

# ВЕСТИ *ELECTRIC POWER* NEWS

## В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

[www.vesti.energy-journals.ru](http://www.vesti.energy-journals.ru)

**3.2021**

ISSN 2218-5496



**Главный фактор  
энергобезопасности**

Читайте на с. 14

**Mini/MicroGrid  
для новой энергетики**

Читайте на с. 26

**ВМ-моделирование  
в электроэнергетике**

Читайте на с. 42

Организаторы конференции



INTERNATIONAL  
ASSOCIATION OF  
FOUNDATION  
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ



6-8  
ИЮЛЯ

2021

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ

# «ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ УМНЫХ СЕТЕЙ: ИННОВАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ,  
ОТЕЛЬ РЕНЕССАНС САНКТ-ПЕТЕРБУРГ БАЛТИК,  
УЛ. ПОЧТАМТСКАЯ, 4, КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛ, 2 ЭТАЖ

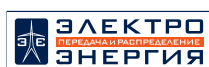
Генеральный спонсор



Официальная поддержка



Генеральные информационные партнеры



[www.fc-union.com](http://www.fc-union.com), [info@fc-union.com](mailto:info@fc-union.com)  
тел. +7 (495) 66-55-014, моб. +7 925 57-57-810

RusCable  
**Кабель FM**

Подкасты о кабельном бизнесе, энергетике и электротехнике

# Услышать кабельную отрасль

Кабель.FM — это «голос» кабельного бизнеса, энергетике и электротехники. Теперь узнать главные новости, услышать интересных гостей и быть на связи можно и в аудиоформате. Слушайте там, где удобно и так, как вы привыкли. Подкасты и контент Кабель.FM выходит на всех популярных платформах Google Podcast, Яндекс.Музыке, Вконтакте, Spotify и не только. Проводите время в приятной компании Кабель.FM в дороге, на тренировке, в машине, в офисе и, конечно, на производстве и складе!



**Анна Мария  
Де Ла Пас**

Ведущая подкаста  
на Kabel.FM

## RusCable Review

Аудиоверсия еженедельного шоу о кабельном бизнесе, энергетике и электротехнике



▶ **Слушайте на Кабель.FM уже сейчас!**



Подкаст  
«На проводе»



Аудиоверсия  
RusCable Review

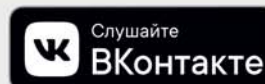


Аудиоверсия  
RusCable Review

## Слушайте на сайте **kabel.fm**

Или вбивайте в поиск «На проводе» «RusCable» и Kabel.FM в приложении для подкастов

**RusCable.Ru**  
Энергетика. Электротехника. Связь.  
Первое отраслевое электронное СМИ № ФС77-70160



## В ГОСДУМЕ РФ

### Стратегия осторожности ..... 4

Разработка Стратегии развития электросетевого комплекса до 2035 г. несколько затянулась. Этому есть свои причины. О том, как их преодолеть и какие старые и новые задачи в области регулирования энергетики предстоит решать, шла речь на круглом столе в Комитете ГД по энергетике.

## ИТОГИ ОЗП 2020–2021

### Приоритет – надёжность ..... 10

Анализ результатов прохождения минувшего зимнего сезона и существенные изменения, происходящие в структуре электроэнергетического комплекса, требуют введения новых норм и правил функционирования энергообъектов, а также ужесточения требований к энергетическим организациям за надёжность энергоснабжения потребителей.

## БЕЗОПАСНОСТЬ

### Отечественное оборудование для электроэнергетики ..... 14

Использование иностранного оборудования на объектах электроэнергетики ставит под угрозу энергетическую безопасность страны. В связи с чем возникает вопрос не только о необходимости применения отечественного оборудования на строящихся энергообъектах, но и о постепенной замене импортного оборудования собственным на действующих объектах электросетевого комплекса и генерации.



## НАДЁЖНОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМ

### Резервирование генерирующих мощностей при долгосрочном планировании ..... 20

Современные электроэнергетические системы представляют собой сложные энергообъединения, в которых определение величины и размещения резервов генерирующей мощности является сложной и очень ответственной задачей. Ведь от выбора решения во многом зависит стратегическое развитие энергосистем.

## В НТС ЕЭС

### Разработка модели (прототипа) Mini/MicroGrid ..... 26

Российские учёные разработали и провели опытно-промышленные испытания программно-технического комплекса сетей MiniGrid, который обеспечивает управление нормальными и аварийными режимами работы распределённой генерации, сетей и энергопринимающих устройств, объединённых системой поддержания баланса выработки и потребления электроэнергии.

### Актуальные вопросы развития экологического машиностроения ..... 36

В стране есть немало предприятий, выпускающих оборудование для оборонного комплекса, которые по разным причинам недозагружены. Их потенциал нужно использовать для нужд экологического машиностроения.

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ВМ-моделирование – трансформация мышления ..... 42

Применение технологий цифрового моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации энергетических объектов активно развивается во всём мире. Это позволяет ускорить и удешевить не только процесс строительства, но и эксплуатации объекта на протяжении всего его жизненного цикла. В России внедрение ВМ находится на начальном этапе большого пути. С целью ускорения продвижения данной технологии Правительство РФ выпустило Постановление № 331, обязывающее компании, реализующие проекты с привлечением средств федерального бюджета, использовать ВМ-моделирование.

## РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

### Ключевой фактор повышения энергоэффективности ..... 48

Несовершенство системы ценообразования в электроэнергетике порождает множество проблем и снижает эффективность работы отрасли. Тем не менее, понимание, что и как нужно поменять в регуляторной базе, уже есть.

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОТРЕБИТЕЛИ

#### Блокчейн в электроэнергетике ..... 56

Блокчейн в энергетике – это технология распределённых реестров, которая представляет собой распределённую между всеми узлами сети базу данных с дублированием информации во всех компьютерах с прозрачностью транзакций для всех участников каждой отдельной сделки. Другими словами, блокчейн решает важную задачу прозрачности платежей, при которой нельзя ничего увести в сторону и украсть.

### ЛЕТО 2021

#### Жара бьёт рекорды ..... 61

Июнь в этом году выдался необычайно жарким. В результате в целом ряде российских регионов превышен летний максимум потребления электрической мощности, в том числе исторический.

### ЭНЕРГЕТИКА СНГ

#### Россия – Казахстан: о том, что волнует ..... 62

Ключевым фактором, определяющим параметры и вектор развития энергетики мира, является климатическая повестка. Применяемые методы борьбы с глобальным потеплением становятся для России и Казахстана серьёзным вызовом. Как на них отвечать?

### ОТРАСЛЬ И РЕГИОН

#### Большие задачи малой энергетики ..... 68

На Дальнем Востоке и в Арктике вопросы развития малой генерации, в том числе на основе ВИЭ, уже занимают такие крупные госкорпорации, как «РусГидро», «Росатом». Но в децентрализованную зону готовы заходить и частные компании, способные заниматься строительством и модернизацией ОМГ.

### К 48-Й СЕССИИ СИГРЭ

#### Укрепляя научно-технические связи ..... 74

С 18 по 27 августа с.г. в Париже пройдёт 48-я Сессия СИГРЭ, посвящённая 100-летию образования Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения – СИГРЭ (Conseil International des Grands Réseaux Electriques – CIGRE). С какими результатами к юбилейному событию подошёл Российский национальный комитет СИГРЭ?

#### Учредители:

- ▶ Министерство энергетики РФ;
- ▶ ПАО «Россети ФСК ЕЭС»;
- ▶ Электроэнергетическая ассоциация «Корпорация Единый электроэнергетический комплекс»;
- ▶ АО НТФ «Энергопрогресс»;
- ▶ НП «НТС ЕЭС»

Издаётся с сентября 2002 г.

Выходит 1 раз в 2 месяца

#### Редакционная коллегия:

О.Г. Баркин – главный редактор  
А.Э. Голодницкий –  
заместитель главного редактора

В.А. Баринов	А.Н. Назарычев
А.А. Волошин	Л.В. Неганов
С.Я. Есяков	С.А. Павлушко
Я.Ш. Исамухамедов	Э.М. Перминов
Г.П. Кутовой	Н.Д. Роголёв
В.Е. Межевич	И.К. Хузмиев
В.В. Молодюк	А.Б. Яновский

#### Редакция:

Л.Ю. Юдина – обозреватель  
М.В. Великохатко – дизайн и вёрстка  
Ю.Г. Толкачёва – корректор

Адрес учредителя, издателя, редакции:  
129090, Москва, ул. Щепкина, д. 8  
Тел. +7 (495) 911-26-96, 911-74-30  
e-mail: vesti-news@mail.ru

СВИДЕТЕЛЬСТВО о регистрации средства массовой информации:

ПИ № ФС77-37405 от 04 сентября 2009 г.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. Редакция не несёт ответственности за содержание рекламных материалов.

Подписано к печати 25.06.2021

Тираж 5000

Отпечатано в ООО «Типография Фонтэграфика»  
129090, Москва, ул. Щепкина, д. 8

Подписной индекс 87667

в Объединённом каталоге «Пресса России»

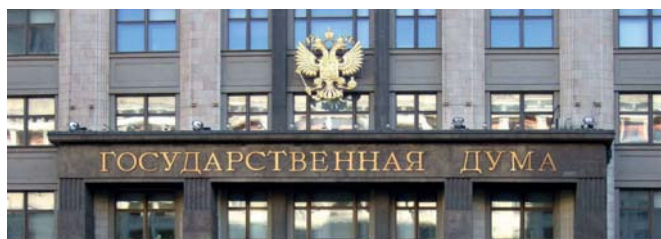
Цена свободная

© АО НТФ «Энергопрогресс»,  
«Вести в электроэнергетике», 2021

# Стратегия осторожности



Заседание Комитета Государственной Думы РФ по энергетике, на котором должна рассматриваться Стратегия развития электросетевого комплекса до 2035 года, переносилось несколько раз по просьбе Минэнерго России. И на этот раз готовую Стратегию министерство, занимающееся её разработкой, так и не смогло представить.



Как предположил председатель Комитета ГД по энергетике Павел Завальный, скорее всего, готовый документ появится не раньше лета. Но нынешний созыв Государственной Думы завершает свои полномочия уже через два месяца. А поскольку в электросетевом комплексе существует ряд принципиальных вопросов, на которые необходимо найти ответы и заложить их в стратегию развития ЭСК, было принято решение обсудить то, что есть.

## ЧЕМ НЕДОВОЛЕН ПОТРЕБИТЕЛЬ?

Из перечисленных П. Завальным вопросов наиболее сложным остаётся снижение перекрёстного субсидирования. Вся «перекрёстка» «зашита» в сетевом комплексе. При этом в субсидировании населения участвуют только компании распределительного комплекса. Федеральная сетевая компания, обслуживающая магистральные сети, ограждена от этой миссии. Такой расклад искажает экономические сигналы, влияющие на ценообразование в электроэнергетике. В своё время была сделана попытка перераспределить «перекрёстку» между всеми потребителями (кроме населения), но она не удалась. В результате вопрос «что делать?» остаётся открытым.

Не менее остро стоит вопрос по оплате резерва мощности. Как известно, потребители, в том числе крупные, заявляют о потребностях больших объёмов мощностей, но используют лишь часть от заявленного. В результате сетевой комплекс несёт существенные издержки на содержание резервной

мощности, а потребитель, заказавший лишние кило- и мегаватты, ничего за неё не платит.

Оплата за невыбранные мощности частично переходит в тариф, то есть ложится на всех потребителей. Неслучайно за последние десять лет для малого и среднего бизнеса, бюджетных организаций тариф на электроэнергию рос в 2–3 раза быстрее инфляции.

«Я вчера посмотрел на цены по всей стране. Средний рост цен по всем сбытовым компаниям в марте с.г. по сравнению с аналогичным периодом 2020 г. составил 8–12%», — проиллюстрировал ситуацию П. Завальный.

Были попытки изменить систему ценообразования в электроэнергетике, но они не удалось. В сложившейся ситуации Комитет ГД по энергетике настаивает на необходимости формирования новой модели ценообразования. Для начала нужно освободить электросетевую комплекс от «перекрёстки», вынеся её на оптовый рынок. При выводе «перекрёстки» на опт в сетевой составляющей останутся только присущие ей издержки.

Также следует перевести сетевой комплекс на двухставочный тариф, т.к. формирование необходимой валовой выручки (НВВ) должно идти от платы за мощность. Благодаря такому подходу сетевой тариф в конечной цене электроэнергии не будет превышать 30–35% (сейчас он составляет 50% и более, а для категорий на низком напряжении — малого бизнеса, бюджетной сферы — доходит до 70% и выше).

Когда между производителем, поставщиком и потребителем электроэнергии не будет мешаться сеть, можно будет говорить о развитии розничного рынка. «Эту тему мы обсуждали в течение последнего года, — добавил глава думского комитета, — однако отклика она не вызвала: большой бизнес объединён в ассоциации и продвигает свои интересы, мелкий и средний потребитель разрознен, его ни-

кто не защищает. Значит, настройкой новой модели ценообразования должно заняться государство. Отладить эту работу — задача Министерства энергетики, однако такая работа не организована».

Всех как-то всё устраивает, недоволен только потребитель, потому что цены на электричество набирают обороты.

### НА РАЗВИЛКАХ

Заместитель министра энергетики РФ Павел Сниккарс представил участникам круглого стола наработки новой Стратегии развития электросетевого комплекса. Проект нацелен на совершенствование государственного управления электросетевым комплексом путём введения долгосрочного тарифного регулирования, постепенной ликвидации «перекрёстки», принятия мер по снижению диспропорции между заявляемой потребителем максимальной мощностью и фактически используемой. Также сделан акцент на повышение эффективности электросетевого комплекса за счёт снижения потерь в электрических сетях, сокращения количества ТСО, вовлечения в хозяйственный оборот бесхозного имущества, используемого для передачи электроэнергии.

Реализация новой Стратегии будет осуществляться в два этапа: первый рассчитан до 2024 года, второй — до 2035 года. В качестве отправной точки для установления базовых показателей и параметров предлагается определить 2019 год.

На первый взгляд, Стратегия получается достаточно осторожной. По мнению разработчиков, она должна максимально содействовать социально-экономическому развитию регионов и страны в целом, обеспечивать баланс экономических интересов потребителей электрической энергии и сетевых организаций.

В настоящее время в правительстве РФ идёт разработка фронтальной стратегии социально-экономического развития страны. В ней заложен ряд базовых принципов, которые необходимо отразить в новой Стратегии развития электросетевого комплекса.

В процессе работы разработчики стратегического документа уже столкнулись с целым рядом серьёзных проблем, которые скромно нарекли «развилками». Все эти развилки хорошо известны, однако по некоторым из них не получается выработать общую позицию.

В частности, большие сложности создаёт несовершенство планирования как на уровне Федерации в целом, так и на уровне субъектов РФ.

Нужно чётко определить роль и место субъекта РФ при формировании схемы развития электроэнергетики. Зачастую при разработке СИПРов регионы, помимо базовых сценариев развития, предусматривают всевозможные другие (оптимистичные, оптимальные, 1-го, 2-го уровня и пр.), включая в них свои инвестиционные пожелания. При этом не делают ни технологической оценки необходимых мероприятий, ни оценки тарифных последствий от реализации своих инвестиционных решений.

В Минэнерго поступает большое количество обращений от сетевых компаний и потребителей, связанных с тем, что схемы развития электросетевой инфраструктуры, носят неоптимальный, необоснованный характер.

В связи с этим в министерстве прорабатывается проект закона о совершенствовании системы перспективного планирования развития электроэнергетики с прямым указанием на то, что при разработке СИПРов необходимо усилить роль и значимость Системного оператора.

Кроме того, следует рассмотреть возможность введения инструмента «преодоления разногласий», как это принято при формировании схем теплоснабжения. Это позволит в случае появления противоречий избежать принятия неоптимальных решений, которые потом «зашиваются» в инвестиционные программы, ложатся в тарифный план и отражаются на повышении цены на электроэнергию.

Вторая развилка засела в льготном техприсоединении. Сумма выпадающих доходов, связанных с льготным ТП, только по ПАО «Россети» превышает 165 млрд руб. Выпадающие доходы есть также у ПАО «РусГидро» в Дальневосточном регионе, у сетевых компаний в Иркутской области, Татарстане, Башкирии, Новосибирске...

Минэнерго РФ в связи с этим разработало новый проект Федерального закона «Об изменении системы техприсоединения». Законопроект касается всех льготных категорий потребителей. Анализ показывает, что нередко потребители злоупотребляют своим льготным правом, разными способами подстраиваются под технические требования, чтобы попасть в категорию до 150 кВт. Это негативно отражается на работе электросетевого комплекса. Тариф в электросетевом комплексе регулируется государством, которое устанавливает предельный уровень его роста. Выпадающие доходы, которые появляются у сетевых компаний от неиспользуемых мощностей, не включаются в тариф из-за данных ограничений. В законопроекте пересмотрен подход к льготному ТП в отношении населения, а также

# Приоритет – надёжность



Чтобы лучше подготовиться к новому отопительному сезону, необходимо учесть все уроки и ошибки минувшего. Это старое правило никогда не теряет своей актуальности. Поэтому по окончании каждого зимнего периода энергетики проводят «разбор полётов», вырабатывают новые требования и механизмы по повышению надёжности работы энергосистем. Всероссийское совещание по итогам ОЗП 2020/2021 года в этом плане не стало исключением.

Людмила ЮДИНА

## УЧИТЬСЯ НА СВОИХ И ЧУЖИХ ОШИБКАХ

Несмотря на беспрецедентные климатические условия минувшей зимы, большинство объектов ТЭК России отработали в штатном режиме, отметил министр энергетики РФ Николай Шульгинов. Отечественные энергетики справились и с ситуациями, когда за день выпадала месячная норма осадков, и с последствиями тайфунов, и с ледяными штормами, гололёдообразованием, ураганами...

Для энергетиков многих зарубежных стран, особенно северных, прошедшая зима стала серьёзным испытанием.

Поспешный переход на «зелёную» энергетику и отказ от традиционных источников в Китае, Японии, Южной и Северной Европе, США привели к тому, что отрасль оказалась не готова к суровому зимнему экзамену: недостаток резервов генерации, нестабильность ВИЭ, отсутствие централизованной подготовки к ОЗП приводили к системным нарушениям и масштабному отключению потребителей.

«На будущее мы должны учесть чужие ошибки при планировании, особенно в части сетевого резервирования и усиления межсистемных связей», — подчеркнул министр энергетики РФ.

Российская энергетика оказалась более устойчивой к непогоде, хотя проблем здесь накопилось достаточно. Так, аварийность в сетях на классах напряжения 110 кВ и выше этой зимой снизилась на 20%. Однако в сетях 6–10–35 кВ количество аварий и технологических сбоев по сравнению с ОЗП 2019/2020 года увеличилось на 2,3%.

Во многом это связано с погодными условиями: из-за непроектных нагрузок, вызванных стихией,

нарушалась работа сетей, что приводило к ограничению потребителей и увеличению времени восстановления электроснабжения на 1,5–2 часа.

Нарушения электроснабжения происходили в 15 субъектах РФ, причём в Республике Дагестан, Приморском крае, Тверской и Иркутской областях — многократно.

Причины сбоев кроются не только в природных явлениях, но и в неудовлетворительном техническом состоянии сетей, неправильной организации элементарных эксплуатационных работ, нерациональном использовании тарифных источников, предназначенных для проведения первоочередных мероприятий по повышению надёжности, неисполнении инвестиционных программ.

При этом энергокомпании зачастую скрывают истинное положение дел, информация «с мест» о техническом состоянии оборудования классов напряжения ниже 110 кВ, поступающая по отраслевой линии связи, носит неполный и недостоверный характер. Это подтвердилось в ходе выездных проверок Минэнерго РФ в Приморском крае, Тверской области, Дагестане.

В системообразующих территориальных сетевых организациях, подконтрольных субъектам РФ, дело с передачей оперативной информации об аварийных отключениях обстоит ещё хуже.

Заместитель министра энергетики РФ Евгений Грабчак привёл просто ошеломляющие данные: в прошлом году зафиксировано 60 случаев, когда специалисты Минэнерго РФ узнавали о крупных авариях в энергетике не напрямую, а из средств массовой информации или соцсетей.



В связи с этим возникла необходимость ужесточить требования к передаче информации о технологических инцидентах на объектах энергетики в министерство и введению ответственности руководителей энергокомпаний за неисполнение регламента передачи информации.

### РИСКИ «ОГРАНИЧЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ»

Анализ результатов прошедшего отопительного сезона поставил перед энергетиками немало серьёзных задач. Одна из них — оценка состояния зданий и сооружений, относящихся к энергетическому хозяйству. Это вызвано рядом тяжёлых случаев, произошедших в текущем и прошлом годах.

Так, в мае 2020 года в здании главного штаба управления Тамбовской ТЭЦ (ПАО «Квадра») обрушился третий этаж, что привело к травмированию двух человек, нарушению системы управления станцией и остановке работы ТЭЦ. Полгорода осталось без тепла и горячей воды.

В апреле 2021 года произошло обрушение части дымовой трубы на Барнаульской ТЭЦ-2 (ООО «СГК»). В результате была нарушена работа системы топливоподачи, что создало реальную угрозу нарушения теплоснабжения потребителей г. Барнаула. В настоящее время управление станцией восстановлено на основе временных решений, но к отопительному сезону оно должно выйти на проектное.

Данные примеры говорят о неудовлетворительной организации работы по диагностике зданий и сооружений, несвоевременном выявлении критических отклонений и непринятии мер по безопасной эксплуатации производственных объектов.

В качестве меры по недопущению подобных ситуаций Минэнерго предлагает наряду с повышением персональной ответственности руководителей энергетических предприятий повысить требования к экспертным организациям и специалистам — вплоть до прекращения их аттестации.

Уже в летний период руководители энергетических организаций должны организовать контроль за состоянием подготовки зданий и сооружений к зиме, особенно тех, которые классифицируются как «ограниченно работоспособные».

Кстати, дымовая труба на Барнаульской ТЭЦ по классификации как раз относилась к этому разряду. И подобных объектов по отрасли очень много.

Чтобы свести до минимума возникновение аварийных ситуаций в зданиях

и сооружениях, Минэнерго проводит ежемесячный мониторинг состояния данных объектов в рамках подготовки к предстоящему отопительному сезону. В свою очередь, глава Ростехнадзора Дмитрий Фролов предложил Минэнерго предусмотреть в проектах правил технической эксплуатации требования к эксплуатационному контролю состояния зданий и сооружений, дымовых труб и территорий энергохозяйств, а также внести поправки в законодательные акты, предусматривающие ответственность законного владельца объекта теплоснабжения за непредоставление информации об аварийных ситуациях.

В рамках подготовки к предстоящему зимнему сезону будет внесён и ряд других изменений в нормативно-правовые акты. Они касаются учёта длительности аварийных ремонтов, участия ОПРЧ генерирующего оборудования по отдельным критериям, введения индикативных показателей уровня надёжности работы и аварийности линий и блоков, расширения диапазона индекса готовности, при котором объект признаётся готовым.

Будет продолжена практика, когда паспорта готовности к ОЗП компаниям выдаёт не Министерство энергетики РФ, а главы регионов.

### ВВЕРХ ПО НОВОЙ ШКАЛЕ

Изменения в нормативно-правовые акты, вносимые Минэнерго РФ, — тема отдельного большого разговора. А пока лишь коротко обозначим их логику и направленность.

Сначала — о запасах топлива. В этом году введён обновлённый алгоритм расчёта нормативных запасов топлива. При расчёте учитывается влияние объекта на энергосистему и на теплоснабжение потребителей. Риск-ориентированная модель,



# Отечественное оборудование для электроэнергетики

*Есть ли альтернатива импорту?*



Уже много лет органами исполнительной и законодательной власти Российской Федерации осуществляются последовательные шаги по развитию импортозамещения в различных областях экономики. Не является исключением и электроэнергетика, вопросы расширения применения отечественного оборудования в которой поднимаются во многих государственных документах, начиная с Энергетической стратегии Российской Федерации.

Андрей ФУРАШОВ<sup>1</sup>, Александр КОЗЛОВСКИЙ<sup>2</sup>, Владимир МАТИСОН<sup>3</sup>

Исторически сложилось так, что многие объекты, в том числе системообразующие, были модернизированы на базе импортного оборудования ещё до появления полноценных отечественных аналогов, необходимых для модернизации. Сегодня ситуация существенно изменилась — в целом ряде сегментов рынка оборудования для электроэнергетики присутствует российское оборудование, не уступающее по своему техническому уровню продукции ведущих мировых компаний. Это поставило перед российской электроэнергетикой вопрос не только применения такого отечественного оборудования на новых объектах, но и проведения плановой замены импортного оборудования на действующих объектах, в первую очередь по причинам обеспечения энергетической безопасности. Именно в области безопасности, а уже затем в поддержке развития российских производителей лежат основные причины импортозамещения в критической инфраструктуре страны, одной из основных отраслей которой является электроэнергетика.

Средой производства и передачи электроэнергии является первичное оборудование — генераторы, воздушные и кабельные линии электропередачи,

выключатели, трансформаторы и другое оборудование, по которому непосредственно течёт электрический ток. Технический уровень этого оборудования определяется его конструкцией и технологиями производства, а также используемыми материалами и комплектующими изделиями. Уникальные технологии предприятий ОПК, научные школы ведущих отраслевых центров позволяют создавать современное оборудование, а там, где имеющихся компетенций не хватает — развивать эти компетенции, привлекая в обоснованных случаях для запуска процесса развития зарубежные.

Само первичное оборудование работает только так, как заложено в его конструкции — исполняя поступающие на него команды. Поэтому надлежащим образом изготовленное и протестированное первичное оборудование само по себе не несёт скрытых угроз.

Формирование управляющих команд, определяющих работу первичного оборудования и в конечном итоге — всей энергосистемы, в автоматическом, полуавтоматическом (автоматизированном) или ручном (по командам оператора) режимах осуществляют контроллеры первичного оборудования, вторичное оборудование и управляющие системы верхнего уровня (специальное программное обеспечение и информационно-коммуникационное оборудование). Ещё до начала широкой цифровизации в электроэнергетике практически всё это оборудование и системы уже строились на базе цифровых

<sup>1</sup> Председатель правления Национального совета по энергетической безопасности и защите критической инфраструктуры.

<sup>2</sup> Депутат Государственной Думы, председатель Экспертного совета по энергетическому машиностроению, электротехнической и кабельной промышленности.

<sup>3</sup> Член экспертного совета Национального совета по энергетической безопасности и защите критической инфраструктуры.

устройств. В эпоху же цифровизации функционал и роль такого оборудования и систем, которые стали фактически ИТ-инфраструктурой отрасли, многократно возросли. Вместе с этим возросли и угрозы — характерные для ИТ-сферы и специфические для электроэнергетики. Широко известным стало отключение компрессорных станций «Газпрома», которое произошло в 2012 году по сигналу со спутника именно через цифровое управляющее оборудование.

Федеральный закон № 223 от 18.07.2011 «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» был принят именно в целях расширения применения отечественного оборудования в целом ряде базовых отраслей экономики, в том числе в энергетических. Этого, по мнению целого ряда экспертов, требуют нарастающие санкции, обострение международной обстановки и конкурентной борьбы в мире. Однако, как отмечали многие спикеры на форуме «Госзаказ-2021», недостаточная система ответственности за выполнение положений этого закона как заказчиками, так и поставщиками не позволила в полной мере достичь поставленных целей, несмотря на то, что российские производители вторичного оборудования имеют производственные мощности, позволяющие полностью обеспечить потребности российской энергетики. Сомневаться же в качестве отечественного цифрового вторичного оборудования для энергетики не приходится, практически все отечественные продукты для этого рынка прошли не только процедуру добровольной сертификации, но и строжайшую отраслевую аттестацию, а целый ряд производителей имеют и сертификаты зарубежных испытательных центров, таких, как, например, DNV GL — одного из мировых лидеров в области консалтинга, испытаний и сертификации для мировой энергетической отрасли.

### РИСКИ И УГРОЗЫ — ВЫМЫСЕЛ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

Насколько же велики риски и угрозы от применения импортного оборудования в отечественной электроэнергетике? Стоит ли уделять им столько внимания?

Давая ответ на эти вопросы, оставим в стороне классическую информационную безопасность, о которой сейчас не говорит только ленивый. Её главная рекомендация для технологических систем — создание «воздушного зазора». Это означает исключение какой-либо физической связи технологических систем с корпоративными информационно-коммуникационными системами, особенно имеющими связь

с сетью Интернет. Однако, как показывает мировой опыт, такой «воздушный зазор» не является панацеей.

В 2010 году, с использованием человеческого фактора для преодоления такого «зазора», была успешно реализована целевая атака на оборудование объекта по обогащению урана в Иране. Однако одного эффективного использования человеческого фактора для успеха этой атаки было бы недостаточно.

Одним из первых анализ этой атаки выполнил немецкий ИТ-специалист Ральф Лангер. Он отметил<sup>4</sup>, что сложность вредоносного кода, занесённого в «изолированную» (!) технологическую систему, говорит о возможности его создания только большим коллективом разработчиков, содержащий который под силу ограниченному числу развитых стран. При этом анализ, выполненный специалистами компании Symantec<sup>5</sup>, показал, что этот код был разработан именно под оборудование конкретных производителей (программируемые контроллеры и системы управления частотно-регулируемыми приводами электродвигателей центрифуг), которое было установлено на объекте. Без знаний о том, какое оборудование предполагалось атаковать, успешность атаки была бы маловероятной.

Возникает вопрос — какая связь между этим уже довольно далёким событием в Иране и современными угрозами российской энергетике? Ответ до удивления прост.

Жизненный цикл применения оборудования на объекте электроэнергетики, как и многих других отраслей, состоит из этапов проектирования, строительства-монтажных, пусконаладочных работ и ввода оборудования в эксплуатацию, сопровождения эксплуатации, вывода из эксплуатации и утилизации.

Практически на всех этапах работ, за исключением вывода из эксплуатации и в большинстве случаев утилизации, участвуют специалисты компании, производящей оборудование. Начиная с этапа проектирования компании-производители требуют указания объекта внедрения и полной характеристики условий применения поставляемого оборудования.

4 «Column one: The lessons of Stuxnet», The Jerusalem Post (<https://www.jpost.com/opinion/columnists/column-one-the-lessons-of-stuxnet> дата доступа 16.06.2021).

5 «Компания Symantec выпустила комплексный бюллетень с описанием вируса W32.Stuxnet, атаковавшего АЭС в Бушере», ИКС медиа (<https://www.iksmedia.ru/news/3464312-Kompaniya-Symantec-vypustila-komple.html> дата доступа 16.06.2021), Nicolas Falliere, Liam O Murchu and Eric Chien «W32.Stuxnet Dossier Version 1.4 (February 2011)», Symantec ([https://www.wired.com/images\\_blogs/threatlevel/2011/02/Symantec-Stuxnet-Update-Feb-2011.pdf](https://www.wired.com/images_blogs/threatlevel/2011/02/Symantec-Stuxnet-Update-Feb-2011.pdf) дата доступа 16.06.2021).

# Резервирование генерирующих мощностей при долгосрочном планировании

## Современные подходы и актуальные проблемы

Дмитрий КРУПЕНЁВ, заведующий лабораторией «Надёжности топливо- и энергоснабжения» Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения РАН, к.т.н.

Николай БЕЛЯЕВ, начальник службы мониторинга и анализа схем и программ перспективного развития электроэнергетики АО «Техническая инспекция ЕЭС», к.т.н.

Проблема обеспечения надёжности электроснабжения была и остаётся одной из самых актуальных в электроэнергетике. В Федеральном законе от 26 марта 2003 года № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» сказано: «общими принципами организации экономических отношений и основ государственной политики в сфере электроэнергетики являются: обеспечение бесперебойного и надёжного функционирования электроэнергетики в целях удовлетворения спроса на электрическую энергию потребителей, обеспечивающих надлежащее исполнение своих обязательств перед субъектами электроэнергетики».

Как известно, одним из основных способов обеспечения надёжности электроэнергетических систем (ЭЭС) и электроснабжения потребителей является резервирование элементов ЭЭС. Современные ЭЭС представляют собой сложные энергообъединения, в которых определение величины и размещения резервов генерирующей мощности является непростой задачей. К тому же, существующие технические и организационные проблемы в ЭЭС усиливают неопределённость в рациональном выборе величины и структуры резервов генерирующих мощностей [1].

На практике обоснованная величина резерва генерирующей мощности влияет на многие стратегические механизмы развития энергосистемы. Так, к примеру, в рамках долгосрочных конкурентных отборов мощности (КОМ), проводимых согласно Правилам оптового рынка [2] Системным оператором (АО «СО ЕЭС»), при определении вели-

чины спроса на мощность используется плановый коэффициент резервирования мощности. Величина спроса на мощность, в свою очередь, влияет на значение цены на мощность, определяемой по результатам КОМ. Так, по предварительной экспертной оценке для КОМ на 2026 год, для первой ценовой зоны Единой энергосистемы (ЕЭС) России при действующем порядке определения спроса на мощность [3] снижение планового коэффициента резервирования на 5% и, соответственно, спроса на мощность могло бы привести к снижению цены на мощность по итогам КОМ на 14,6%, а для второй ценовой зоны снижение планового коэффициента резервирования на 5% — на 13,5%.

На современном этапе развития электроэнергетики России накопился ряд проблем, одной из которых являются значительные объёмы морально и физически устаревших генерирующих мощностей [4]. При сочетании относительно низкого спроса на мощность со стороны потребителей и проблемы старых мощностей эффективность работы ЭЭС является крайне низкой. К тому же, в современных условиях функционирования и развития ЭЭС неопределённость в прогнозировании развития генерации возрастает в связи с внешними конъюнктурными факторами, изменением социально-экономической ситуации, интеграцией в энергосистему возобновляемых источников энергии и распределённой генерации, что делает задачу определения оптимального уровня резервирования ещё более актуальной [5].

## Современное состояние нормативного правового регулирования резервирования генерирующих мощностей в российской электроэнергетике

Вопрос актуализации нормативной базы, направленной на регулирование процесса определения резервов генерирующей мощности в российской электроэнергетике, является весьма своевременным, так как большинство документов, регулирующих резервирование генерирующей мощности, приняты более десяти лет назад. Среди основных документов можно выделить следующие:

— *Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем*, утверждённые приказом Минэнерго России от 30.06.2003 № 281. В рекомендациях представлена классификация резервов генерирующей мощности, согласно которой имеются три составляющие полного резерва: оперативная, ремонтная, стратегическая. Рекомендуются на предварительной стадии разработки перспективных балансов мощности ЕЭС России и Объединённых энергетических систем (ОЭС) принимать значения необходимого резерва мощности процентом от максимума нагрузки соответствующего энергообъединения: Европейская секция ЕЭС России — 17%; ОЭС Сибири — 12%; ОЭС Востока — 22%.

— *Порядок определения плановых коэффициентов резервирования мощности в зонах (группах зон) свободного перетока электрической энергии (мощности)*, утверждённый приказом Минэнерго России от 07.09.2010 № 431. Плановый коэффициент резервирования мощности рассчитывается для зоны (группы зон) свободного перетока как сумма значений, равных 1,17, с учётом коэффициента прогнозного недоиспользования мощности и коэффициента, учитывающего экспорт электрической энергии.

— *Правила оптового рынка электрической энергии и мощности*, утверждённые Постановлением Правительства РФ от 27.12.2010 № 1172. Согласно Правилам, коэффициент резервирования генерирующей мощности для ценовых зон ЕЭС России должен утверждаться Минэнерго России, при этом коэффициент резервирования во второй ценовой зоне оптового рынка увеличивается на 8,55%.

Как видно, в указанных нормативных правовых актах в плане требований к резервированию генерирующей мощности нет чёткости и единообразия, к тому же требования в разных документах противоречат друг другу. В таких условиях необходимо проведение единой политики, касающейся резервирования генерирующих мощностей в ЕЭС России и изолированных энергосистемах, и формирование единой нормативной правовой базы.

## Виды резервов генерирующей мощности в ЭЭС

Расчётный резерв мощности имеет три составляющих: ремонтный, оперативный и стратегический. Ремонтный резерв необходим для компенсации мощности оборудования, выводимого в плановый ремонт, оперативный — для замещения аварийно вышедших из строя элементов энергосистемы и компенсации нерегулярных колебаний нагрузки (например, температурных), стратегический — на случай отставания энергетического строительства от темпов развития экономики и опережающего роста спроса на мощность.

Обоснование величины оперативного и ремонтного резервов проводится на основании критерия балансовой надёжности ЭЭС, обоснование величины стратегического резерва проводится экспертно, исходя из складывающейся ситуации с уровнем надёжности в ЭЭС и с учётом требований вышестоящих нормативных правовых документов.

## Критерий оптимального резервирования и определение величины резерва генерирующей мощности ЭЭС

Задача определения рационального уровня резервирования генерирующих мощностей является одной из основных при планировании развития энергосистем [6]. Резерв генерирующих мощностей в ЭЭС должен иметь оптимальное значение, соответствующее технико-экономическому критерию. Уровень оптимального резервирования генерирующей мощности зависит от множества факторов, среди основных можно выделить аварийность энергетического оборудования, организацию проведения плановых ремонтов энергетического оборудования, плотность электрической сети, ущерб

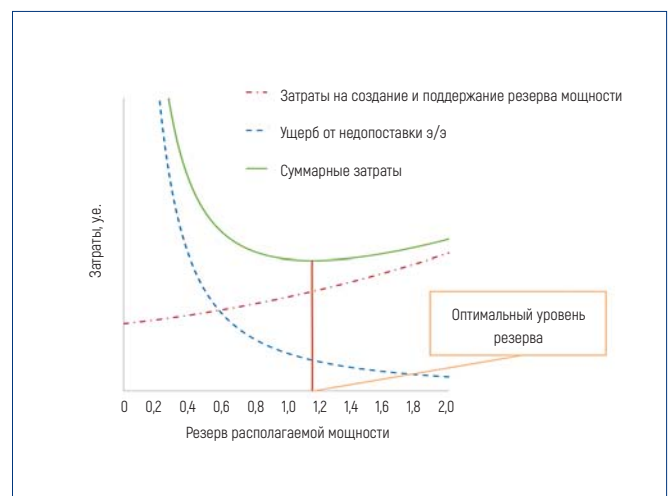


Рис. 1. Определение оптимального резервирования генерирующей мощности ЭЭС

## **ПОЛНАЯ ONLINE-ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА ДОСТУПНА ПО ПОДПИСКЕ**

Приобрести электронную версию журнала «Вести в электроэнергетике» можно через редакцию.

Менеджер по подписке Луничкина Людмила Петровна,

тел. +7 (495) 911-26-96,

[energo-pro@mail.ru](mailto:energo-pro@mail.ru), [vesti-news@mail.ru](mailto:vesti-news@mail.ru)

Адрес редакции: 129090, Москва, ул. Щепкина, д. 8

Электронная версия журнала является полной копией печатной версии.

Подписка на электронные версии журналов не даёт подписчику права на их дальнейшее распространение без письменного согласия правообладателя.

**Подписка через редакцию осуществляется с любого номера журнала и на любой период времени.**