



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

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

22.12.2023 – 28.12.2023

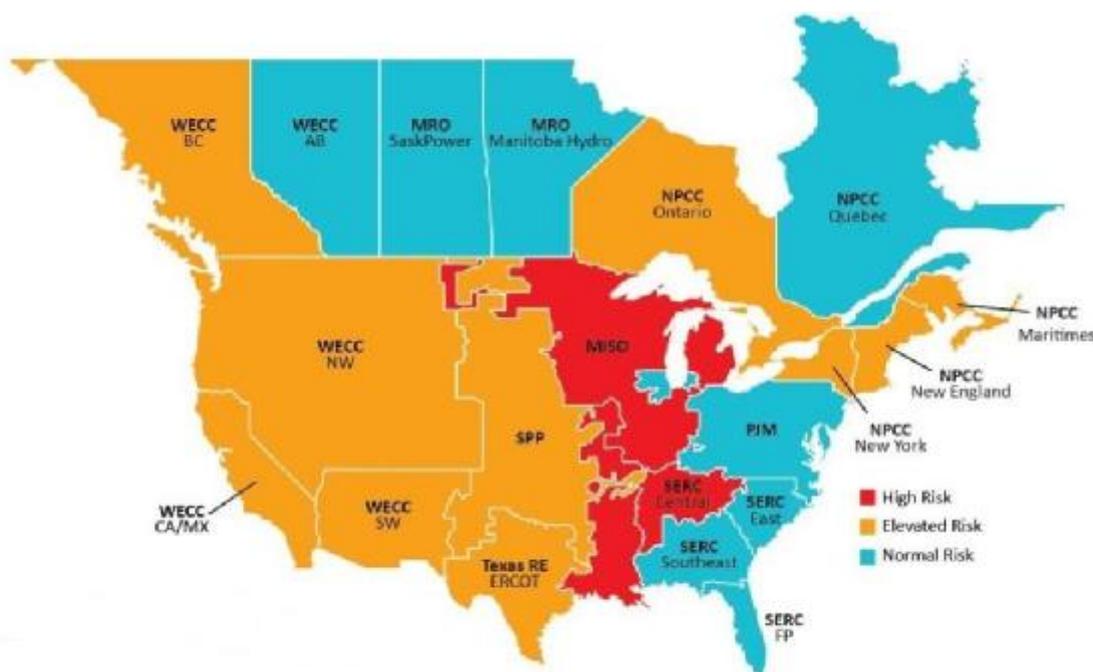


Американская NERC представила долгосрочную оценку надежности на 2024-2033 гг.

Североамериканская корпорация по надежности электроснабжения (North American Electric Reliability Corporation, NERC) опубликовала очередной долгосрочный прогнозный отчет о состоянии энергосистем и обеспечении балансовой надежности на десятилетний период (Long-Term Reliability Assessment 2023, LTRA 2023), где представлена оценка балансовой надежности и рисков, связанных с погодными аномалиями и высоким уровнем интеграции в энергосистему генерации на базе ВИЭ в некоторых регионах страны.

Ключевые выводы по результатам проведенного NERC анализа:

1. Рост пикового спроса и планируемый вывод из эксплуатации до 83 ГВт мощности генерации на ископаемом топливе и АЭС в ближайшие десять лет создадут угрозу для надежности электроснабжения на большей части территории США.
2. В большинстве регионов страны прогнозируется достаточный запас резервов мощности для покрытия пикового спроса при нормальных погодных условиях.
3. Северо-Восток и Запад США в экстремальных условиях столкнутся с повышенным риском нарушений электроснабжения.
4. В некоторых районах Среднего Запада и центральной части Юга США можно ожидать перебои в электроснабжении во время обычных пиковых нагрузок:



5. Чтобы справиться с растущей угрозой, необходимо строительство новых газовых ТЭС, расширение магистральной сети общенационального значения, а также усовершенствование системы планирования развития энергосистем для более эффективного учета ресурсов с погодозависимой выработкой и взаимосвязей между электроэнергетикой и газотранспортной отраслями.

В операционной зоне системного оператора MISO¹ новые вводы генерации позволили преодолеть прогнозируемый в предыдущем LTRA дефицит резервов

¹ В операционную зону входят полностью или частично штаты Монтана, Северная Дакота, Южная Дакота, Миннесота, Висконсин, Мичиган, Иллинойс, Индиана, Миссури, Кентукки, Арканзас, Миссисипи, Луизиана, Техас.



мощности на текущий год. Вместе с тем, с 2028 г., несмотря на планируемый ввод в эксплуатацию более 12 ГВт мощности новой генерации, возможен 4,7 ГВт дефицит мощности, если будут закрыты все запланированные к выводу из эксплуатации электростанции. Хотя у MISO уже подписаны соглашения о техприсоединении суммарно 50 ГВт мощности новых объектов генерации, процесс их подключения к энергосистеме еще не завершен. При этом проекты на более чем 200 ГВт находятся в очереди на рассмотрении. На юго-востоке в регионе SERC-Central дефицит мощности прогнозируется уже на 2025-2027 гг., если потребление будет расти быстрее вводов в эксплуатацию новой генерации. Ожидается, что за этот срок должно быть введено в работу более 7 ГВт газовых и закрыто более 5 ГВт мощности угольных ТЭС.

В Новой Англии² на балансовую надежность в зимний период будут влиять сложности с топливообеспечением ТЭС, связанные с ограничениями пропускной способности газотранспортной инфраструктуры из-за стандартного роста потребления природного газа для систем отопления, поэтому решающее значение будут иметь производство сжиженного природного газа и наличие резервных запасов топлива на электростанциях. В штате Нью-Йорк выявлен риск возникновения дефицита мощности, начиная с 2025 г., особенно серьезный в летнюю жару, и системный оператор NYISO уже пытается снизить угрозу с помощью доступных ему рыночных и регуляторных механизмов, чтобы нивелировать риски, обусловленные наложением прогнозируемого роста потребления и возможной недоступности определенных типов генерации из-за экологической политики штата.

Операционная зона корпорации Southwest Power Pool (SPP)³ может в течение ближайших пяти лет потерять заметную часть имеющегося пока профицита резервов мощности из-за закрытия электростанций, суммарная мощность которых только за прошедший год составила 1,5 ГВт, и роста прогнозируемого спроса. Энергосистема SPP сильно зависит от погодных аномалий, которые, в первую очередь, приводят к отключениям большого количества СЭС. При этом рост суммарной мощности ВЭС в структуре генерации приводит к угрозе возникновения дефицита при слабом ветре. В энергосистеме Техаса постоянно увеличивается доля СЭС, что повышает риски для балансовой надежности в периоды, когда снижается выработка солнечной генерации или когда диспетчируемая генерация выводится на плановое техобслуживание.

Запад страны в целом справился с рисками возникновения дефицита мощности в ближайшей перспективе, при этом ряд штатов снизили зависимость от поставок из соседних регионов. Риски возникновения дефицита мощности и недопоставок электроэнергии прогнозируются на 2026 г. на период с июля по сентябрь, в первую очередь, в случае экстремальных погодных условий.

По данным LTRA 2023, темпы роста электропотребления по стране уже выше, чем когда-либо за последние три десятилетия, из-за масштабной электрификации – внедрения электротранспорта и систем электроотопления, особенно в бытовом секторе, – что повышает «чувствительность» энергосистемы к погодным условиям. Одновременно спрос увеличивают центры обработки данных коммерческих или промышленных потребителей. В течение следующих 10 лет совмещенный летний максимум может вырасти на 79 ГВт, зимний – почти на 91 ГВт. NERC рассматривает

² Новая Англия (New England) – регион на северо-востоке США, включающий в себя штаты Коннектикут, Мэн, Массачусетс, Нью-Гэмпшир, Род-Айленд и Вермонт.

³ В операционную зону входят полностью или частично штаты Монтана, Миннесота, Северная Дакота, Южная Дакота, Вайоминг, Небраска, Айова, Канзас, Миссури, Оклахома, Арканзас, Нью-Мексико, Луизиана, Техас.



и вариант смещения годового максимума с летнего на зимний период на северо-востоке и юго-востоке США или, по крайней мере, появления «двойного максимума». В отношении вводов новой генерации наблюдается общий рост с преобладанием СЭС, при этом ожидается уменьшение количества вводимых в эксплуатацию ТЭС.

В качестве базовых рекомендаций для максимального смягчения рисков NERC указала на необходимость обеспечить соответствие вводимых в работу объектов генерации всем требованиям по обеспечению надежности, равно как и выполнение этих требований уже действующими объектами, поддержать сетевое строительство для эффективной организации поставок в условиях заметно меняющейся географии размещения генерации и крупных центров потребления, а также адаптировать процедуры перспективного планирования и рыночного регулирования к текущим реалиям более сложных в управлении энергосистем.

Официальный сайт NERC
<http://www.nerc.com>

Шведский Svenska Kraftnät ожидает заметного роста потребления в течение 10 лет

Шведский системный оператор Svenska Kraftnät (SVK) опубликовал план развития энергосистемы на 2024-2033 г., где содержится обзор инвестиционных проектов и оценка текущих потребностей. Электрификация промышленного сектора активно происходит по всей Швеции, поэтому SVK ожидает значительного роста электропотребления – до 20 500 МВт, из которых 17 800 МВт (для сравнения в 2022 г. максимум потребления активной мощности составил порядка 24 000 МВт). В течение следующего десятилетия SVK в условиях «энергоперехода» и электрификации промышленности планирует инвестировать в строительство 1500 км ЛЭП и 30 новых электростанций, наряду с реконструкцией 2500 км ЛЭП и 100 ЭС (примерно половина от действующих в настоящее время). По сравнению с предыдущим десятилетием темпы развития электросетевой инфраструктуры будут увеличены в несколько раз.

Если Швеция хочет достичь поставленных целей по электрификации и обеспечить надежность энергоснабжения, темпы развития сетевой инфраструктуры и объемы соответствующих инвестиций следует увеличить, иначе северная Швеция превратится из профицитного по генерирующей мощности региона в дефицитный, а ситуация в дефицитной южной Швеции еще более усложнится. Ожидается, что в результате энергоперехода значительная часть промышленности Швеции перейдет на использование водорода в качестве энергоносителя для своих производственных процессов. В связи с этим в некоторых частях Швеции в дополнение к расширению электросетевой инфраструктуры потребуются строительство инфраструктуры по передаче водорода, и поэтому необходимо совместное планирование их развития для выбора наиболее экономически эффективных решений в целом.

Официальный сайт Svenska kraftnät
<http://www.svk.se>

Трансграничные проекты системных операторов Финляндии, Швеции и Эстонии вошли в список PCI ЕС

Три проекта строительства трансграничных соединений, предложенных системными операторами Финляндии, Швеции и Эстонии, включены в список «проектов общего интереса» (PCI) ЕС. Статус PCI дает проектам право на ускоренное



лицензирование, а также возможность подать заявку на получение финансовой поддержки ЕС через фонд «Соединяя Европу» (Connecting Europe Facility, CEF).

В состав получивших статус PCI вошли:

- Aurora Line – соединение между энергосистемами Финляндии и Швеции, которое позволит увеличить пропускную способность электрических связей между двумя странами, повысить надежность поставок и снизить цены на электроэнергию в Финляндии. Завершение проекта намечено на 2025 г.
- Aurora Line 2 – четвертое соединение между энергосистемами Финляндии и Швеции. Приступить к строительству планируется в начале 2030-х гг.
- Estlink 3 – третье подводное соединение между энергосистемами Швеции и Эстонии проектной пропускной способностью от 700 МВт до 1000 МВт. В настоящее время проект находится на стадии планирования. Ожидается, что строительство будет завершено к 2035 г.

Официальный сайт Fingrid
<http://www.fingrid.fi>

Британским системным оператором запущен первый этап проекта по привлечению к балансированию энергосистемы маломощных энергоресурсов

Британский системный оператор NGESO, признавая важную роль, которую будут играть маломощные энергоресурсы в обеспечении энергетической гибкости британской энергосистемы в будущем, запустил первый этап проекта, целью которого является создание т.н. «открытой платформы по балансированию» (Open Balancing Platform, OBP). OBP позволит обеспечить участие ресурсов небольшой мощности в балансирующем рынке (Balancing Mechanism, BM) – основном инструменте NGESO для поддержания баланса в режиме реального времени.

В рамках первого этапа проекта будет создан новый инструмент ОДУ – Bulk Dispatch (BD), который позволит диспетчерскому персоналу NGESO осуществлять управление небольшими по мощности СНЭЭ и объектами малой генерации в автоматическом режиме, что обеспечит возможность их участия в BM. В рамках BD диспетчерам предоставляется возможность выбирать участников из предварительно сформированного и оптимизированного списка, что значительно сократит количество оперативных команд и время, затрачиваемое на их выдачу.

На последующих этапах внедрения OBP, запланированных на 2024 и 2025 гг., будет внедрен более широкий спектр технологий. Ожидается, что к 2027 г. OBP полностью заменит действующие технологические платформы BM и рынка системных услуг.

Официальный сайт NGESO
<https://www.nationalgrideso.com>

Заключен контракт на поставку двух ППС для HVDC соединений SuedOstLink и SuedOstLink+

Немецкие системные операторы 50Hertz и TenneT заключили контракт с Siemens Energy на поставку двух ППС для соединений постоянного тока SuedOstLink



и SuedOstLink+⁴. Первая ППС будет установлена в коммуне Кляйн-Роган, вторая – неподалеку от г. Ландсхут. ППС станут точками подключения соединений SuedOstLink и SuedOstLink+ к энергосистеме Германии. Ввод обеих в эксплуатацию запланирован на 2030 г.

Цель строительства SuedOstLink и SuedOstLink+ – передача электроэнергии, вырабатываемой кластерами ветровой генерации на севере, в промышленные районы с высоким потреблением на юге страны. Суммарная стоимость строительства соединений составляет € ≈11 млрд.

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

Шельфовая ВЭС Arcadis Ost 1 в немецкой части Балтийского моря выведена на полную мощность

ВЭС Arcadis Ost 1 установленной мощностью 250 МВт выведена на полную мощность. В акватории ВЭС, расположенной в немецкой части Балтийского моря, в 19 км от о. Рюген, установлено 27 ветровых турбин типа MHI V174-9,5 производства компании Vestas, которая также будет осуществлять их техобслуживание в течение 15 лет.

ВЭС Arcadis Ost 1 подключена к энергосистеме Германии через шельфовую платформенную ПС (в совместном управлении системного оператора 50Hertz и разработчика проекта ВЭС компании Parkwind) и 3 подводных кабельных системы напряжением 220 кВ, соединяющих ее с недавно реконструированной наземной ПС Lubmin. Первая электроэнергия, выработанная несколькими турбинами Arcadis Ost 1, была выдана в находящуюся под управлением 50 Hertz энергосистему в начале текущего года.

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

Системный оператор Италии объявил о запуске проекта по созданию и использованию цифровой платформы для мониторинга электросетевых активов

Системный оператор Италии Terna и итальянская телекоммуникационная компания Wind Tre объявили о запуске проекта по созданию и использованию мобильной цифровой платформы, базирующейся на передовых технологиях в области мобильной связи. Платформа предназначена для мониторинга состояния электросетевой инфраструктуры. Внедрение цифровой платформы в процессы оперативной эксплуатации и технического обслуживания своих активов, включающих в том числе около 75 тыс. км ЛЭП высокого и сверхвысокого напряжения по всей Италии, позволит Terna повысить операционную эффективность, оптимизировать коммуникационные процессы и повысить эффективность управления электросетевой инфраструктурой за счет цифровизации активов.

⁴ HVDC соединение SuedOstLink ±525 кВ, пропускной способностью 2 ГВт пройдет от г. Магдебург (федеральная земля Саксония-Анхальт) до г. Ландсхут (федеральная земля Бавария). HVDC соединение SuedOstLink+ ±525 кВ пропускной способностью 2 ГВт пройдет от коммуны Кляйн-Роган (федеральная земля Мекленбург-Передняя Померания) до г. Вольмирштедт, возле Магдебурга (федеральная земля Саксония-Анхальт) – точки подключения к HVDC соединению SuedOstLink.





Телекоммуникационное оборудование 4/5G от Wind Tre последнего поколения в сочетании с беспроводными технологиями передачи данных и оптоволоконной связью обеспечат Terna возможность получения в режиме реального времени максимально широкого диапазона данных от цифровых метеостанций, датчиков нагрузки, акселерометров, инклинометров и других устройств мониторинга и диагностики состояния электросетевой инфраструктуры. Возможность сбора и обработки большого количества данных, в свою очередь, позволит разрабатывать модели оптимизации работы энергосистемы, прогнозировать объемы выработки и потребления электроэнергии, что по сути является определяющим фактором для повышения эффективности и надежности энергосистемы.

Официальный сайт Terna
<http://www.terna.it>

Итальянский Terna проведет модернизацию сетевой инфраструктуры в Ломбардии с общим объемом инвестиций € 1,3 млрд в период 2023-2032 гг.

В рамках плана развития энергосистемы Италии на 2023-2032 гг. (Piano di Sviluppo 2023) Terna представил ряд инфраструктурных проектов по модернизации электросетевой инфраструктуры в регионе Ломбардия с суммарным объемом инвестиций € 1,3 млрд.

Важной особенностью Piano di Sviluppo 2023 является создание Hypergrid – электрической сети с применением HVDC-технологий, которая позволит интегрировать в энергосистему страны большие объемы ВИЭ-генерации. Hypergrid объединит пять ключевых «магистралей» (в подземном или подводном исполнении), охватывающих большинство регионов Италии, включая электрическое соединение Milano – Montalto общей протяженностью более 400 км. Целью строительства Milano – Montalto является обеспечение поставок из центра на север страны, в районы с высоким спросом. Также планируется сооружение подводного участка соединения между Монтальто и Авенцей (провинция Масса-Каррара) и реконструкция и модернизация существующих ВЛ, соединяющих электрические сети в районе Авенцы (регион Тоскана) и в регионе Ломбардия, с переводом их на 500 кВ постоянного тока. Кроме того, Piano di Sviluppo 2023 предусмотрено строительство новой инфраструктуры в целях электроснабжения зимних олимпийских и паралимпийских игр, которые пройдут



в 2026 г. в Милане и Кортина д'Ампеццо, и нового электрического соединения Ливиньо – Премадио в провинции Сондрио, на севере Ломбардии.

Terna планирует реализовать проект модернизации электрических сетей между горными долинами Вальтеллина и Валькиавенна, что повысит надежность снабжения потребителей в провинции Сондрио, в Бергамо, Лекко и Милане, обеспечит доступ к электроэнергии от ГЭС на севере Ломбардии. Помимо этого, благодаря масштабной модернизации высоковольтной сети снизится ее неблагоприятное воздействие на окружающий ландшафт: например, строительство двух новых ЛЭП 380 кВ позволит демонтировать ≈ 480 км действующих ЛЭП (более 1300 опор) между Вальтеллиной и Миланом.

Инфраструктурные проекты Terna в Ломбардии включают также модернизацию сети в Брешиа и долине Валле Саббия и меры по укреплению надежности в районах, подверженных неблагоприятным погодным явлениям.

Официальный сайт Terna
<http://www.terna.it>

Стартовал процесс получения разрешения на реконструкцию электросетевой инфраструктуры в итальянском муниципалитете Сан-Джованни-Театино

Министерство охраны окружающей среды и энергетической безопасности Италии начало рассмотрение проекта модернизации электросетевой инфраструктуры в муниципалитете Сан-Джованни-Театино (регион Абруццо, на берегу Адриатического моря). Проект Terna за € 8 млн направлен на укрепление балансовой надежности на местном уровне и при этом является частью масштабных работ по модернизации, связанных с вводом в эксплуатацию подводного трансграничного соединения между энергосистемами Италии и Черногории.

Проект трансграничного соединения предусматривает также в Сан-Джованни-Театино и соседнем муниципалитете Пескара замену на подземные КЛ участков ВЛ 132 кВ FS Pescara – FS Roseto, в результате чего должно быть демонтировано более 6 км оборудования ВЛ, включая 27 опор.

Официальный сайт Terna
<http://www.terna.it>

Китайский CSG представил первую в стране операционную систему для подключения «интернета вещей» в области электроэнергетики

Китайский системный оператор China Southern Power Grid (CSG) и фонд OpenAtom объявили о совместном запуске Power Harmony OS (PHOS) – первой в Китае операционной системы для подключения системы IoT, созданной именно для электроэнергетического сектора.

PHOS с открытым исходным кодом, в разработке которой приняли участие более 100 предприятий, включая ведущих китайских производителей микросхем, модулей и терминальной продукции, обладает высокой степенью безопасности. ОС совместима с различными типами и марками электрооборудования и обеспечивает его подключение по принципу «Plug and Play». PHOS также совместима с другими IoT ОС и обеспечивает разные сценарии применения. Кроме того, она интегрирована с такими технологиями, как беспроводная передача данных ближнего радиуса действия



(NFC), Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE), беспроводная передача данных дальнего радиуса действия (LoRa), которые, как ожидается, будут применяться в технологических процессах, связанных с производством, передачей, распределением и потреблением электроэнергии.

По мнению разработчиков, PHOS создает прочную основу для взаимосвязанного и интегрированного использования всех компонентов энергетической инфраструктуры, гарантирует динамическое равновесие высокого уровня между производством и потреблением и сыграет важную роль в цифровизации национальной энергосистемы.

Официальный сайт CSG
<https://eng.csq.cn>

Американский NYISO опубликовал обновленный CRP на 2023-2032 гг.

NYISO опубликовал очередной Комплексный план по обеспечению надежности энергосистемы штата Нью-Йорк на 2023-2032 гг. (Comprehensive Reliability Plan, CRP 2023-2032), который актуализируется каждые два года в рамках общей процедуры планирования развития энергосистемы штата. CRP служит для NYISO стратегической картой на десятилетний период, отражает возможные риски и рекомендации по действиям, которые может предпринять штат для обеспечения надежности электроснабжения, и включает прогнозы потребления, достаточности ресурсов, развития инфраструктуры и интеграции ВИЭ в энергосистему.

В CRP 2023-2032 отмечается, что при соответствии прогнозируемому уровню нагрузки потребления и погодным условиям риски для надежности, требующие активных действий, отсутствуют, хотя и ожидается снижение объемов резервов мощности, что может быть обусловлено следующим: задержки при строительстве трансграничных соединений, таких как Champlain Hudson Power Express (CHPE) 1250 МВт; ускоренный вывод из эксплуатации традиционной генерации; дополнительное закрытие станций из-за экологической политики штата; неплановые отключения генерации и сетевой инфраструктуры из-за экстремальных погодных явлений; рост нагрузки, обусловленный электрификацией транспортного и коммунального секторов экономики, а также ростом количества энергоёмких ЦОД; планируемый вывод, начиная с мая 2025 г., 3 300 МВт мощности традиционной пиковой генерации, не отвечающей новым экологическим требованиям штата.

С учетом ускоренного отказа Нью-Йорка от традиционной генерации и роста электрификации рекомендуется увеличить внедрение «чистых» диспетчируемых (DEFRRs), распределенных (DERs) и инверторных (IBRs) ресурсов, развивать сетевую инфраструктуру, расширять использование DR-услуг и программ по повышению энергоэффективности, внести изменения в структуру рынка для стимулирования энергетической гибкости. В CRP подчеркивается настоятельная необходимость в развитии DEFRR, способных оперативно реагировать на команды диспетчера на загрузку и разгрузку, работать без перерывов в течение длительного времени и при этом быть полностью экологичными. Также отмечается, что DEFRR, обладающие необходимыми для системного оператора характеристиками, пока коммерчески недоступны, поэтому необходимо развивать технологии на базе использования водорода, биоресурсов и атомной энергии, а также технологии улавливания углерода.

В обновленный CRP был включен новый раздел, где оценивается влияние политики штата на энергосистему и энергодобавление и описываются шаги, необходимые для достижения климатических целей штата в условиях рисков для надежности:



необходимость ориентировать стратегическое планирование на обеспечение надежности и поддержку достаточной гибкости в управлении рынков, чтобы быстрее реагировать на меняющиеся условия окружающей среды и работы энергосистемы.

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

Американский MISO выбрал подрядчиков для реализации проектов строительства двух ЛЭП 345 кВ в своей операционной зоне

Системный оператор MISO выбрал энергокомпании Ameren (ATXI) и Dairyland (DPC) для реализации двух проектов строительства ЛЭП в рамках своей программы долгосрочного планирования развития передающей сети (Long Range Transmission Planning, LRTP).

ATXI будет отвечать за реализацию проекта строительства участка ЛЭП 345 кВ стоимостью \$ 23 млн – от границы между штатами Айова и Иллинойс до ПС Iruva в Иллинойсе. DPC займется реализацией проекта ЛЭП 345 кВ Deadend – Tremval в штате Висконсин стоимостью \$ 12 млн. Обе ЛЭП планируется ввести в эксплуатацию к июню 2028 г.

В конце октября MISO уже предоставил ATXI права на реализацию проекта строительства ЛЭП 345 кВ Fairport – Denny между штатами Айова и Миссури стоимостью \$ 84 млн. В мае MISO поручил компании LS Power Republic Transmission реализацию проекта Hiple – строительство ЛЭП 345 кВ стоимостью \$ 77 млн между Индианой и Мичиганом, проект строительства которой является первым конкурсным проектом, представленным MISO в рамках LRTP.

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

Американский PJM одобрил включение дополнительного пакета проектов в RTEP

Системный оператор штатов Восточного побережья США PJM Interconnection (PJM)⁵ одобрил выделение \$ ≈5 млрд на реализацию пакета проектов в рамках плана развития региональной энергосистемы (Regional Transmission Expansion Plan, RTEP), отобранных из 72 проектов по конкурсу в 2023 г., в соответствии с задачами по расширению и модернизации сетей для поддержания надежности.

Необходимость обновления RTEP обусловлена прогнозируемым ростом нагрузки потребления в объеме 7,5 ГВт из-за строительства новых ЦОД в штатах Виргиния и Мэриленд, а также выводом из эксплуатации 11 ГВт угольных ТЭС (включая ТЭС Brandon Shores 1295 МВт) в Балтиморе. В пакет дополнительных проектов включены новые ЛЭП 500 кВ с севера Виргинии на северо-восток до ПС Reach Bottom в Пенсильвании, а также на северо-запад до ПС 502 Junction в Западной Виргинии и на юг до ПС Morrisville на юге Виргинии.

Информационный ресурс RTO Insider
<https://www.rtoinsider.com>

⁵ В операционную зону входят полностью или частично округ Колумбия и штаты Делавэр, Иллинойс, Индиана, Кентукки, Мэриленд, Мичиган, Нью-Джерси, Северная Каролина, Огайо, Пенсильвания, Теннесси, Виргиния, Западная Виргиния.

