившаяся динамика обусловлена принятием в 2019 г. в штате закона о поддержке экологически чистой электроэнергетики (Climate Leadership and Community Protection Act, CLCPA), по которому на долю ВИЭ должно приходиться 70% выработки электроэнергии к 2030 г. и 100% к 2040 г.



NYISO особо отмечает зависимость от устаревших газовых и угольных ТЭС возрастом 50 лет и выше, но генерация на ископаемом топливе будет необходима, пока другие виды не смогут заменить ее функционал. К 2040 г. энергосистема Нью-Йорка может перейти от летнего к зимнему режиму пиковой нагрузки, что связано с ростом потребления в сфере транспорта и отопления. При этом в самые холодные дни допускаются ограничения поставок природного газа.

Системный оператор уже принимает рекордное число заявок на подключение. Процедура присоединения в зоне NYISO должна будет совершенствоваться, чтобы создать баланс между гибким подходом к

отбору проектов и соблюдением сроков рассмотрения заявок. Ожидается, что к 2040 г. распределённые ресурсы (DERs) в составе энергосистемы обеспечат до 8,5 ГВт «энергогибкости», что позволит покрыть до 25% пиковой нагрузки, которая не может быть обеспечена ВИЭ-генерацией.

Решение обозначенных NYISO проблем потребует не только строительства новых электрических соединений и развития ВИЭ, но и активного использования механизмов управления спросом (demand-side management, DSM), что становится все более важным элементом в поддержании надежности.

Официальный сайт NYISO
<http://www.nyiso.com>

Американский MISO подготовил очередное исследование балансовой надежности на период до 2030 г.

Системный оператор MISO и Объединение отраслевых регуляторов штатов, входящих в его операционную зону (Organization of MISO States, OMS), опубликовали очередной ежегодный обзор по результатам исследования балансовой надежности региональной энергосистемы на ближайшие пять лет (до планового 2030-2031 года) – 2025 MISO-OMS Regional Resource Adequacy Survey.

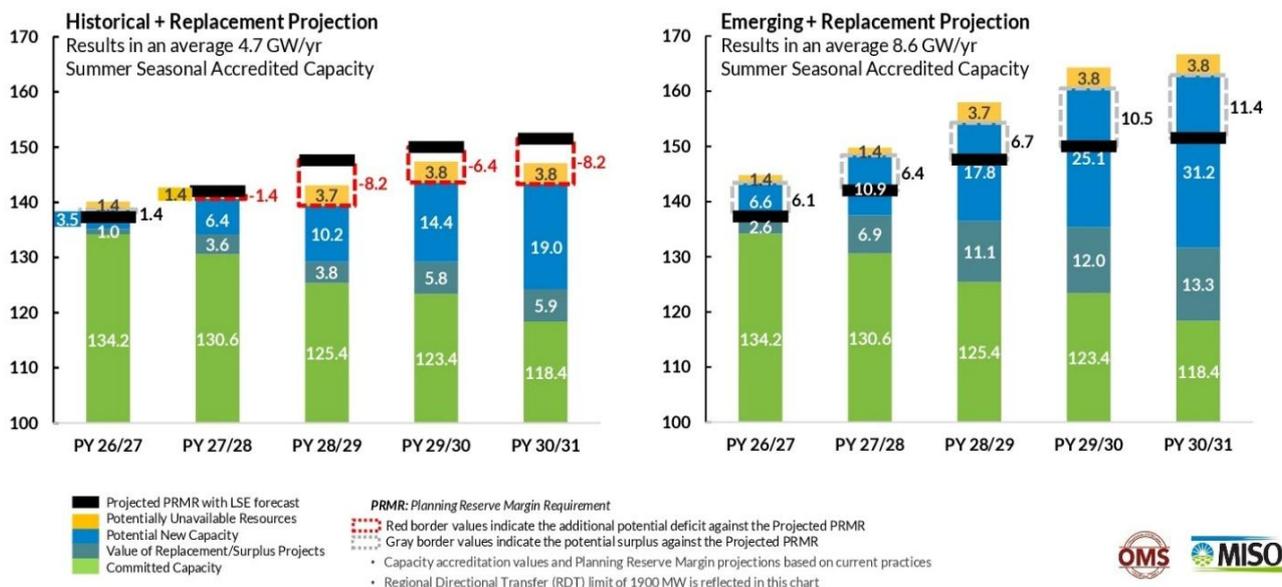
С лета 2026 г. MISO будет располагать достаточным объемом энергоресурсов для обеспечения надежности – прогнозируемый профицит мощности может составить от 1,4 до 6,1 ГВт, в отличие от прогнозов на летний период 2025 г. В обзоре прошлого года показатель дефицита составлял 2,7 ГВт и при благоприятных условиях мог смениться небольшим профицитом до 1,1 ГВт.

Одновременно продолжается рост спроса на электроэнергию, что обусловлено, главным образом, увеличением нагрузки ЦОДов. Как ожидается, потребление в зоне MISO будет увеличиваться в среднем на 2,2% ежегодно в течение следующих пяти лет, что превышает прошлогодний прогноз 1,6%.

Согласно сценарию, базирующемуся на данных за 3-хлетний период, ежегодные вводы генерации составят 3,5 ГВт. Другой сценарий, основанный на прогнозных показателях разработчиков проектов, заключивших соглашения о техприсоединении,



предсказывает ежегодный объем новых вводов 6,2 ГВт. В рамках первого сценария к лету 2027 г. MISO может столкнуться с дефицитом мощности 1,4 ГВт, который к 2030 г. вырастет до 8,2 ГВт. По второму сценарию профицит увеличится с 6,4 ГВт в 2027 г. до 11,4 ГВт к 2030 г.:



В отчете отмечены возможные риски для системной надежности, связанные с перебоями в цепочках поставок, сложностями с получением разрешений, дефицитом квалифицированных кадров и значительными очередями проектов на присоединение (в общей сложности ≈300 ГВт). На данный момент проекты суммарной мощностью 54 ГВт находятся на стадии подписания соглашений о подключении к сетям. В первом квартале 2024 г. в зоне MISO было введено в работу всего 3,6 ГВт, в основном СЭС, тогда как в 2023 г. этот показатель составил 5,6 ГВт, в 2022 г. – 7,6 ГВт.

Анализ MISO-OMS показал, что региональная энергосистема переживает период значительных изменений, и успех в обеспечении баланса между растущим спросом и доступными энергоресурсами зависит от способности адаптироваться к быстро меняющейся ситуации, особенно в условиях ускоренного внедрения ЦОДов и возрождения локального производства.

Официальный сайт MISO
<http://www.misoenergy.org>

Калифорнийский CAISO расширяет географию своих рынков WEIM и EDAM

Imperial Irrigation District (IID) – одно из крупнейших муниципальных предприятий США, ответственное за водо- и электроснабжение потребителей на юге Калифорнии, – заключило соглашения с системным оператором штата CAISO о присоединении к балансирующему рынку (Western Energy Imbalance Market, WEIM), действующему с 2014 г., и рынку на сутки вперед (Extended Day-Ahead Market, EDAM), запуск которого запланирован на 2026 г.

Таким образом, IID становится первой энергокомпанией в регионе, которая одновременно заявляется для участия сразу в обоих рынках CAISO. Кроме того, с подключением IID все организации, ответственные за балансирование (Balancing Authorities, BA) на территории штата, будут объединены в рамках единой рыночной системы CAISO.

В официальном заявлении решение IID объясняется повышением надежности и потенциальным снижением затрат для потребителей. Ожидаемая IID ежегодная экономия оценивается примерно в \$ 12 млн.

Ранее о присоединении к EDAM с 2027 г. уже сообщило калифорнийское муниципальное предприятие Los Angeles Department of Water and Power (LADWP) – тоже одно из крупнейших в стране, ответственное за водо- и электроснабжение в Лос-Анджелесе и ряде его пригородов. Кроме этого, о начале работы на EDAM в 2026 г. договорились такие крупные компании, как PacifiCorp и Portland General Electric (PGE), обслуживающие Калифорнию, Юту, Вайоминг, Айдахо, Вашингтон и Орегон.

Официальный сайт CAISO

<http://www.caiso.com>

Бразильский ONS обновляет операционную процедуру для прогнозирования выработки ВЭС и СЭС в режиме реального времени

Системный оператор Бразилии ONS усовершенствовал процедуру, которая регламентирует вопросы эксплуатации ветровой и солнечной фотоэлектрической генерации. Обновленный порядок дает возможность запросить в режиме реального времени данные (доступность, скорость ветра, освещенность), позволяющие после завершения очередных торговых операций прогнозировать ограничения выработки ВЭС и СЭС.

Полученная ONS актуальная информация, будет направляться в Палату по торговле электроэнергией (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, CCEE) и использоваться для взаиморасчетов между участниками оптового рынка.

Нововведения для повышения качества и точности технологического процесса также предусматривают улучшение взаимодействия ONS с участниками рынка через встречи с ассоциациями производителей электроэнергии и проведение совещаний технического и управленческого аппарата отраслевых организаций.

Официальный сайт ONS

<http://www.ons.org.br>

АФРИКА

В Египте введена в эксплуатацию крупнейшая в Африке ВЭС мощностью 500 МВт

Арабская компания AMEA Power, специализирующаяся на разработке проектов и эксплуатации объектов ВИЭ-генерации, объявила о вводе в работу в Рас-Гарибе на востоке Египта ВЭС Amunet 500 МВт, которая, по заявлению AMEA Power, становится крупнейшей действующей ВЭС в Африке и должна будет вырабатывать ≈2 500 ГВт*ч электроэнергии в год. Проект был завершен на 2,5 месяца раньше срока.

С вводом ВЭС Amunet портфель генерирующих мощностей AMEA Power в Египте, который также включает недавно построенную СЭС 500 МВт в Асуане, увеличился до 1 ГВт.

Официальный сайт NS Energy

<http://www.nsenegybusiness.com>

