

# Узнать за 30 минут:

энергосистема России в цифрах и фактах



Энергосистема нашей страны представляет собой настолько масштабный и сложный технологический организм, что рассказать о его функционировании доступно и в то же время полно — задача не из лёгких. Зачастую даже для специалистов, не говоря уже о массовой аудитории, некоторые аспекты её работы остаются малоизвестными. Но День энергетики на Международной выставке-форуме «Россия» дал возможность получить представление о современном состоянии энергосистемы России широкому кругу гостей мероприятия благодаря участию Системного оператора в одном из основных событий отраслевого дня — просветительском марафоне «Энергия».

## ЧЕМ БОЛЬШЕ, ТЕМ ЛУЧШЕ

На выступление заместителя директора по управлению режимами ЕЭС Системного оператора Юрия Вишневого в рамках марафона, организованного Российским обществом «Знание», было отведено чуть более получаса. Но даже за это время эксперту удалось охватить множество тем и рассказать о деятельности и структуре Системного оператора, планировании и управлении электроэнергетическим режимом,

ключевых особенностях и масштабах энергосистемы России.

Энергосистема страны растёт. За 10 лет введено 36,1 ГВт новых генерирующих мощностей, что позволило ЕЭС России выйти на 5-е место в мире по установленной мощности — на конец 2023 года она достигла 254,3 ГВт. Согласно Схеме и программе развития электроэнергетических систем России на 2024–2029 годы, темпы роста генерации сохранятся — в бли-

жайшие шесть лет будет введено ещё 15,7 ГВт новой генерации, то есть почти половина от построенной в прошедшие 10 лет. Из них порядка 7 ГВт приходится на ТЭС, почти 5 ГВт — ВЭС и СЭС, 2,7 ГВт — АЭС и около 1 ГВт — ГЭС. По словам эксперта, это положительно сказывается на эффективности работы всей энергосистемы: благодаря новым вводам в ней становится больше современной эффективной генерации, и, кроме того, укрупнение энергосистемы улучшает возможности взаимного резервирования её частей, что повышает стабильность работы энергообъединения в целом.

«Справляться с растущей нагрузкой в том числе помогает и то, что ЕЭС России располагается в 9 часовых поясах, являясь самым протяжённым энергообъединением в мире. Это даёт большой оптимизационный эффект, поскольку из-за разницы во времени пиковые — утренние и вечерние — максимумы нагрузки, скажем, в Москве и Красноярске наступают не одновременно», — пояснил Ю. Вишнеvский.

А вот по выработке и потреблению электроэнергии энергосистема России входит уже не в пятёрку, а в первую четвёрку крупнейших энергообъединений планеты. Только за прошлый год электропотребление в нашей стране увеличилось на 1,4%, достигнув рекордного объёма в 1139,3 млрд кВт·ч. Этот показатель за десятилетие вырос на 11% и, по прогнозам Системного оператора, продолжит расти в среднем на 2% ежегодно. Рекорды бьёт и потребление мощности в энергосистеме России. В декабре 2023 года исторический максимум достиг 171,1 ГВт, превысив на 5,2 ГВт предыдущий абсолютный показатель, зафиксированный в начале 2023 года.

### ЕДИНОЕ ПРОСТРАНСТВО

В настоящее время в зоне ответственности Системного оператора свыше 200 тысяч объектов диспетчеризации. С 1 января 2024 года их число возросло, поскольку компания приняла функции оперативно-диспетчерского управления в технологически изолированных энергосистемах, в силу их удалённости не соединённых с ЕЭС России линиями электропередачи. Это энергосистемы Магадана, Камчатки, Чукотки, Сахалина на Дальнем Востоке и Норильско-Таймырская в Красноярском крае. Так, в операционной зоне филиала Системного оператора Тихоокеанское РДУ количество объектов диспетчеризации возросло почти вдвое, а в Красноярском РДУ — на 15%. Поэтому в своём выступлении Ю. Вишнеvский отдельно остановился на интеллектуальных решениях, которые являются подспорьем в управлении таким масштабным и сложным технологическим комплексом, как энергосистема России.

«Мы с вами живём в цифровую эпоху, когда интенсивно переводится в «цифру» каждая сфера человеческой деятельности и в том числе электроэнергетическая отрасль. Одним из первопроходцев в этом процессе было оперативно-диспетчерское управление, которое начало свою цифровизацию ещё с появления первых ЭВМ, поскольку управлять таким сложным объектом, как энергосистема, можно только на основании точных математических моделей», — отметил замдиректора по управлению режимами ЕЭС.

Современная энергосистема очень сложно устроена, и количество её элементов огромно, поэтому точность расчёта электроэнергетических режимов сегодня зависит не от умелого использования логарифмической линейки, а от эффективности работы и взаимодействия друг с другом информационно-управляющих систем. Ещё несколько лет назад этот механизм представлял собой довольно сложную конструкцию, поскольку многочисленные комплексы, осуществляющие передачу данных между диспетчерскими центрами и субъектами электроэнергетики, не были взаимосвязаны. Ситуация изменилась с внедрением единой информационной модели ЕЭС России, основанной на признанных в мире стандартах Общей информационной модели (Common Information Model, CIM). Это не только упростило процесс обмена телеинформацией и упорядочило её потоки, но и позволило совершить переход от периодических проверок локальных расчётных моделей к управлению качеством общих данных.

«Единая информационная модель включает в себя более 11 миллионов объектов и обеспечивает процесс актуализации параметров по трёхуровневой вертикали между Главным диспетчерским центром, Объединёнными и Региональными диспетчерскими управлениями. Это формирует общее информационное пространство для создания цифровых расчётных моделей энергосистемы России, которые позволяют в режиме реального времени моделировать происходящие

*Электроэнергетическая система — совокупность объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии, связанных общим режимом работы в едином технологическом процессе производства, передачи и потребления электрической энергии в условиях централизованного оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике.*

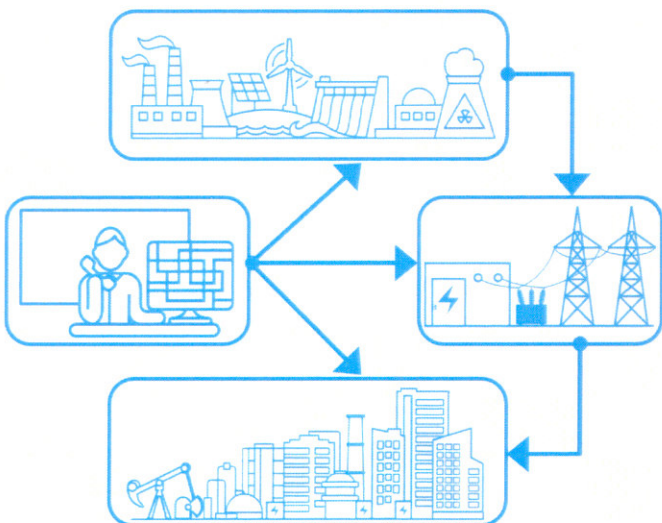
в энергосистеме физические процессы», — сказал Ю. Вишневский.

Для оптимизации информационного обмена в последние годы развёрнута масштабная инфраструктура Центров обработки данных — сегодня деловые процессы диспетчерских центров обеспечивают около 3600 серверов. По оценкам эксперта, имеющаяся вычислительная база позволяет обрабатывать порядка 2,1 млн сигналов телеинформации о технологических режимах работы объектов диспетчеризации, поступающих в диспетчерские центры.

## ДОВЕДЕНО ДО АВТОМАТИЗМА

Управление энергосистемой подразумевает отдачу команд диспетчера на энергообъекты по выделенным для оперативного ведения переговоров каналам связи, поэтому исторически одной из главных задач Системного оператора было и остаётся развитие телекоммуникационной инфраструктуры. На начало 2024 года она включает в себя около 170 подсистем диспетчерской связи, 1200 единиц мультиплексирующего и 5100 единиц сетевого оборудования. Однако прогресс не стоит на месте.

«Энергосистема растёт и усложняется, а мы развиваемся вместе с ней. В практике Системного оператора уже появилось автоматизированное дистанционное управление, которое сейчас осуществляется примерно на 200 объектах электроэнергетики. Эта система позволяет провести по специальной программе даже сложные переключения буквально за несколько минут (без дистанционного управления это занимает десятки минут, а иногда и часы), что сокращает время ввода в работу и вывода из работы электросетевого и генерирующего оборудования, а также минимизирует риск «человеческого фактора», — отметил Ю. Вишневский.



Устойчивый рост мощности энергосистемы России требует и постоянного совершенствования устройств релейной защиты и автоматики. Эксперт подчеркнул, что повышение технического уровня средств РЗА невозможно без проведения единой технической политики, в разработке и формировании которой Системный оператор играет ключевую роль. Компания активно внедряет новые и модернизирует старые системы на базе цифровых устройств с использованием микропроцессорной техники, что позволяет энергосистеме нашей страны сохранять мировое лидерство по уровню развития средств РЗА.

Диспетчерские центры Системного оператора осуществляют расчёт и согласование параметров настройки и алгоритмов функционирования порядка 300 тысяч устройств РЗА. Охват такого большого количества устройств обусловлен необходимостью учёта информации о схемных, режимных и балансовых условиях в энергосистеме при определении настройки и алгоритмов функционирования, необходимостью согласования параметров настройки устройств РЗА между собой с целью обеспечения селективности работы устройств и необходимостью резервирования защит не только собственных, но и смежных присоединений у резервных защит (так называемое дальнейшее резервирование), что позволяет гарантированно отключать короткие замыкания даже при отказах релейной защиты или потере оперативного тока на конкретном объекте электроэнергетики и не допускать развития аварий в энергосистеме.

Как отметил Ю. Вишневский, «любой человек, который пользуется электроприборами, знаком с принципами работы релейной защиты и автоматики. В каждой квартире стоят общий вводной автомат и автоматы на группы розеток на кухне, в гостиной и так далее. И если у вас, например, что-то случилось с электрочайником, то отключится не вся квартира, а только питающая этот чайник группа розеток. Вот это и есть селективность».

В масштабах энергосистемы построение РЗА, выглядит, конечно, не так, как в квартире, и представляет собой сложнейшие технические комплексы. Параметры работы устройств релейной защиты и сетевой автоматики скоординированы не только в пределах конкретного объекта электроэнергетики, но и между различными объектами. А алгоритмы работы отдельных видов противоаварийной и режимной автоматики необходимо координировать на уровне ОЭС и даже ЕЭС России. Из-за своей географической протяжённости и сложности, большого числа контролируемых сечений ЕЭС России обладает самой развитой противоаварийной автоматикой в мире. А в целом устрой-

ства РЗА составляют более 50% объектов диспетчеризации Системного оператора!

Конечно, формат статьи не позволяет привести полный перечень автоматизированных систем, которые применяются в оперативно-диспетчерском управлении. Но можно сказать с уверенностью, что всё разнообразие этих технических комплексов является одним из ключевых ответов на вопрос, как российские диспетчеры справляются с управлением одного из крупнейших энергообъединений в мире.

### ОКНО В БУДУЩЕЕ

В конце своего выступления Юрий Вишневецкий рассказал о будущем, а именно — о планировании перспективного развития энергосистемы России. Эксперт отметил, что сформированная в последние годы система перспективного планирования с единым центром ответственности в лице Системного оператора призвана обеспечить опережающее развитие российской электроэнергетики в ответ на растущее энергопотребление, тесно связанное с экономическим ростом страны.

Запуск новой системы перспективного планирования состоялся совсем недавно — в прошлом году, по меркам электроэнергетики это недостаточный срок для подведения каких-то итогов. Поэтому в первую очередь эксперт ответил на вопрос, зачем была создана новая система. Он подчеркнул, что её отличительная особенность заключается в централизации. Если раньше за перспективное планирование территориальных (то есть местных энергосистем) отвечали региональные власти, а за ЕЭС России — Системный оператор, то с 2023 года компания определена единым центром ответственности.

По сути, централизованное перспективное планирование построено по принципу «одного окна». Системный оператор осуществляет проектирование развития энергосистем, разрабатывая два документа — Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики сроком на 18 лет с актуализацией раз в три года, а также Схему и программу развития электроэнергетических систем России (СиПР ЭЭС), которая охватывает шестилетний период и уточняется раз в год. Проекты этих документов должны пройти общественное обсуждение и рассмотрение у региональных властей в части планов развития территориальных энергосистем, после чего уже итоговый вариант утверждается в Минэнерго и Правительстве России.

В последние годы перспективное планирование осуществляется не только по новым организационным принципам, но и на основе новых технологий проектирования. Среди них Юрий Вишневецкий выделил применение расчётов балансовой надёжности энерго-

*Электроэнергетический режим энергосистемы – совокупность технических параметров, характеризующих единый процесс производства, преобразования, передачи и потребления электрической энергии (мощности) в энергосистеме и состояние объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии, включая схемы электрических соединений объектов электроэнергетики.*

системы, которые отражают возможность обеспечения совокупного спроса потребителей на электроэнергию и мощность с учётом вероятных отключений элементов энергосистемы.

«Расчёты балансовой надёжности помогают решить одну из главных задач управления развитием энергосистем — поиск оптимального объёма генерирующих мощностей и сетевой инфраструктуры. При разработке документов перспективного планирования такие расчёты проводятся в обязательном порядке, и на их основе в том числе принимаются решения о строительстве электростанций, ЛЭП, подстанций в тех регионах, где балансовая надёжность недостаточно обеспечена», — пояснил эксперт.

Первая версия Схемы и программы уже разработана Системным оператором, прошла общественное обсуждение и утверждена Министерством энергетики России. Она охватывала планы на 2023–2028 годы, вторая, утверждённая в конце прошлого года, — на 2024–2029 годы. Схема будет корректироваться ежегодно, а для учёта более протяжённых стратегических планов развития отрасли, включающих понимание общих экономических и технологических тенденций, с 2024 года Системный оператор начинает разрабатывать Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики на 18 лет — ближайшая охватит период до 2042 года.

\*\*\*

Лекция Ю. Вишневецкого в лучших традициях общества «Знание» дала всем заинтересованным участникам выставки-форума «Россия» объёмное понимание того, как функционирует вся эта огромная, сложнейшая из рукотворных систем — энергетическая. Как в ней поддерживается равенство потребления и выработки электроэнергии в каждый момент времени, сколь важную роль в её жизни играет планирование и прогнозирование, а также современные цифровые технологии.